

estudio y explotación
del mar en galicia





**CURSOS Y CONGRESOS
DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA**

ESTUDIO Y EXPLOTACION DEL MAR EN GALICIA



1979

® Universidad de
Santiago de Compostela



SECRETARIADO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

D.L.: C-633-1979

I.S.B.N.: 84-7191-137-X

Servicio de Mecanización de la Universidad de Santiago de Compostela

Lista de autores

MIGUEL ALCARAZ

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Barcelona

ANTONIO FIGUERAS

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

FERNANDO FRAGA

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

MANUEL GOMEZ LARRAÑETA

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

JULIO D. GONZALEZ CAMPOS

**Cátedra de Derecho Internacional. Universidad
de Oviedo**

UXIO LABARTA

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

ENRIQUE CESAR LOPEZ VEIGA

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

RAMON MARGALEF

**Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias. Uni-
versidad Central. Barcelona**

MIGUEL ANXEL MURADO

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

FRANCISCO XAVIER NIELL

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Vigo

LUIS IGNACIO SANCHEZ

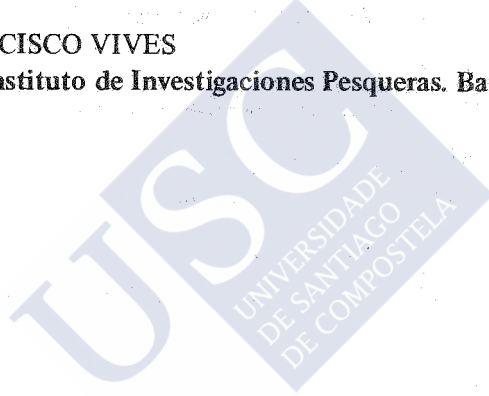
**Cátedra de Derecho Internacional. Universidad de
Oviedo**

JUAN ANTONIO SEOANE

**Cátedra de Botánica. Facultad de Farmacia. Uni-
versidad Central. Barcelona**

FRANCISCO VIVES

Instituto de Investigaciones Pesqueras. Barcelona



Índice de capítulos

	<u>Pág.</u>
1.— Galicia mariñeira: Historia económica y científica. U. LABARTA.....	11
2.— Oceanografía física. El afloramiento marino. F. FRAGA	73
3.— Las rías gallegas. F. FRAGA y R. MARGALEF	101
4.— Los productos primarios de materia viva. R. MARGALEF	123
5.— La cadena que conduce a los peces y a los catáceos. F. VIVES y M. ALCARAZ	169
6.— Estudio de recursos pesqueros. I. Variaciones. M. G. LARRAÑETA	215
7.— Estudio de recursos pesqueros. II. E. C. LOPEZ VEIGA	237
8.— Explotación de los recursos marinos renovables de la zona costera de Galicia. A. FIGUERAS	269
9.— Otros recursos marinos renovables: Las algas marinas. J. A. SEOANE	321

	<u>Pág.</u>
10.— Condicionamiento, características y posibilidades de la acuicultura. F.X.NIELL.	355
11.— Contaminación, Un intento de síntesis. M. A. MURADO	403
12.— Reglamentación internacional de las pesquerías: Intereses españoles y soluciones al problema pesquero. L. I. SANCHEZ y J. D. GONZALEZ CAMPOS	457



P R E F A C I O

En verano de 1977, mis amigos los Dres. Bao y Fraga, de Vigo, me invitaron a participar en un cursillo de verano sobre Ciencia del mar y me hicieron aparecer como coordinador del mismo. En realidad mi contribución fué muy escasa y el curso, como tantas cosas en un país que se envanece por su capacidad de improvisación, se desarrolló según las circunstancias del momento, como un "happening" más. Si alguna intervención positiva tuve, y creo que por ello, los amigos mencionados más arriba me han pedido que hilvane este preámbulo, fué sugerir que, en lugar de la tradicional edición de las conferencias, ateniéndose más o menos a como fueron pronunciadas, en un formato grande e incómodo, nos olvidáramos de ello y aprovecháramos las posibilidades de una edición para recoger, en un volumen manejable, una nueva redacción de lo que se presentó en el cursillo, o, por lo menos, de la mayor parte de ello, sumando las contribuciones de otros autores que, por las razones que fueren no intervinieron extensamente en el curso, pero que tenían tanto o más que decir que los que en él actuaron. Con ésto confieso mis pobres capacidades de coordinador y trato de poner remedio a lo hecho. El Ayuntamiento de Vigo, La Caja de Ahorros Municipal y la Universidad de Santiago son de alabar por la protección que dieron al Curso y por aceptar benévolamente el trueque y ampliación de los textos a la hora de su publicación. Pero creo que con este

cambio todos salimos ganando y el libro que tenemos el placer de ofrecer a los lectores resultará más legible y, probablemente, más útil, por más completo, que la serie de conferencias en la que tuvo su origen. Desearía, por fin, expresar mi esperanza de que estas páginas sean inicio y semilla de desarrollos futuros, en los que el estudio del mar y la actividad de los hombres que en él encuentran sustento y estímulo alcancen nuevos niveles de cooperación y de eficacia.

R.MARGALEF

Octubre, 1977



GALICIA MARIÑEIRA:

HISTORIA ECONOMICA Y CIENTIFICA

Uxio Labarta

Galicia, 1977. Sector pesquero en crisis. Conflictos en las playas. No hay recursos. Necesidad urgente: creación organismo superior de pesquerías. Armadores apoyan reivindicaciones de los marineros frente a la Administración. La flota del Grand Sole amarrada a puerto. Los recursos litorales en situación grave de agotamiento. Nuevas muertes en el mar.

Todos los días los periódicos apuntan nuevas formas del caleidoscopio pesquero. Ni la crisis era impensable, ni la "culpa" está más allá de nosotros. La historia, poco a poco, nos fué llevando, nos acerco a esta situación. Una historia de la que nosotros somos parte, y que nosotros hacemos. Una historia ligada a un quehacer económico, a unas luchas sociales, y en varios —uno— repetitivos status políticos.

Galicia es desde la historia, folklóricamente también, mariñeira, pero lo es sobre todo en sus formas sociológicas y en su evolución económica. Aquí se da

el clásico esquema de cambio en las formas sociales sobre todo por y en las riberas. Galicia son dos: una Galicia riberana y otra del interior. La evolución social, los procesos económicos, la historia y la configuración de un país vienen siendo la integral de dos mundos: La tierra miserable, la tierra en pie, la tierra sometida. Un mar de compañía, un mar de complemento, un mar desatendido, un mar contrastablemente próspero en la miseria, un mar ¿sí? , ¿ya? , conflictivo, protagonista. Un protagonismo todavía confuso en el que la historia la sufren los que siempre sufrieron, sin interrupción, con la soledad, el aislamiento de los hombres de mar.

Hoy, Galicia año 1977, el conflicto, la denuncia de una situación, están. Empieza un nuevo trabajo por un mar, O mar, galego.

Hasta aquí la literatura algo como introducción, fondo de cuadro, que dejara entrar en un análisis del fué y es del mar y Galicia.

LA INDUSTRIA EN EL MAR Y EL ATRASO ECONOMICO

En un contexto de atraso económico generalizado, ¿cómo explicar la situación floreciente —por contraste— del mar gallego? .

Galicia volvemos a ser dos realidades fácilmente diferenciadas que “se condicionan recíprocamente, unidas en una dialéctica difícilmente reversible. Se

trata por una parte de la sociedad campesina precapitalista, radicada en el medio rural y, por la otra, de la “sociedad industrial” capitalista, instalada en el medio urbano”. Puede explicar este análisis de BEIRAS (1972) el por qué de esas dobles situaciones, de estos desarrollos desiguales. Y lejos de la intención de asimilar “mar” con “sociedad industrial”, pues aquí —en una nueva pirueta— también existen dos partes, dos modos, deformemente uniformados por análisis interesados en asimilar y presentar de la pesca una —su— particular visión.

Dos modos, que en uno de esos esquemas de fácil comprensión y más fácil deformación de la realidad, pueden apuntarse a los que pescan en mares lejanos y a los que pescan en mares gallegos. En los primeros unas empresas industriales claras, fácilmente definidas de acuerdo a los principios de una economía de empresa; en los segundos formas de transición (arrastré y cerco litoral), empresas artesanales y empresas familiares. En el esquema entran también, y de forma preponderante, las vías de comercialización de los productos litorales que condicionan en una buena medida la estructura del sector. Y todo ello, ¿son pasos de una evolución?, ¿formas de resistencia a dejarse absorber?. En todo caso son problemas diferentes y uniformarlos de acuerdo a los mismos esquemas —como siempre el esquema del más fuerte, del más estructurado y definido— implica el sometimiento, la desaparición del otro. Son problemas con un origen histórico, resultado de una multiforme correlación de fuerzas que fueron conformando el pueblo de Galicia.

Hoy el mar representa, en unas estadísticas de valor indicativo, el 5-6^o/o de la ocupación de su población activa, y eso teniendo en cuenta a las provincias de Orense y Lugo ajenas o con escasa incidencia en la pesca, dejando fuera de estos datos a la gente que por temporadas trabaja en el marisqueo a pie, y aquella otra gente que trabaja en tierra en las lonjas o procesos de comercialización. En números absolutos el total de personas empleadas se estima en unas 35.000, de las que unas 11.000 trabajan en los mares lejanos, y el resto, 24.000, en nuestro litoral.

En relación al Estado, Galicia y particularmente A Coruña y Pontevedra representan el 35^o/o de la inversión pesquera, el 33^o/o de la población activa dedicada a la pesca y el 30^o/o del valor añadido bruto pesquero.

La crisis actual del sector engloba a todo esto, pero la crisis no es sólo lo que está aflorando más preponderantemente en las noticias de agencia. Si el problema de las 200 millas es grave por cuanto que agudiza la crisis de un determinado modelo de desarrollo pesquero —aquel que sólo busca el crecimiento económico— no es sino un telón que se descorre, un foco que ilumina todos los graves errores cometidos en lo que toca a política de recursos marinos.

Esa crisis, es cierto, toca a la parte más fuerte del sector, de ahí su incidencia en la opinión pública, pero hay una crisis —más honda y más vieja— que viene de

atrás y está en nuestro mar. En ese mar donde viven veinticuatro mil personas conforme a esos sistemas de explotación artesanales, comunales, con ya desesperada necesidad de la atención que al fin empiezan a reclamar. Esa es la crisis que toca fondo, la que lleva a que perdamos inexorablemente, por desidia, por ignorancia, por intereses ajenos, el mar.

DESDE ATRAS, EL MAR: NOTAS HISTORICAS

La geografía, 1195 kilómetros de costa, contribuye a lo largo y en cada momento de la historia, a configurar Galicia. Y los modos de producción, las relaciones sociales, la correlación de fuerzas, la actitud del poder central, tocarán siempre en la historia a la gente del mar, y cómo no, al mar.

La actividad extractiva se remonta hasta la industria paleolítica camposanquense de la que, según FERNANDEZ DEL RIEGO (1977), se encontraron piedras acondicionadas para servir de peso a grandes redes.

En las excavaciones realizadas en los castros aparecen utensilios para la pesca, así como los conocidos “concheiros”, grandes depósitos de valvas mezclados con restos de cocina. La aparición de estos “concheiros” en castros alejados de la costa, indica un incipiente comercio de productos del mar. Por otra parte MACIÑEIRA (1909) da cuenta del hallazgo en la ensenada de Espasante, de los restos de dos pilos de

salazón, de origen fenicio y que también explotaron los romanos. Y de estos a través de los escritos de sus historiadores y poetas, nos quedan testimonios de la riqueza y calidad de los productos del mar gallego.

LA EDAD MEDIA: EL FEUDALISMO

Ya en la Edad Media el aprovechamiento de los recursos marinos pervive, y se desenvuelve en un nuevo contexto.

El feudalismo, con sus sistemas de propiedad de la tierra en manos de los señores —laicos o eclesiásticos—, va a configurar la explotación del mar. La sociedad gallega, en aquella época, podemos dibujarla de acuerdo a las características que apunta RODRIGUEZ GALDO (1976): Una sociedad de base agraria articula las relaciones de producción alrededor del sistema de propiedad de la tierra. Esta se encuentra en manos de los señores feudales, grandes propietarios territoriales, laicos o más a menudo eclesiásticos (monasterios y obispos), y la masa de campesinos sin propiedad o con propiedad muy limitada.

El campesino, sin embargo, tiene acceso al **dominio útil** de la tierra —que no a su propiedad— a través de un sistema de foros y arriendos, y genera la renta del sistema por medio de un sistema de pequeñas y medianas explotaciones familiares. Pero no sólo debe cubrir sus necesidades, sino que debe destinar una parte elevada de la producción a los señores, haciéndolo

en forma de especies o dinero. Este excedente no se invierte productivamente sino que se destina al consumo suntuario o a consolidar la posición social del señor. Este tiene un gran poder de decisión recortado por las luchas campesinas y por una cierta autoridad real que poco a poco va dejando sentir su peso.

El mar entretanto sirve de ayuda, de complemento a unos labradores que poco tienen y menos les queda. En principio parece factible que esta fuese la principal razón de ser de la pesca: contribuir a paliar la miserable situación campesina. Y aquí es necesario tener en cuenta varios aspectos que conformaban los usos sociales: En primer lugar la existencia de numerosos ríos, ricos en peces como trucha y salmón, con unas mayores facilidades de captura y que atendían en alguna medida las necesidades alimenticias de una parte de la población. De otra la prohibición religiosa de comer carne durante la Cuaresma, y también la existencia de órdenes religiosas, propietarias de gran parte del territorio gallego, como el Císter, que tenía prohibido comer carne todo el año, aunque en una hábil teoría de la evolución se hacía provenir el cordero del percebe, con lo que dejaba de ser carne para convertirse en pescado.

La producción artesanal está inserta en las necesidades del mundo rural, y ceñida a una organización corporativa en las villas. Y es en estas villas y ciudades donde comienza la pesca por alcanzar un mayor desarrollo a partir de esas estructuras gremiales. Del siglo XIII se tienen noticias de la

existencia de un pujante gremio de mareantes en la ciudad de Pontevedra. Normalmente las villas son fruto de repoblamientos llevados a cabo por los señores en zonas hasta entonces despobladas pertenecientes por lo general a los señoríos de realengo, concediéndoles a sus moradores una serie de privilegios que se relacionaban en muchos de los casos con la pesca o con el comercio marítimo.

Aunque en Galicia el desarrollo de los gremios no alcanzó la preponderancia de otras zonas en la Edad Media, el de Mareantes sí puede considerarse una excepción, al menos en algunos casos, como el ya citado de Pontevedra y que ya en el siglo XIII tiene un pujante desarrollo.

El gremio de mareantes, que generalmente estaban compuestos por varias Cofradías, aunque había una que preponderaba —como es en el caso de Pontevedra la del “Corpo Santo”— tenían una doble autoridad: de una parte el “Vigairo” que era el que ordenaba las tareas de pesca y regía la cofradía, y de otra la autoridad religiosa. FILGUEIRA VALVERDE (1946) aporta un estudio sobre esta cofradía del “Corpo Santo” con una serie de datos que nos permiten conocer el grado de autoorganización a que habían llegado: Cada familia marinera aportaba un paño de red que unidos formaban un cerco real para la captura de sardinas principalmente. Esta operación estaba dirigida por el “Vigairo”, al igual que el reparto de las capturas entre todas las familias. Estas formas comunales de explotación del mar alcanzaron un grado

de organización muy elevado, dictándose por los componentes del gremio normas ajustadas para una adecuada explotación. Es el ya citado FILGUEIRA VALVERDE (1946) quien nos da un volumen de capturas en la ría de Pontevedra durante el año 1582 del orden de 130 millones de sardinas, todas ellas capturadas con artes de cerco.

Los privilegios concedidos a los gremios y cofradías de mareantes bien por el señor natural, generalmente eclesiástico, bien por el señorío real, comprendían desde la exclusiva de una zona de pesca, hasta la exclusiva de la salazón de las capturas, concediéndole incluso a algunas villas el privilegio de la descarga y venta del pescado capturado por las flotas de otros puertos.

Sin embargo la actividad pesquera, que contribuye de forma muy importante al desarrollo de la vida en las villas maríneas, creándose así núcleos de población desligados del entorno señorial y en función de unos recursos naturales, estaba sometida a los impuestos de los señores de la tierra donde se asentaban sus moradores, cobrados generalmente en forma de parte de la producción. Sobre ello, y como ejemplo, escribe LOPEZ FERREIRO (1895) que había en las tierras de Santiago tres tipos de impuestos que afectaban a las actividades relacionadas con el mar: El “diezmo de mar” para aquellos barcos que comerciaban desde los puertos gallegos con el extranjero, este diezmo que aún siendo en principio exclusivo del señorío real, fue cedido por Fernando IV al Arzobispo a perpetuidad,

desapareciendo el privilegio con la aparición de las aduanas dependientes de la Hacienda Pública en el siglo XIX. El “portazgo”, que era un impuesto sobre la mercancía descargada y que normalmente se pagaba en especie. Y por último los “cambos” o diezmos del pescado, que suponían una parte del pescado capturado por cada barco, y que fueron abolidos por disposición real en 1750 con objeto de fomentar la pesca.

Aunque los documentos sobre la actividad pesquera no son abundantes, por cuanto que esta era iniciativa de pequeños pescadores, RODRIGUEZ GALDO (1976) señala que aparte de la sardina ya citada se pescaban en las costas gallegas merluzas, pulpos, congrios, caballas, besugos, etc. Llegando, según CAAMAÑO BOURCANELL (1964), a tener el puerto del Grove 300 barcos dedicados a la pesca de pulpo con rañas en el siglo XVI.

En la zona norte de Galicia, destacaba entre las pesquerías que se realizaban la de cetáceos, llevada a cabo principalmente en invierno, de noviembre a febrero, en zonas muy próximas a la costa, según nos describe TOBIO FERNANDEZ (1918). Esta pesquería alcanzó su apogeo en los siglos XIV y XV, proporcionando buenos rendimientos, pues aparte de la carne que se salaba, se aprovechaba el aceite o “sain”.

Pero toda esta situación se desarrolla paralela a una serie de hechos sociopolíticos que la condicionan, igual que condicionan el ser de Galicia.

Los hechos del siglo XV, en el que se origina una crisis de la sociedad feudal, que hubiese podido dar paso a una primacía burguesa y a un sistema capitalista, veremos que son determinantes de toda la evolución y configuración de una Galicia posterior, llegando sus efectos hasta hoy.

La primera revuelta Irmandiña (A Irmandade fusquenlla –fusquenllo en gallego tiene algo que ver con enloquecido–) tiene sus orígenes inmediatos en el foro y en el sistema de propiedad de la tierra. Representa pues la crisis de las relaciones jurídicas feudales, que regulaban la posesión de la tierra, lo que equivale a decir, siguiendo el esquema de RODRIGUEZ GALDO (1976) apuntado al principio, la crisis de las relaciones de producción del régimen feudal.

La segunda revuelta Irmandiña, A Grande Irmandade, amplía el contenido de la primera, y reúne a todas las clases sociales contra la clase dominante. Es el símbolo más claro de la crisis del feudalismo y del fin de la Edad Media. El fracaso de esta segunda revuelta, junto con la derrota del bando de la nobleza gallega que apoyaba a la Beltraneja, y la consolidación del estado monárquico absoluto español supone el fracaso de la transición más allá del feudalismo y la muerte política de Galicia cuidadosamente preparada por los Reyes Católicos (BEIRAS, 1972). Y es en este fracaso donde aparte de la doma y castración del Reino de Galicia, ya clásico, se aborta también en mucho tiempo el desarrollo burgués.

Las villas y ciudades, formaciones de población típicas de una sociedad burguesa, vivirán en continua dependencia de la sociedad rural, sin dinámica propia por carecer de la clase social que las define.

Y en esta conversión de la burguesía y aristocracia gallega en servidores del poder central, en soporte de las nuevas instituciones marginadas de Galicia, absteniéndose de los trabajos que a estas clases les correspondieron en la historia moderna de Europa, está uno de los hechos más importantes de la suerte que le tocó a Galicia en el camino de la historia.

Queda pues Galicia convertida a todos los efectos como provincia del Reino de León, se le niega la representación en Cortes, se usa como exportadora de mano de obra, y ya en ella no se va a cerrar el ciclo de reinversión de su excedente.

Carlos V declara libre el ejercicio de la pesca, aboliendo así privilegios de determinadas villas y ciudades sobre zonas del mar costero. Es la época floreciente de los gremios de mareantes que se extendieron por toda la costa. Las villas costeras tenían todas sus barrios pescadores, en los que la dedicación exclusiva al mar hacía coincidir la parroquia con el ámbito de la cofradía.

Sin embargo en los tiempos de los últimos Austrias, en el siglo XVII, declina la fase de apogeo de la pesca, contribuyendo de forma notable las continuas levadas de hombres que iban a servir a los Ejércitos y a la Armada Real. Fueron las guerras de Portugal, Flandes,

Sicilia, destino forzoso de los gallegos y de los excedentes de Galicia. Era la completa “doma y castración”. LABRADA (1804) resume así la situación de Galicia: “Todo el Reino estaba lleno de pobres y mendigos... y nuestra industria, comercio y navegación quedaron reducidos a unos términos lamentables”.

SIGLO XVIII: EL PRIMER INTENTO INDUSTRIAL, LA “BURGUESIA DEL MAR”

Entramos en el XVIII con una Galicia ya oprimida y económicamente desestructurada debido a su aportación a esas “guerras obstinadas y casi ininterrumpidas con casi toda Europa... sin pensar en proteger el comercio ni dar fomento a la industria nacional”, en palabras de LUCAS LABRADA (1804).

Por otra parte persisten unos rasgos comunes en la sociedad gallega derivados de la historia pasada. GARCIA LOMBARDEO (1973) caracteriza la situación económica y social de Galicia durante el siglo XVIII en los siguientes términos:

- 1.— Sistema señorial de posesión de la tierra
- 2.— Aumento de la población durante el siglo, lo que supuso un aumento de la demanda de tierras por falta de oportunidades alternativas en sectores no agrícolas.
- 3.— Subdivisión de la explotación y posible aumento de las tierras no cultivadas hacia tierras de inferior calidad.

4.— Ligeramente aumento de la producción hacia mediados de siglo, seguido de una elevación de los precios de los productos agrícolas.

Pero, entre todo ello, el hecho fundamental siguió siendo el sistema de tenencia de la tierra, cuya propiedad estaba en manos del clero y la nobleza, y de su actitud, así como de la de los señores “medianeros”, que percibían rentas también, hacia el destino de sus ingresos utilizados principalmente en el consumo y la acumulación, y no en la inversión productiva. Mientras tanto la clase agrícola, el 80^o/o de la población activa, vivía al límite de la subsistencia, e inicia como única salida un camino que determinará mucho de lo que es Galicia: La emigración, primero temporal a la siega en Castilla y luego Portugal,...

La pesca se ve también afectada por las razones históricas apuntadas más atrás, añadiéndole a ello la competencia iniciada al comenzar las pesquerías de bacalao en Terranova, de arenque en las costas de Escocia y de ballenas en las de Groenlandia. Estos productos van a ocupar comercios tradicionalmente cubiertos por los productos del mar gallego, cuya explotación estaba seriamente afectada de hombres ocupados en el servicio de la Armada Real.

Tomadas en otros campos de la explotación de los recursos una serie de medidas por el Gobierno central, para contrarrestar los efectos de ese siglo y medio de desatención, estas medidas afectaron también a la pesca y a Galicia. En 1748 se estableció la matrícula del Mar, pero dejemos que sea LUCAS LABRADA (1804)

quien explique los efectos de esta medida: “En efecto se formó la Matrícula, concediéndola el privilegio exclusivo de la pesca, pero no se ha tenido en cuenta que los privilegios solo animan a aquellos que son capaces de aprovecharse de ellos, y esto no podía verificarse en una clase de vasallos que se halla sumergida en la miseria, sin crédito, sin recursos y sin auxilios para hacer las anticipaciones que se necesitaban; sujetos por reglamento a vivir hasta los 60 años expuestos a dejar a cada paso sus domicilios para trasladarse al servicio de los buques de la Armada, sólo se limitaban en lo general a pescar por cuenta de armadores que anticipadamente les compraban, salaban y vendían los frutos de su industria; vendiendo ellos por cuenta propia algunas partidas de pescado fresco, y sin tener otra ocupación ni recurso”.

La escasa burguesía gallega está incapacitada desde situaciones históricas de tiempo atrás, ya descritas, para asumir el papel que le corresponde como clase, y hacer la revolución liberal. OTERO PEDRAYO (1969) considera que en el siglo XVIII, el comercio y el dinero fue estrenado frente a la antigua economía cerrada, quedando por entero en manos de gentes de fuera de Galicia. Procediendo en su mayor parte las iniciativas del capitalismo industrial y comercial de gentes ajenas: Vascos, franceses, holandeses, ingleses, zamoranos, leoneses, catalanes, etc.

Es pues con todos estos condicionantes, cuando a mediados del siglo XVIII surgen graves conflictos pesqueros que van a cambiar el rumbo de nuestra historia económica en el mar.

La llegada de los “fomentadores catalanes” va a originar un trastocamiento del orden económico y social en nuestra costa. El motivo aducido por CORNIDE (1788) para explicar el por qué de la llegada de los catalanes, es intuitivo y primario: “No cabían en su reino”. Sin embargo la complejidad de las razones pasaba por una serie de motivaciones económicas.

ALONSO ALVAREZ (1976), en un trabajo clarificador y sugerente, analiza con más profundidad estos motivos: “En Cataluña los pescadores viven desde el siglo XVI la introducción de nuevos instrumentos de pesca, los artes de pesca al arrastre que conocieron a través de los provenzales. Este sistema de pesca, de corte capitalista, conseguía en un tiempo mínimo una abundancia considerable de capturas, empleando escasa dotación humana y desplazando los métodos tradicionales de pesca de cerco, con lo que las capturas eran menores, ocupaban a gran cantidad de pescadores e invertían un mayor tiempo en las faenas”. A esta causa que incidía en el desempleo y escasez de recursos habría que añadir otra, con motivaciones comerciales: la importación de “peix salat” que hacía Cataluña procedente de Inglaterra. Ese mercado estaba en manos de los ingleses hasta 1738 en que estalla una nueva guerra entre España e Inglaterra. Queda pues, con el alejamiento de Inglaterra, abierto el mercado de “peix salat” en los países mediterráneos. Este mercado es obvio que va a ser determinante del ulterior ejercicio e industrialización de la pesca.

Confluyen pues dos hechos: El excedente de mano de obra, y un mercado importante, para dar paso a la afluencia de catalanes a las costas de Galicia, cubriendo así el mercado mediterráneo con productos de esta procedencia y cerrándose el ciclo comercial con la exportación a Galicia de aguardiente y objetos de consumo como las indianas procedencias de Cataluña.

Hasta aquí una motivación de la llegada de los catalanes a Galicia. Pero es necesario ver ahora qué incidencia tienen en su economía y en su orden social: se da una situación previa en las pesquerías gallegas —la Matrícula de pesca fue causa junto con otras estructurales de la sociedad gallega—, como anteriormente expusimos, de que los pescadores gallegos no pudiesen dedicarse a desarrollar el sector, y se viesen obligados a llevar una vida de subsistencia.

Siguiendo una vez más el ya citado trabajo de ALONSO ALVAREZ (1976), la penetración catalana presenta dos fases diferenciadas: de 1750 a la invasión francesa, el traficante catalán se desplazaba a Galicia por temporadas anuales, allí compraba y manipulaba la pesca salada e introducía vinos y otros productos de su tierra, llevándose los beneficios a Cataluña. A partir de la ocupación francesa, los catalanes se estabilizan en Galicia, e invierten una parte de los beneficios en la mejora y ampliación de las factorías.

Es un hecho constatado el aumento de la producción pesquera y el auge del comercio de la pesca salada, y que siguiendo a ALONSO ALVAREZ (1976)

podría decirse que se debe a la interacción de dos factores:

- Aumento de las capturas por medio de técnicas de características netamente capitalistas.
- Aumento de la producción de pescado salado por medio de unas técnicas conserveras más racionales.
- Introducción de una nueva organización del trabajo: Trabajo “familiar” en la pesca, y trabajo asalariado en la conserva.

Pero conviene explicar cuales son las características de cada uno de estos factores y como entran en contradicción con lo establecido en Galicia.

Los cercos, artes tradicionalmente empleados en las costas gallegas, se largaban en zonas donde se suponía que había pesca, dejándolos allí fijos y realizando la captura por enmalle. Los artes de pesca introducidos por los catalanes, son redes **barrederas** en forma de saco, con dos alas en la parte anterior, que van recogiendo los peces que se encuentran en las zonas rastreadas. Su incidencia en las poblaciones de peces se da a través de un mayor índice de capturas, de que la composición en tallas alcanza a individuos más jóvenes en función de las aberturas de las mallas del copo, y en otro orden de cosas pueden rastrear el fondo removiéndolo. Este tipo de pesca, en el orden estrictamente tecnológico y económico, supone un adelanto por cuanto conlleva unas capturas notablemente más altas y con unos costes económicos

menores (menor empleo de mano de obra). SAÑEZ REGUART (1975) nos da los siguientes datos:

TIPO DE PESCA	BARCOS	HOMBRES	REDES	SARDINAS(x10 ³)
A la traíña	470	2.430	3.049	69.777
Con xábega	105	508	32	26.600

Lo que implica que con una “rede de xábega” se conseguían al año unas 36 veces más capturas que con una de “traíña”.

El problema planteado es pues de por qué los gallegos no adoptaron este sistema de pesca. Frente a una serie de alegaciones de orden biológico y social, hechas por los hombres de la Ilustración, y por los propios pescadores, es necesario plantearse la causalidad económica de esta no asunción, y esta es manifiesta si tenemos en cuenta cual era el tipo de economía y la estructura de clases que imperaba en la costa gallega. Anteriormente definimos que la actividad pesquera había quedado reducida a una economía de subsistencia, y de ese tipo de economía no se derivan excedentes económicos que permitan acúmulo de capital con posibilidades de reinversión. Si a esto añadimos el coste de una “xábega”, calculado por SAÑEZ REGUART (1795) en 14.000 reales, vemos la imposibilidad de que este tipo de técnicas fuesen desarrolladas por los pescadores gallegos, dejando a un lado lo ajustado o no de las razones biológicas que se esgrimían en las sucesivas alegaciones contra el uso de la “xábega”.

Los otros dos aspectos apuntados por ALONSO ALVAREZ (1976): Nuevas técnicas conserveras y nueva organización social del trabajo, van a ser factores determinantes en esa acumulación de excedente por parte de los catalanes, así como en las luchas sociales y en la alteración de la estructura económica del Antiguo Régimen.

Dos características sobresalen en la adopción de nuevas técnicas conserveras: a través del **prensado** evitar que el exceso de grasa de la sardina, preparada por el método tradicional gallego, llevara a su pérdida en el transporte a los mercados y a climas más cálidos que los gallegos; a la par que se obtenía un producto derivado, la grasa, en mucha mayor cantidad, y de comercialización aparte. Y, en otro orden de cosas, el bajo coste de los productos que les permitían competir ventajosamente en los mercados.

La nueva organización social del trabajo permite obtener mayores rendimientos de la “fuerza de trabajo”. Los fomentadores catalanes establecieron dos sistemas, el clásico del modo de producción capitalista con la figura del trabajador asalariado, de escasa importancia en la estructura social, pero que presenta la característica histórica de ser el comienzo de un particular proletariado, que sólo se dió en la industria salazonera. Y en el sistema extractivo, otro también ya clásico, en el que se pagaba la mercancía para después el empresario comercializarla. Este tipo presentaba dos variantes: o bien los fomentadores daban préstamos en dinero o aparejo y barcos a los pescadores, comprando

luego el producto conseguido, o compraban el producto obtenido por los métodos tradicionales de pesca. En ambos casos el empresario era siempre el receptor del producto, puesto que era el único con posibilidades de manipularlo y comercializarlo.

Lo que trasciende a la historia del XVIII es que en nuestros días sigue dándose este sistema de organización social del trabajo, fundamentalmente en ese sector ribereño de mariscadores y bajura. Analizaremos sus consecuencias más adelante.

La implantación de estos nuevos modos de producción y comercialización no fueron introducidos en Galicia sin gran oposición. Ciertamente es que la sociedad gallega se veía afectada en sus intereses, y de cierto que los hechos tocaban a todo el mundo.

Afectaba en primer lugar al alto clero y a la nobleza jurisdiccional, por cuanto recibían los impuestos derivados del régimen de posesión de la tierra y de los derechos sobre la pesca. La nobleza burocrática, coincidente en muchos casos con la jurisdiccional, se verá afectada por cuanto el nuevo modo de producción supone un cuestionamiento de las estructuras sociales del Antiguo Régimen.

La escasísima burguesía comercial, detentadora hasta entonces del monopolio de los productos derivados de la pesca va a sufrir una fuerte competencia. También la pequeña nobleza feudal (regidora de las administraciones locales) y el bajo clero, van a sufrir una merma en sus ingresos en fuerte dependencia de los impuestos del mar.

Y por fin los mareantes, que sometidos a una profunda crisis desde el establecimiento de la Matrícula del mar, no serán capaces de competir con los nuevos sistemas introducidos por los catalanes, cayendo poco a poco en su órbita, bien pescando para los fomentadores, o convirtiéndose en sus asalariados, dando origen a ese incipiente proletariado industrial del que antes hablábamos.

Alrededor de todos estos intereses surgen una serie de conflictos sociales en orden a defenderlos. El conflicto se plantea en sus comienzos en dos grandes bloques: los grupos afectados, señalados anteriormente, por una parte, y los catalanes, junto con esa pequeña formación de obreros asalariado, en otra.

Los mareantes centran en el uso de la “xábega” la causa de todos sus males, por cuanto consideraban que exterminaba la pesca. Pero esta idea, fomentada por las clases dirigentes por convenir a sus intereses no se ajusta en todo a los hechos: los artes no son buenos o malos en su naturaleza, esta categorización no es sino una función de los objetivos a conseguir y de la situación de las poblaciones de seres que se quieren explotar. Sin embargo es fácil imaginar que el origen de la situación de los mareantes no estuviera tanto en la “xábega” como en la existencia de una legislación gremial que iba en su contra.

El conflicto de los otros grupos sociales con los fomentadores se origina por cuanto que estos,

contrarios a las leyes económicas que regían en el Antiguo Régimen, iban directamente contra los intereses inmediatos, negándose por ejemplo a pagar los impuestos y diezmos que pesaban sobre los productos del mar, o contra el propio sistema alterando su ideología y su estructura con las nuevas relaciones y modo de producción.

Los conflictos presentan una doble cara: las revueltas populares de los mareantes, iniciadoras de una serie de luchas en las costas gallegas, con quemas de fábricas, barcos y artes, y la respuesta de las clases dirigentes que usaron de todos los recursos legales a su alcance, y más allá, para defenderse de los fomentadores catalanes, y mantener el orden establecido.

LOS COMIENZOS DE LA CIENCIA DEL MAR. TAMBIEN EN EL SIGLO XVIII

Y la ciencia, que sigue a los desarrollos de las formaciones sociales y económicas, va a empezar en los mares gallegos. Pero no nos engañemos, no depende de la vocación o de la figura genial, ellas pueden ser necesarias, sobre todo **podieron ser** necesarias para que el trabajo científico se desarrollase, pero no se hubiese llegado a culminar un trabajo sistemático si al menos una parte de la formación social en que estaban insertas no los hubiese apoyado.

La ciencia en general, hasta el siglo XVIII en Galicia, estuvo en manos de los monasterios y de los señores eclesiásticos. Su desarrollo estaba bastante desligado de las actividades productivas, por lo que lo referente al mar —sentido biológico, que otra cosa en la navegación— no tuvo ningún avance continuado. Se desconoce hasta entonces, aquí, la existencia de estudiosos dedicados a estos temas. Pero el pueblo trabaja, y observa el medio en que lo hace. Estas observaciones, estos conocimientos populares sí están recogidos, sí fueron aprovechados, sí tuvieron incidencia en la explotación de los recursos marinos: Los reglamentos de los Gremios de Mareantes, ya desde el siglo XIII, comprendían toda una serie de normas que dirigían la explotación del mar. Y son los pescadores quienes —equivocados o no— dan la voz de alarma y entran en la revuelta contra unos artes que consideraban perjudiciales para los recursos y por tanto para sus intereses. Los Ilustrados, el análisis sistemático, los tratados científicos, vienen después —apoyándose en el conocimiento popular— exigencia de los intereses de la clase dirigente que los ve en peligro.

DIAZ FIERROS (1976) caracteriza la Ciencia de la Ilustración por la introducción de una nueva metodología científica: surge la polémica entre una ciencia especulativa y erudita, y una ciencia basada en la observación y en la experiencia.

El embrión de la biología marina desarrollada en aquel entonces, es indudable que se inclina por la

segunda metodología, uniendo a esta una característica común a los Ilustrados: su saber enciclopedista. El planteamiento, análisis y alternativas de los problemas se enfocan siempre en una vertiente económica. Cornide, Sarmiento, Larruga, Somoza de Monsorú, Lucas Labrada son hombres de la Ilustración que van a tocar los problemas planteados en el mar de aquella época. Pero su actitud, aparte de no ser aislada, presenta un denominador común: Son las instituciones de las clases dirigentes —a las que también ellos pertenecían— las que van a ayudarlos y a potenciar el desarrollo de su trabajo. La creación de la Sociedad Económica Compostelana de Amigos del País, como iniciativa de los notables de Galicia va a jugar un papel importante en el avance científico y también en el conflicto “marinero”. En 1786 esta sociedad tenía 404 socios y su peso en el desarrollo y economía de Galicia iba en aumento. El Consulado del Mar de La Coruña, aunque de carácter oficial, se suma al tipo de iniciativas de las Sociedades Económicas. Estos organismos jugaron un papel importante en la defensa de los intereses y de un orden establecido favorable a las clases dominantes.

Acudiendo una vez más a ALONSO ALVAREZ (1976) se puede clarificar el papel de los Ilustrados: “es necesario insistir en el papel de subordinación ideológica de los hombres de la Ilustración gallega a las clases dominantes, ..., que, salvo en contadísimos casos, no denuncian causas y motivos del atraso económico y social que propiciaba este atraso; ven la necesidad de promover el desarrollo de las fuerzas

productivas sin alterar las relaciones de producción”. Esta tesis de ALONSO ALVAREZ (1976), se contrapone con la de BEIRAS (1972), para el cual los Ilustrados más que ideólogos del Antiguo Régimen, fueron pioneros de la economía política burguesa.

Ciñéndonos a la aportación científica de CORNIDE, aparte de sus informes sobre la pesca, el uso de la “xábega”, y todos los problemas del momento relacionados con esta actividad, destaca su Historia (1787) en la que se hace una sistematización de los peces de las costas gallegas adaptadas a la clasificación de Artedi-Linneo, aunque cambiando la sistemática original para que en ella las especies más abundantes —con mentalidad práctica de Ilustrado— puedan aparecer con mayor relevancia de la que les corresponde en la clasificación natural.

Las aportaciones de los restantes Ilustrados tocan más los problemas de explotación y regulación de las pesquerías, así como sus implicaciones económicas y sociales, que los aspectos estrictamente naturalistas.

EL FIN DE LAS LUCHAS EN LA COSTA. LA INTEGRACION DE LOS “CATALANES”

Con esta incipiente ciencia del mar que apoya a unas clases dirigentes que la permiten y potencian, vamos a retomar el hilo de los sucesos económicos y sociales que determinan —en numerosas facetas— la actual situación de nuestra pesca.

Las luchas en las que se debatía la costa gallega —un nuevo modo de producción que para las clases privilegiadas cuestionaba la estabilidad social y económica del Antiguo Régimen, y para la mayoría del pueblo ponía en peligro su subsistencia— se prolongarían durante un largo período, hasta que llega en palabras de ALONSO ALVAREZ (1976) “El pacto de una burguesía... que prefiere aceptar las normas del juego de la nobleza y del alto clero”. Iniciando luego de la guerra de la Independencia contra los franceses, y ya en el siglo XIX, la segunda etapa de la industrialización del sector, pero en franca convivencia con las clases privilegiadas autóctonas.

La implantación de la nueva economía, es decir el proceso de implantación capitalista, fracasa. La mayor parte de las factorías dan en quiebra ya entrado el siglo XIX. Solo unos pocos sobreviven a la crisis, y serán estos los que comiencen una nueva etapa de industrialización del sector, sin que el nuevo modo de producción afecte a la estructura económica de Galicia, que seguirá en el subdesarrollo hasta los tiempos actuales. Y no sólo sigue Galicia en el subdesarrollo, sino que la actitud que toma esta “burguesía del mar” —importada y asentada en Galicia— determinará los especiales y diferentes sistemas de explotación del mar en nuestros días.

La segunda etapa del avance industrializador se centrará en el procesado de los productos del mar: La importación de la técnica Appert —experimentada ya en Francia— para la conservación de productos

naturales, va a ser el avance tecnológico que caracterice las nuevas factorías. Según MASSO (1967) en 1861 se abre la de Curbera Hnos., en 1879 la fábrica de Goday en la Isla de Arousa, y en 1883 la de Massó en Bueu. La sociedad de la Galicia marítima dejó de ser conflictiva a nivel de privilegiados, y la burguesía catalana se situó ya definitivamente al lado de las clases dominantes autóctonas en la cúspide de la pirámide social (ALONSO ALVAREZ, 1976).

Y la transformación, las cuñas que entraron en la estructura del mar gallego, quedan dibujadas en los siguientes trazos:

El hombre, agrupado antes gremialmente, pasa a configurar —en una escasa parte— un incipiente proletariado industrial. La otra gran parte se mantiene en una vida de subsistencia, dentro de una economía del mismo tipo, en directa dependencia de esa burguesía industrial balbuciente a través de la compra del producto pescado, y contribuyendo **directamente** a sostener a la nobleza y al alto clero...

La tecnología extractiva se configura ya como ajustada a un sistema capitalista por el elevado coste que implica, la efectividad en la captura y al menor empleo de mano de obra, aún coexistiendo —y hoy sigue haciéndolo— con esa tecnología artesanal, de explotación comunal, poco desarrollada.

También la tecnología de conservación del producto se adentra en el sistema capitalista: permite manipular y preparar grandes cantidades, extrae

grandes rendimientos de productos derivados y opera con unos medios de producción cuyo coste solo permite su financiación por un determinado grupo social.

A su vez el mercado de “peixe” alcanza cotas desconocidas, los productos gallegos compiten con los de otras procedencias y les ganan la plaza. Su desarrollo permite por un largo período el avance económico de los fomentadores de las costas gallegas. En algunos casos no sólo les permite sobrevivir a la crisis, sino que alcanza a formar un acúmulo de capital suficiente como para que esa pequeña parte de fomentadores se transforme en burguesía industrial, dando origen a las primeras formaciones capitalistas de nuestras costas (ría de Vigo, de Arousa,...).

El orden social y económico, luego de una serie de continuadas luchas entre las distintas clases y grupos, se estabiliza en un pacto entre las dos formaciones privilegiadas —en otro momento antagónicas—: las clases dirigentes del Antiguo Régimen y la “Burguesía del mar”. industrial y además, pero siempre en minoría. Esta estabilización aún con pequeños enclaves de tipo capitalista, mantiene y repite los esquemas del orden establecido sin revolución burguesa. Es un paso más que configura esa sociedad dual, económicamente dependiente —colonialismo en el sentido de ROBERT LAFONT (1971)— que es hoy Galicia y —no nos engañemos con apariencias— el mar de Galicia.

LA SEGUNDA ETAPA DE LA INDUSTRIALIZACION: PASADO EL 1850

La máquina de vapor, adaptada por R. Fulton a la navegación será el nuevo eje del proceso industrializador. La innovación tecnológica la asume en primer lugar esa recién formada “burguesía del mar”, parte ya de las clases dirigentes.

En 1888 comienzan a armarse en Vigo los primeros barcos con máquinas de vapor importadas; sin embargo se mantienen —y llegarán hasta nuestros días— los viejos métodos: faluchos, traineras, dornas, lanchas de ruedas y vela cuadrada. Se trabaja con ceitos, palangres, volantas, trasmallos... En buena parte el sector continúa con la misma estructura económica aunque poco a poco se diversifique en esas dos caras que tiene en nuestros días.

La autonomía, la rapidez en el desplazamiento, el aumento del tamaño de los barcos, son características que le confiere la máquina de vapor y que posibilitan un nuevo desarrollo del sector pesquero gallego.

Los artes se desarrollan conforme a una tecnología más avanzada en facilidad de maniobra, en mayor capacidad de capturas y en explotación de recursos hasta entonces poco accesibles. Es la época en que se introduce el cerco de jareta y el aparejo de arrastre por tracción bilateral (pareja). Más adelante se dará un nuevo impulso al arrastre con la aparición de los divergentes o “puertas”, que posibilitarán el arrastre desde un solo barco: serán los “trawlers”.

Todo esto influye en el mercado de la pesca. Ya no es solo la sardina el principal componente del suministro de los puertos gallegos, el desarrollo de la pesca de arrastre introduce una serie de especies hasta entonces no comercializadas; se inicia el consumo de pescado fresco en medio de grandes dificultades económicas por carecer de una infraestructura y de un mercado con capacidad de absorción de la producción.

La llegada a estos primeros barcos de vapor procedentes del Mediterráneo, levantó a las gentes marineras contra los nuevos métodos que suponían una explotación intensiva de los fondos de pesca. La polémica entre los artes de arrastre y los llamados artes nobles —palangres y volantas— continúa en nuestros días y unos y otros se acusan mutuamente de la responsabilidad del deterioro de las poblaciones de merluza de nuestras costas.

PAZ ANDRADE (1958) consigna el armamento del “1º de Bouzas” como barco iniciador de la flota de parejas más importantes del Atlántico. Y considera el desarrollo de esta flota como procedente de la “movilización del ahorro popular estrictamente”. Sin embargo, y dadas las características de los nuevos medios de producción pesqueros, de elevado coste, y más para un país en el que las clases populares se desenvolvían en una estricta economía de subsistencia, parece más factible que el capital invertido procediera en gran parte, sino en su totalidad, de esa burguesía que había comenzado a surgir en el siglo pasado durante la primera etapa industrializadora.

Lo que si es cierto es que la estrechez de la plataforma continental gallega, y el gran desarrollo alcanzado por esta flota, impuso un proceso de expansión. PAZ ANDRADE (1970) centra en los años veinte y treinta el inicio de esa expansión: la flota de arrastre alcanza los caladeros de Portugal, Canarias, Marruecos, etc, y por otra parte los bancos de Escocia, Irlanda y en general el Mar Céltico. También es en esta época cuando el “Melitón D. Dominguez” inicia la pesquería de bacalao en Terranova.

El resumen del primer tercio del siglo XX es el desarrollo y consolidación de la flota arrastrera y su expansión a los caladeros de altura. La inversión de capital se hizo cada vez mayor, y una parte del sector pesquero comenzó a desarrollarse conforme a los principios de la empresa industrial. De todas formas todos estos avances tecnológicos no fueron capaces de romper los modelos de explotación tradicionales, y cambiar las viejas unidades de producción. Las características gremialistas que presentaban estas empresas de pesca de altura, venían en buena medida determinadas por la autofinanciación de las embarcaciones, aunque luego de la primera Guerra Mundial las leyes favoreciesen a las embarcaciones de más de 10 TRB, y se hubiese primado a la compra de barcos de elevado tonelaje que participaron en la contienda.

Paralelamente, en este período (1914) se estructura el primer centro de investigación marina en España, aunque a Galicia no llegue la instalación del

primer laboratorio hasta 1932. Bajo la dirección de ODON DE BUEN se crea el Instituto Español de Oceanografía, con él se conforma la primera infraestructura de investigación del mar, y aún cuando en principio abordó el estudio desde posiciones académicas y clásicas acordes con los tiempos en que se desenvolvía, poco a poco fué introduciéndose en los aspectos extractivos del mar.

Así en 1920 por el Decreto en el que se incluía el I.E.O. en los presupuestos generales se señalaba “la conveniencia de emprender el estudio científico de los mares, con el fin de que los resultados conseguidos sirvieran de base para la explotación pesquera (...). No solamente debería el Instituto dedicar su actividad al cultivo de la ciencia pura, sino que debería preocuparse de todas las aplicaciones prácticas que permitieran aumentar la prosperidad nacional y que son objeto de una especial atención por parte de los principales países marítimos”. (ANONIMO, 1932).

Con la creación de la Subsecretaría de la Marina Civil por una ley de las Cortes de la República española, del año 1932, se reestructura de nuevo el I.E.O. en cuatro departamentos: Oceanografía general con especial dedicación a la pesca; de Química industrial, asimilable a una tecnología de los productos pesqueros; de Biología, que comprende desde la biología de las especies hasta sus aspectos ecológicos y de cultivo; y por fin otro departamento de Comercio y Técnicas de Pesca sobre tecnología extractiva y comercialización. Este mismo decreto regula la

creación de un nuevo laboratorio en Vigo, al que se le asigna la misión específica de investigación pesquera. Con esta nueva estructura poco es el tiempo que le queda para desarrollar sus trabajos bajo ella, la guerra civil va —al igual que en otros aspectos de la vida española— a trastocar los objetivos.

LA ETAPA AUTARQUICA. LOS INICIOS DEL CAPITALISMO: YA EN 1939

El alzamiento del General Franco, la guerra del 36—39, la ideología triunfadora y el contenido de clase del régimen instaurado, van a marcar una profunda línea divisoria en el desarrollo de las pesquerías estatales y gallegas, así como en las nuevas etapas de la historia económica y social.

Si hasta entonces el desarrollo de la pesca se debió a la inversión de capital privado, a partir de aquí el crédito estatal va a jugar un papel determinante en la nueva industria pesquera. Y la dirección de ese crédito va a potenciar casi en exclusiva la actividad más industrial.

El mar se presenta para el nuevo régimen como solución, al menos parcial, de la escasez de alimentos de la posguerra. Si a esto añadimos la necesidad de desarrollar la industria de construcción naval, y con ella todas las de suministro, así como premiar a los armadores que pusieron sus barcos al servicio del bando del General Franco, tal vez tengamos una serie

de claves para comprender el ulterior desarrollo de una parte de la “política pesquera” de esos primeros tiempos.

La política autárquica desarrollada en una primera larga etapa por el nuevo régimen, conlleva una política proteccionista para la industria estatal. Y fruto de esta política es la prohibición de importación de nuevas unidades pesqueras. De ahí que, y luego de los efectos de la guerra sobre la flota pesquera, según GONZALEZ LAXE (1977) hasta 1954 no se alcanzarán los niveles de flota de 1919.

Con la promulgación de las leyes del 2-6-39 de crédito naval y del 24-10-39 de Protección y fomento de la industria nacional, se asegura —coherentemente con las directrices del régimen, expuestas anteriormente— el desarrollo de la industria privada y se prima la construcción de embarcaciones de más de 200 TRB.

Estas bases de política crediticia y de apoyo a la empresa de tipo industrial, provocan la expansión hacia nuevos caladeros, saliendo en el año 1949 la pareja Rande-Rodeira hacia los bancos de Terranova para la explotación del bacalao. En estos tiempos se incorporan poco a poco nuevos elementos que contribuyen a la simplificación del trabajo a bordo y de una mayor efectividad en las capturas: carburante líquido, detectores de pesca, ecosondas, radar,...

La parte más industrial del sector pesquero se desarrolla en todo este tiempo con una gran

rentabilidad económica, con sus orígenes no solo en lo saneado de las capturas y precios de venta, sino de forma muy primordial en esa política proteccionista que el Estado pone a su servicio. Pero es en esta política falta de planificación, de objetivos, de conocimiento de la realidad, y con un fuerte sometimiento a los intereses inmediatos de los armadores donde se encuentran los orígenes de esta crisis sin sentido a la que hoy estamos sometidos.

La gran flota de parejas bacaladeras de los bancos de Terranova y Labrador, la de bous y parejas de las aguas de la Comunidad Económica Europea, de la más que sobrada flota de arrastre de nuestra plataforma, son una muestra del desarrollo alcanzado por la flota arrastrera, propiedad de la pequeña y mediana empresa con algún pequeño atisbo antes de los años 60 de gran empresa industrial por lo que toca a la flota bacaladera. Es indudable que este auge es una función directa de la dirección del crédito oficial que, —aún desconociendo el volumen oficial de crédito logrado por las pesquerías gallegas a través de sus dos fuentes de procedencia: Instituto de Crédito para la Reconstrucción Nacional y Caja Central de Crédito Marítimo Pesquero del Instituto Social de la Marina— implicó la puesta a flote de grandes y numerosos arrastreros. Según el trabajo de DOMINGO QUIROGA (1961), es bastante probable además que las cifras de crédito basculen de forma voluminosa en Galicia respecto de los cascos de hierro sobre los de madera, y respecto de los artes de arrastre sobre los de cualquier otro arte.

Y a lo que parece, la situación de la pesca de arrastre, y mucho menos la del desarrollo racional de la pesca gallega justifican, según el dictamen del mismo DOMINGO QUIROGA (1961), la dirección de los créditos: “La situación económica general de la pesca de arrastre en Galicia, con las excepciones de rigor, no resulta precaria. Contribuyen a ello el alto tributo que paga el consumidor en forma de altos precios y el contribuyente soportando la presión fiscal que nutre las fuentes de crédito barato de que parte de esa flota se ha venido sirviendo. De estos créditos baratos se ha beneficiado más la pesca de arrastre de altura que la bajura (...). Estos mismos créditos han afluído más al armador ya en desarrollo que a quienes, gracias a los mismos, pudieron haberse transformado en artesanos propietarios de las embarcaciones”.

La bajura, sin una planificación de la política pesquera, y unos mecanismos crediticios que le quedaban lejos tanto de su mundo cultural como de influencias y privilegios, quedó relegada a los esquemas clásicos de economía de subsistencia, denominada por unos procesos de comercialización —que presentan un paralelismo con la relación de producción del “trabajo doméstico” introducido por los fomentadores catalanes en el siglo XVIII— en los que entraron y entran las industrias transformadoras.

Sin embargo el relativo desarrollo de la pesca de bajura que se da en estos años, tiene unas bases económicas muy diferentes de esa pesca industrial y semiindustrial. La financiación se aleja del crédito

oficial y acude, como expone DOMINGO QUIROGA (1961) para el caso de los pescadores de Camelle en relación a los labradores de Traba, a préstamos de gentes e instituciones privadas más próximas que les confieren un crédito más ágil, aunque más oneroso.

De cualquier forma se desarrolla una competencia ya de lejos entre las artes barrederas —que a partir de 1956 comienzan a usar “bolos” que les permiten trabajar en zonas antes solo accesibles a los artes de bajura— y estos artes de bajura que capturan especies de fondo. La existencia por otra parte de unos circuitos comerciales que en nada favorecen al sector extractivo, y menos al de bajura, no es óbice para que los rendimientos económicos sean compensatorios en función de la calidad del producto y del mercado de “lujo” al que van dirigidos.

La estructuración de las dependencias administrativas de la pesca, a partir de 1939, con la desaparición de la Secretaría de la Marina Civil, y la creación de la Subsecretaría de la Marina Mercante, integrada primeramente en el Ministerio de Marina, así como el exilio al que se vieron forzados gran número de españoles y entre ellos una parte importante de los científicos del I.E.O., junto con la situación de penuria económica del país —sin excedente económico para invertir en investigación— dejaron a partir de 1939 un I.E.O. y con él toda la investigación marina, totalmente desestructurado. La labor investigadora se redujo hasta casi desaparecer, y la burocratización —general en el Estado— hizo presa en esta área.

Junto con todo lo anterior, la incomprensión y el desconocimiento por parte de la Administración de la necesidad de una investigación marina como punto de arranque de una política pesquera, llevó a ésta al ostracismo y a la elaboración del “informe” burocrático, siempre favorable y nunca comprometido, en el que con una pirueta de adivinanza se intentaba responder a la idea del alto cargo que lo solicitaba. A todo esto añadamos la escasa dotación que impidió el desarrollo de algunas individualidades científicas para que pudiesen avanzar en sus campos de trabajo, condenándolas a veces a un pluriempleo para subsistir.

Surge, sin embargo, dentro de una concepción de la ciencia —como bien demuestran los objetivos y fines que se le asignan en su ley fundacional— totalmente ideologizada a su imagen y semejanza por el nuevo Régimen, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Y es a partir de 1949, una vez más de un medio universitario al igual que el I.E.O. en 1914, desde donde se articulará un nuevo centro de investigación marina. La Cátedra de Zoología de la Universidad de Barcelona, con el Dr. García del Cid como titular, será el germen de este nuevo centro.

En sus comienzos como Sección de Biología Marina del Instituto de Biología Aplicada, y a partir de 1951 como Instituto de Investigaciones Pesqueras comienza la existencia del segundo centro de Investigación marina del Estado. En Galicia aparecerá

en 1951 otra vez en la ciudad de Vigo, respondiendo a la importancia que este puerto presentaba en la economía pesquera.

El trabajo fuertemente vocacional de los componentes de este Instituto, aún sin infraestructura adecuada, comienza a dar sus frutos en orden al conocimiento del medio marino. Así mismo el estilo académico del nuevo centro permite ir delimitando una serie de conocimientos y la apertura de nuevas áreas de trabajo. Pero como ya expusimos anteriormente su desarrollo sigue condicionado en igual medida que en el caso del I.E.O. por la no existencia de unas bases de política pesquera, y mucho menos de política de los recursos marinos, que tengan como eje principal de ésta la investigación y el medio natural sobre el que va a incidir.

De otra parte el alejamiento del I.I.P., orgánicamente, de la estructura rectora de la pesca, va a dejarlo durante un largo período constreñido a una labor de investigación en su mayor parte desarticulada del medio económico al que hace referencia. Casos evidentemente aislados, no son índice suficiente como para creer en una interrelación básica de investigación—política pesquera.

A todo lo anterior es necesario añadir la competitividad e incomprensión entre los dos organismos de investigación (I.E.O. —I.I.P.), que como señala GAUR (1970): “El distinto origen y trayectoria histórica tanto técnica como administrativa de ambos

Institutos, sus relaciones de dependencia y subordinación, aunque no formal muy real a unos grupos u otros, la defensa de ciertos intereses ya adquiridos y prácticamente consolidados, las posibles incompatibilidades de determinados aspectos de ambas entidades, y en fin todas las dificultades que de hecho existen no deben impedir esta unificación de esfuerzos”, son una constante a lo largo de los años pasados.

Resumir en pocas líneas la historia económica y científica de la Galicia mariñeira en ese período autárquico de veinte largos años (1939–1959) no puede ir desligado de toda una situación general política que la determinó.

Llegamos a esta época con una polarización todavía mayor en las dos realidades que se comenzaron a conformar a mediados del siglo XVIII. La pesca industrial, necesitada de gran inversión de capital, sigue ganando terreno a la artesanal y familiar. De todas formas la gran explosión industrial todavía está por venir y necesitará de otras condiciones para desarrollarse.

Desde un apoyo estatalizado, en el que una cosa era el preámbulo justificante —obtención de proteínas y desarrollo de la industria— y otra el resultado real: privilegios, enriquecimiento, control del sector y mínimo riesgo para el capital privado, la Galicia mariñeira predeterminada por su pasado histórico, sigue dos líneas de desarrollo paralelas: La estructura

industrial que poco a poco incorpora avances tecnológicos, desarrolla una flota considerable, controla los mercados y se fundamenta en el apoyo estatal de fondos públicos en condiciones muy favorables para su desarrollo. De otra parte la Galicia litoral, artesanal y comunal, descapitalizada, aún con avances se mantiene en condiciones de subsistencia. Lo que desarrolla lo hace a expensas del crédito privado y en una escasa parte del estatal, se inclina a una tecnología no evolucionada pero acorde con sus posibilidades de inversión. Mantiene en buena medida unas relaciones de producción artesanales y se ve a cada paso más sometida a la presión y dominio de un mercado que no controla y que se mantiene en manos de la industria de transformación o de ese —cada vez más potente— “trust” de exportadores, vendedores e intermediarios que van convirtiéndose en el “empresariado” (entre comillas y subrayado) de nuestra extracción de recursos litorales. Ese “empresariado” típico de unas sociedades en las que coexisten —con todas las salvedades, puntualizaciones y reticencias— dos modos de producción: formaciones precapitalistas en un modo global capitalista.

Por lo que toca a la investigación, el panorama —dentro de la precariedad de medios y la no incorporación y casi nada más que una presencia anecdótica, en la política de recursos marinos—, se bifurca: Un organismo desestructurado y la creación de otro nuevo que necesitará aún más tiempo y más medios para alcanzar la madurez. Se sientan además

con esto las bases para una duplicación de funciones y una competitividad que en un tiempo más próximo serán una característica escasamente positiva de la investigación marina.

EL MODELO DE CRECIMIENTO CAPITALISTA: 1961

El Plan de Estabilización económica de 1959 que conlleva el abandono de la política autárquica seguida hasta entonces, y la puesta en marcha de los Planes de Desarrollo, todo ello coincidente o fruto de la llegada de los “tecnócratas” al Gobierno y a su a cada paso más clara ascensión en las estructuras del poder, llevará al sector pesquero a un mayor desarrollo —luego veremos sus características de desequilibrio— y sin unas bases o con ellas totalmente erróneas de política pesquera, como guste el lector.

En el orden tecnológico la innovación—guía es la incorporación de la congelación a bordo. Esto unido a la autonomía de desplazamiento y a la capacidad de las nuevas unidades, junto con el descubrimiento de nuevos caladeros ricos en merluza, va a determinar en gran medida el desarrollo tan particular del sector. Según PAZ ANDRADE (1970) en el segundo semestre de 1961 dos buques gallegos inician un nuevo tipo de pesquería ya totalmente ajustado a las características de gran empresa: Son el “Lemos” y el “Andrade”, uno en los caladeros de Sudamérica y otro en los de Sudáfrica. Los excelentes resultados de estas dos

expediciones pudieron probablemente contribuir a la promulgación en 23 de diciembre de 1961 de la Ley de Protección y Renovación de la flota pesquera.

El objetivo escrito de esta ley era: “modernizar nuevos buques y asegurar un nivel más adecuado de consumo de pescado por habitante” (GONZALEZ LAXE, 1977). Pero del dicho al hecho, también en este caso va un buen trecho, y de este objetivo escrito la ley pasa a convertirse en un instrumento en manos del sector de la construcción naval, y en las del capital que va a poder, gracias a ella y a otras medidas complementarias, desarrollar de forma asombrosa la pesca industrial.

La ley era todo un conjunto de ventajas y sin casi contrapartida negativa para quien solicitaba los créditos, y prueba de ello puede dárnosla este párrafo de DOMINGO QUIROGA (1968): “El artículo 12 de la Ley 147/1961, que tan obligados nos vemos a citar, expresa taxativamente: “La garantía de estos préstamos estará constituida por la primera hipoteca sobre el buque para cuya financiación se solicite el préstamo”. Por tanto, al conceder el Estado préstamos y ayudas indirectas que en gran parte constituyen el 80^o/o del valor presupuestado del buque, será la Administración quien peche con la casi totalidad de los riesgos que estas operaciones suponen”. Este párrafo creemos que es suficientemente elocuente sobre los “riesgos” a que estaba sometido el sector.

Pues consecuencia de todo ello fue el particular desarrollo de la pesca en los últimos años: De 1961 a 1969 la flota creció en 230.000 TRB, es decir cuatro veces y media al incremento previsto para dichos años, mientras que los programas de renovación de flota solo se cumplieron en un 49^o/o.

De estas 230.000 TRB de crecimiento, 100.000 TRB corresponden a flota congeladora, 30.000 a flota bacaladera, y el resto, es decir 100.000 TRB, a barcos de tonelaje comprendido entre las 100 y las 250 TRB, que podemos considerar en buena medida pertenecientes a la modalidad de pesca de altura. Como contrapartida tenemos que el volumen de flota formado por embarcaciones de menos de 100 TRB (flota artesanal y familiar) ha permanecido prácticamente estable en esos 10 años, o disminuyó ligeramente. Estos datos de GAUR (1970) son significativos de la primacía desmesurada —y no solo desde el punto de vista social, sino también del de la pesquería en su conjunto— que se le dió a los barcos de mayor tonelaje, es decir aquellos que pertenecen por características a los modos de producción capitalistas.

Lo expuesto para esos diez años, lógicamente no varió para los años posteriores puesto que no hubo ningún cambio sustancial en los principios que rigen la política pesquera. El III Plan de Desarrollo siguió la misma tónica. Según GONZALEZ LAXE (1977) de los barcos construidos en ese período, de más de 100 TRB, lo hicieron acogiéndose al crédito oficial el 74,7^o/o; mientras que los menores de 100 TRB (flotas

de carácter en su mayor parte artesanal y familiar) solo se ampararon en el crédito oficial el 25^o/o de los construidos.

A la vista de los anterior, es evidente la dirección de la política crediticia en el sector, por otra parte único rasgo que caracterizó a la “política pesquera” en todos esos años. Esta discriminación fué la que según GONZALEZ LAXE (1977) llevaría al afianzamiento de los grupos de poder capitalista. De esta forma nacieron y se originó el crecimiento de los grupos monopolistas que hoy existen en nuestra pesca.

Como resumen de la estructura empresarial hacia la que se llevó el sector podemos exponer los datos de GAUR (1970), según los cuales solo 80 empresas armadoras de las 12.000 existentes concentran el 22^o/o del volumen total de la flota pesquera española, y en el otro extremo 11.000 “empresas” poseen únicamente otro 22^o/o del volumen total de la flota. A la vista de esto será fácil ver efectos y consecuencias de la dirección que lleva la política pesquera del momento, dirigida y proyectada en función de los intereses de la gran empresa acorde a las características de una industria capitalista, cuando las estructuras empresariales del Estado, y concretamente de Galicia, están lejos de ajustarse a este modelo.

El desarrollo de toda esta flota, su volumen de capturas y las características de la producción, ha creado una serie de problemas, siguiendo con la tónica de abordar la planificación del sector

3

descompensadamente (Los créditos previstos en los dos planes de desarrollo para las reformas en la comercialización y distribución del mercado solo alcanzaban los 200 millones de pesetas), en la comercialización y distribución de los productos del mar tanto de esta flota como de la tradicional.

De todas formas los altos rendimientos obtenidos por las empresas en tiempos anteriores, comenzaron a disminuir a partir de 1972. Era el comienzo del agotamiento de un modelo sin futuro para conseguir un desarrollo equilibrado del sector pesquero.

Las causas de esta baja en los rendimientos hay que buscarlas en una serie de factores interrelacionados: De una parte el empobrecimiento de los caladeros tradicionales, junto con una política restrictiva de regulación de capturas seguida por las Comisiones Internacionales de Pesquerías en aquellas zonas donde existen; de otra un descenso en el volumen de créditos concedidos por el Estado, junto con un alza importante en los costes de mantenimiento y explotación, que según la AGRUPACION NACIONAL DE BUQUES CONGELADORES (1975) experimentaron entre 1970 y 1975 un alza del 70,67%.

Los rendimientos económicos descienden, según datos de GONZALEZ LAXE (1977), para todos los tipos de pesca: Así en la pesca de bajura los ingresos brutos por tripulante y año descienden de 128.061

ptas en 1972 a 105.636 ptas en 1974. En el caso de la flota congeladora mientras que los beneficios en 1970 eran de unos 12.253.768 ptas por barco, en 1974 el déficit estaba alrededor de 11.405.161 ptas. De otra parte la flota de arrastre gallega pasó de 14.687.564 ptas por barco en 1974 a 15.405.161 ptas tres años después. Una conclusión posible de esta serie de datos es que el conjunto del sector pesquero está a sufrir una descapitalización, y a ello contribuye además que el actual sistema de comercialización y distribución impida una compensación de los rendimientos económicos fundamentada en la escasez de oferta.

Todo este período de crecimiento de la pesca, no solo actuó sobre las flotas de altura y gran altura, sino que como todo proceso de crecimiento incidió en la otra parte a la que no fué dirigido, la pesca de bajura y litoral. Estas descompensaciones son normales en todo proceso de crecimiento y más cuando éste es de corte capitalista y una de las partes sobre las que tiene que actuar presenta características de tipo precapitalista. Esto fue lo que sucedió en la pesca gallega durante el largo período de 1961 aquí. Esta agresión a las formas de producción tradicionales del mar gallego, es estudiada por GONZALEZ LAXE en su Tesis doctoral: "O proceso de crecemento do sector pesqueiro. 1961-1975" (Inédito). Siguiendo pues el trabajo de GONZALEZ LAXE (1977), ya citado, vemos que en la provincia de A Cruña, entre 1960 y 1974, la flota de bajura sufrió un descenso del 56,38^o/o en el número de embarcaciones, mientras que aumentó en un

19,25^o/o su tonelaje, pasando a 9,85 TRB de tonelaje medio cada barco, cuando el año 1960 era de 3,6 TRB; y la potencia media por embarcación pasó de 8,95 HP a 43 HP en dicho período.

Los efectos de estos cambios estructurales van a incidir, como era de esperar, en las economías tradicionales de estructura familiar o artesanal que abandonan la pesca como actividad principal.

Podemos resumir la incidencia del modelo de crecimiento capitalista sobre los sistemas de explotación pesquera tradicionales en los siguientes puntos: La pesca de bajura, inserta en unos sistemas de economía de subsistencia, o bien deja de ser una actividad exclusiva para pasar a una combinación de trabajos en el mismo marco de una economía periférica tradicional, o bien la penetración del modo de producción capitalista origina una adaptación de los sistemas de explotación tradicionales en la pesquería a este sistema.

De otra parte la casi total desaparición de las flotas de algunos puertos, o el camino hacia la especialización hacia las actividades que les permitían sobrevivir de las de otros, incidió en la capacidad de empleo del sector que se vió disminuida, contribuyendo a la corriente migratoria.

Todo ello, como señala GONZALEZ LAXE (1977), tuvo dos consecuencias: La consolidación del capitalismo pesquero con la introducción del régimen económico capitalista en las flotas existentes, y la casi

total desaparición de las formas de explotación tradicionales, que se ven reducidas a parte de la actividad de extracción del marisco y a un cada vez menor número de embarcaciones y artes de la flota litoral.

Sin embargo la descomposición de las pesquerías tradicionales, no llegó todavía a ser un proceso irreversible y la considerable importancia que aún tiene en el sector, así como la capacidad de integración acorde a un sistema de explotación racional de los recursos marinos gallegos hace necesaria una política pesquera que llegue más allá de la política exterior, ya iniciada con la llegada a la Administración de representantes del sector industrial en enero de 1976.

Hasta aquí, y dentro del modelo de crecimiento capitalista, hicimos casi exclusiva referencia a los problemas de la pesca, pero existe otra actividad relacionada con el mar en Galicia que también fue objeto de los fines de este modelo de crecimiento. El marisqueo y su ordenación fueron contemplados en el marco del II Plan de Desarrollo de acuerdo con ese modelo. Los medios de que se sirvieron fueron: la Ley de ordenación marisquera de 1969 y el decreto de 1970 por el que se aprueba el Plan de Explotación Marisquera de Galicia.

La situación del marisqueo, con una estructura profundamente enraizada en los trabajadores de explotación comunal, y de mar libre, necesitaba de una serie de reajustes para que pudiese producirse la

penetración del modo de producción capitalista. Y el objetivo de esta legislación fue adecuar el medio para una estructura de economía de empresa. Así en el preámbulo de la ley 59/ 1969 se habla de “ruptura entre la oferta y la demanda, que ha provocado una explotación exhaustiva de los bancos naturales, puestos en riesgo de agotamiento. Los estudios realizados demuestran que no es viable el aumento de la producción por los sistemas actuales de explotación libre, entre otras causas por la limitada capacidad de reproducción natural de las poblaciones, siendo indispensable, para aumentar el rendimiento de las zonas productivas recurrir a las modernas técnicas de cultivo artificial en parques dirigidos y explotados científicamente con mano de obra especializada, para lo cual es necesario dictar los principios fundamentales que han de servir de base a su implantación”. Se capacita por dicha ley al Ministerio de Comercio a través de la Subsecretaría de la Marina Mercante, a otorgar concesiones o autorizaciones de explotación.

Con esta ley se iba, pues a conseguir privatizar lo que hasta entonces había sido un recurso comunal explotado comunalmente, y que indudablemente necesitaba de regulación y de ordenación de su explotación para que fuese racional, pero para ello no tenía que haber intentado cambiar el sistema económico, es decir este cambio de sistema no era condición previa para la racionalización. Sin embargo, el capital exigía el acceso a la propiedad o “concesión” de zonas en las que existían recursos como paso previo a la industrialización y capitalización del sector.

A pesar de estas leyes que lo beneficiaban, el proceso de privatización no llegó a alcanzar cotas demasiado elevadas, y ello a nuestro entender por dos motivos: la plena conciencia de los mariscadores de la propiedad colectiva de los recursos marisqueros que les llevó a luchar por ellos, y de otra parte la no existencia de una tecnología lo suficientemente desarrollada como para garantizar unos altos rendimientos a la inversión. Producto de ello fue que la mayor parte de las concesiones quedasen en manos de pequeñas empresas que se dedican primordialmente a la modalidad de “parques” desde los cuales tiene salida durante todo el año el producto sin tener que someterse a las vedas, controlando así en buena medida el mercado. Por el contrario el asentamiento de la gran empresa no llegó a alcanzar índices elevados aunque es notoria la presencia de algunas.

En definitiva, el modelo económico capitalista encontró mayores dificultades de las esperadas para su asentamiento pleno, y además el capital tenía en sus manos otra guía para extraer rendimiento al sector: el control del mercado, por cuanto a los mariscadores —sin estructuras de comercialización comunales— se ven indefectiblemente sometidos a un sistema de producción de “putting—out” o “trabajo doméstico”, similar al implantado por los fomentadores catalanes en el siglo XVIII; y por el cual no venden su fuerza de trabajo al empresario, sino el producto conseguido.

El decreto de creación del Plan de Explotación Marisquera de Galicia, tiene unos objetivos tan

deseables como desenmarcados, desenmarque lógico si se tiene en cuenta el marco político en el que se da. Pero además al no pasar de una declaración de objetivos etéreos sin definir unas estructuras de dirección acordes con la realidad del sector por cuanto en ellas no estaban en absoluto representados los sectores productivos, hizo que se fuese transformando en un ente burocratizado, que ante la desidia de la Administración iba apagándose poco a poco.

Sin embargo, en los últimos años, y en medio de grandes dificultades originadas por una ignorancia de las necesidades del sector por parte de la Administración y por los intereses creados existentes en el mismo, consiguió cubrir algún aspecto de sus objetivos, pero —aún diferenciándose de su homónimo el Plan Pesquero de Galicia, de nulos resultados— su labor está todavía por realizar.

LA INVESTIGACION EN EL MODELO DE CRECIMIENTO CAPITALISTA

El modelo de crecimiento, su concreción en los Planes de Desarrollo, y la estructuración de estos, llevaba ya aparejado una determinada política investigadora. Sin embargo, una vez más, una fue la programación —los objetivos y los medios que se iban a movilizar— y otra la realidad.

Hoy en Galicia existen cuatro centros de investigación dedicados a los recursos marinos: Dos

laboratorios del Instituto Español de Oceanografía (uno en Vigo y otro en A Cruña), un centro experimental del Plan Marisquero en Vilaxoan, y un laboratorio en Vigo del Instituto de Investigaciones Pesqueras. Esta red de laboratorios cuenta con unas dotaciones de personal— que aunque una buena parte se encuentra sometido a unas condiciones laborales injustas— podrían servir “masa crítica” para el desarrollo de una investigación coherente con el sector económico al que está ligada y, en una buena medida, de una más que aceptable calidad científica. Sin embargo es evidente la falta de incidencia que el conocimiento científico de nuestro mar tiene en su ordenación. Algunas de las causas de ello las veremos en los párrafos siguientes, pero si es cierta la necesidad de una investigación estructurada y lógica para poder llevar adelante esta ordenación.

La infraestructura en 1961 difería de la expuesta, existían tan solo dos centros: los laboratorios de Vigo del Instituto de Investigaciones Pesqueras y del Instituto Español de Oceanografía, en unas instalaciones deficientes y con escasa dotación de medios económicos y humanos. Sin embargo en el primer Plan de Desarrollo se hace un análisis bastante ajustado de las necesidades de investigación marina y de la situación de esta en el Estado. Así, cuando se plantea la estrategia a seguir, se dice: “Al tratar este punto pueden seguirse dos criterios: uno restrictivo, limitando las investigaciones a los problemas más directamente relacionados con la productividad de los mares, problema fundamental y preponderantemente

científico; y otro de visión más amplia que abarca todo el largo y complejo proceso de las pesquerías desde el estudio de la “producción primaria” hasta la utilización de los productos marinos y sus derivados; es decir añadiendo el primero a los los problemas relativos a la captura, manipulación, utilización, industrialización, transformación, etc., problemas estos de carácter más tecnológico pero no menos necesitados de investigación”. De acuerdo con esto se orienta la investigación en tres frentes: fuentes de producción, tecnología y utilización y elaboración de la pesca.

La existencia de los dos organismos de investigación, es contemplada también por el I Plan de Desarrollo que señala: “funcionan sin la debida conexión y coordinación administrativa”, añadiendo “es evidente que una reunión de los expresados centros, total o al menos parcialmente, repercutirá en el sentido de una mayor coordinación y eficacia de sus fines” proponiendo para resolver esta división de fuerzas “la creación de un organismo oficial único, dedicado al estudio de los problemas científicos relacionados con la Oceanografía en sus diversos aspectos (biológico, químico y físico) y aprovechamiento económico de la pesca”.

Sin embargo nada tuvo que ver el planteamiento con las realizaciones, pues entre otras cosas no se pusieron por ninguna parte los medios económicos para llevar a cabo todo el proyecto. Un volumen de inversión previsto de 240 millones de pesetas, tan solo suponía el 0,37^o/o del valor de la pesca capturada en el

tiempo de duración del I Plan (1964–1967). Los resultados de todo esto, junto con otros factores de política de grupo, no se hicieron esperar, y la Comisión de Pesca del II Plan de Desarrollo resume así lo realizado durante el I: “En el I Plan de Desarrollo 1964– 1967 no se atendió el desarrollo de la investigación pesquera. Han pasado cuatro años y la situación no ha cambiado. La investigación ha permanecido en estado embrionario, y en lo que a investigación se refiere hemos ido aumentando distancias en relación con el extranjero, en vez de acortarla”.

Según datos de GAUR (1970) el número de personas que en 1967 se dedica a investigar el mar en todo el Estado apenas sobrepasa las 50, y los presupuestos combinados de los dos organismos de investigación para ese año no llegan a los 30 millones de pesetas. Con este panorama los objetivos del II Plan de Desarrollo están previstos en un doble nivel: “al modesto de las posibilidades presentes y, en relación con ellos no se vislumbra dificultad alguna especial, y al nivel de las necesidades del país, en relación con las cuales haría falta dinero y personal”. Los objetivos se concretan en los siguientes:

- Ampliación del número de investigadores
- Construcción de buques de investigación
- Edificios y construcciones
- Investigaciones a realizar que comprende trabajos por un importe de 47,3 millones de pesetas

- Investigaciones especiales: catastro algológico, banco sahariano y planta piloto de conservas de Santander

El programa vuelve a adolecer de falta de financiación, y en este II Plan solo se prevee invertir 187,5 millones, es decir una inversión todavía menor que la prevista en el I Plan. Además se deshecha la propuesta del I Plan sobre unificación de los centros de investigación con este párrafo, de cuidadosa lectura: “En el I Plan se hacían recomendaciones en el sentido de unificar los distintos centros de investigación españoles y burocratizar la organización de la investigación, sin prestar suficiente atención al hecho de que los organismos de investigación son fruto de un gran entusiasmo y esfuerzo y solamente se han desarrollado en donde existía un clima adecuado a la investigación y cierta coincidencia de otros medios, tales como laboratorios, bibliotecas, etc., que suplieran la insuficiencia de recursos propios. Harían falta recursos económicos elevadísimos para provocar un desarrollo e incrementar su eficiencia. El crecimiento orgánico de los centros de investigaciones existentes conducirá, naturalmente, a su mejor adecuación a los problemas locales y a una mejor distribución geográfica de su esfuerzo”.

Luego del III Plan de Desarrollo, es cierto que se dió un avance en los resultados, sobre todo en lo que toca a la parte de infraestructura (laboratorios, barcos de investigación,...) y bastante menos en lo relacionado con el personal, al que el II Plan se le consideraba objetivo prioritario. Pero fundamentalmente el análisis

de la actual situación de la investigación en Galicia y en el Estado, se refleja en una insuficiencia de medios, nula claridad en los objetivos, falta de líneas de actuación programadas y que se imbriquen como base de conocimiento y solución de los problemas que afectan al mar gallego. La investigación del medio marino sigue siendo ignorada —en una buena medida— por la Administración como el eje prioritario sobre el que gira una explotación de los recursos marinos y el desarrollo de un sector técnica, económica y socialmente racional.

COMO FINAL: LO QUE VENDRA, O ALGO QUE YA ESTA AQUI

Dos polos en la estructura de la pesca gallega configuran su realidad actual: un sector industrial altamente desarrollado y con una problemática que va desde una alza de costes, hasta la baja de rendimientos y reducción de cupos de captura en caladeros internacionales; y un sector litoral con formaciones de tipo artesanal y familiar, sin acceso al control del mercado y con unos recursos que disminuyen en rendimiento, y de los que en su mayor parte se desconocen las pautas concretas a seguir para su ordenación.

Mientras que las necesidades del sector industrial están siendo, mal que bien, atendidas por la Administración, al menos desde enero de 1976 —año en el que se comienza a estructurar un embrión de

política pesquera exterior—, los recursos litorales y la actividad extractiva sobre ellos carecen, no solo de unas mínimas directrices de ordenación, sino también de los necesarios estudios económicos y biológicos para poder hacerla. El ritmo que sigue este sector va alejándolo cada vez más de conseguir un nivel de desarrollo equilibrado.

Mientras que las pesquerías lejanas son, en alguna medida, solucionables en un proceso de negociación con los países ribereños propietarios de los recursos comprendidos en sus 200 millas de aguas jurisdiccionales —además de otras medidas de ordenación de flota, comercio, etc.— los recursos litorales necesitan de una política estructurada en toda su amplitud, con unos objetivos sociales y económicos claros, y una metodología y unos medios de conocimiento de su realidad, que nadie sino nosotros va a realizar.

La presión social, cada vez más intensa, que se está produciendo en el litoral gallego puede ser el camino para que los problemas de la crisis pesquera —la más real, la que toca ya fondo— sean atendidos por la Administración y abordados por todos.

BIBLIOGRAFIA

- AGRUPACION NACIONAL DE BUQUES
CONGELADORES. 1975.— *Libro blanco de la
pesca congelada española*. Sindicato Nacional de
Pesca. Madrid.
- ALONSO ALVAREZ, L. 1976.— *Industrialización y
conflictos sociales en la Galicia del Antiguo
Régimen 1750—1830*. Col. Arealonga. Akal Ed.
Madrid.
- ANONIMO. 1932.— Organización y labor efectuada
por el Instituto Español de Oceanografía. *I.E.O.
Notas y Resúmenes Serie II n^o 62*.
- BEIRAS, X.M. 1972.— *O atraso económico de Galicia*
Ed. Galaxia. Vigo.
- CAAMAÑO BOURNACELL, J. 1964.— El Grove y su
historia. *Museo de Pontevedra*, Vol. XVIII.
- CORNIDE, J. 1788.— *Ensayo de una historia de los
peces y otras producciones marinas de Galicia*.
Madrid.
- DIAZ— FIERRO, F. 1976.— “*La Cultura científica*”
en *Los Gallegos*, pags. 423—459. Ed. Istmo.
Madrid.

- FERNANDEZ DEL RIEGO, F. 1977.— Trayectoria histórica de las pesquerías gallegas. *Industrias Pesqueras*, nº 1199— 1200: 17— 21.
- FILGUEIRA VALVERDE, J. 1946.— *Archivo de mareantes*. Pontevedra.
- GARCIA LOMBARDEIRO, J. 1973.— *La agricultura y el estancamiento económico de Galicia en la España del Antiguo Régimen*. Siglo XXI de España Ed. Madrid.
- GAUR, S.C.I. 1970.— *La pesca de superficie en Guipuzcoa y Vizcaya: Análisis y perspectivas*. Ed. Caja Laboral Popular y Copesca. San Sebastián.
- GONZALEZ LAXE, F. 1977.— *Desenrolo capitalista e crise pesqueira*. Documentos de Divulgación nº 1. A Cruña.
- LAFONT, R. 1971.— *La Revolución Regionalista*. Ed. Ariel. Barcelona.
- LOPEZ FERREIRO, J. 1895.— *Fueros municipales de Santiago y su tierra*. Tomos I y II. Santiago.
- LUCAS LABRADA, J. 1804.— *Descripción económica del Reyno de Galicia*. Ferrol. En edición de Ed. Galaxia 1971. Vigo.
- MACIÑEIRA, Federico. 1909.— El establecimiento industrial más antiguo de España, “*Almanaque Gallego*” de M. Castro López. Buenos Aires.

- MASSO GARCIA, G. 1967.— *Origen y desarrollo de la industria conservera en Galicia*. Vigo.
- OTERO PEDRAYO, R. 1969.— *Síntesis histórica do século XVIII en Galicia*. Ed. Galaxia. Vigo.
- PAZ ANDRADE, V. 1958.— *Sistema económico de la pesca en Galicia*. Ed. Citania. Buenos Aires.
- PAZ ANDRADE, V. 1970.— *La marginación de Galicia*. Siglo XXI de España Ed. Madrid.
- RODRIGUEZ GALDO, M.X. 1976.— *Señores y Campesinos en Galicia. Siglos XIV—XVI*. Ed. Pico Sacro. Santiago.
- SAÑEZ REGUART, A. 1795.— *Diccionario Histórico de las artes de la pesca nacional*. Madrid.
- TOBIO FERNANDEZ, L. 1918.— Aportación ó estudo da historia da pesca da balea nas costas da Galiza. *Revista del Seminario de Estudios Gallegos*, Vol. I: 81—93.
- QUIROGA, Domingo. 1961.— *La pesca de arrastre en Galicia y sus problemas*. Ed. Galaxia. Vigo.
- QUIROGA, Domingo. 1968.— *La pesca de merluza con nudo gordiano*. Ed. Galaxia. Vigo.

EL AFLORAMIENTO MARINO

F. Fraga

La riqueza pesquera de una zona determinada depende de la cantidad de alimento de que disponen las especies que habitan en esa zona y, en definitiva, de la producción primaria, a través de una cadena alimentaria más o menos larga.

La luz es la fuente de energía que mantiene todo este sistema y, por consiguiente, debiera ser el factor limitante de la producción y de hecho lo es en latitudes altas y durante el invierno en las latitudes medias. Por el contrario, en latitudes bajas durante todo el año y en las medias, excepto los meses de invierno, la producción viene limitada por los elementos químicos necesarios para sintetizar la materia orgánica que compone los seres vivos. Aunque el carbono es el elemento principal, su cantidad es nueve veces superior a la necesaria en relación con los otros elementos y son los compuestos de nitrógeno y los fosfatos las sales que limitan la producción. Hay que incluir también los silicatos, que aunque no entran a formar parte de la materia orgánica, son indispensables para el desarrollo de las diatomeas. Estos elementos son utilizados por el fitoplancton mediante la fotosíntesis e introducidos en

el ciclo biológico. Los productos del metabolismo, excreciones y los seres muertos se descomponen por la acción bacteriana y por oxidación química, liberando sales nutrientes, que entran de nuevo en el ciclo, pero esta descomposición no es muy rápida y una porción de las partículas sólidas, en su proceso de sedimentación, abandonan la zona fotosintética antes de terminar su descomposición, por este motivo hay una pérdida constante de elementos nutrientes produciéndose el agotamiento de la zona iluminada.

La producción, por consiguiente, depende del aporte de sales nutrientes desde las capas inferiores del mar hasta la zona fotosintética. Corrientemente éste se produce por mezclado durante el invierno a causa de los fuertes vientos y temporales. El frío intenso hace aumentar la densidad del agua superficial aumentando la homogeneidad con las capas inferiores lo que facilita considerablemente la acción del viento. En primavera, con el aumento de energía solar, hay una alta producción que se va atenuando a medida que se agotan los nutrientes, es por tanto una producción anual limitada.

La circulación termohalina también contribuye al transporte de sales nutrientes y es lo que impide que estas se acumulen indefinidamente en el agua profunda, pero su influencia en el agua típicamente superficial es escasa debido a su circulación lenta.

En algunas zonas costeras la producción es extraordinariamente alta a consecuencia de la elevación

de agua desde profundidades comprendidas entre los 100 a 300 m y por consiguiente muy ricas en sales nutrientes. Este fenómeno se conoce con el nombre de afloramiento y también con la palabra inglesa "upwelling" que está bastante generalizada internacionalmente. Estas zonas se encuentran al este de los grandes giros anticiclónicos oceánicos: la costa NW de Africa en el Atlántico Norte y la costa de California en el Pacífico y sus equivalentes en el hemisferio sur, Africa del Sur y Perú. En el océano Indico también hay afloramientos importantes en la costa de Somalia y Arabia que no tienen su equivalente en los otros océanos pero tampoco el Océano Indico es comparable con ellos. Todas estas zonas se caracterizan por agua de temperatura baja que indica su origen profundo y va asociado con zonas desérticas en tierra.

De todos estos afloramientos, el del Perú es el más importante de todos, su productividad puede calcularse en el doble de los otros, pero aquí nos referiremos exclusivamente al afloramiento de la costa NW de Africa y costa Ibérica.

La fuerza de Coriolis.— La causa del afloramiento de agua subsuperficial es debida a la desviación que sufren las corrientes marinas por rotación de la tierra. En el hemisferio norte, esta desviación es hacia la derecha y en el hemisferio sur hacia la izquierda, así, cuando una corriente marina fluye paralela a una costa situada a la izquierda mirando en la dirección de la corriente, el agua se desvía mar afuera y tiene que ser sustituida por agua profunda produciéndose un afloramiento.

Para tener una idea física del fenómeno supongamos que un cuerpo se mueve sobre la superficie de la tierra en un punto próximo al polo de forma que podemos considerar la tierra como un disco que gira. Si a este cuerpo que gira con el disco, se le comunica un movimiento inercial, tendrá una componente de movimiento lineal respecto a un punto exterior que será en forma circular respecto al disco como si existiese una fuerza permanente perpendicular a la dirección de su movimiento. El cálculo matemático fue desarrollado en el siglo pasado por el matemático francés G.C. Coriolis, de aquí que a esta fuerza se la conozca con su nombre y, si la referimos a la unidad de masa viene dada por la expresión:

$$F = v \ 2\omega \text{sen } \varphi$$

donde v es la velocidad de la corriente marina, ω la velocidad angular de la tierra ($2\pi/24$ horas = $7,29 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) y φ la latitud geográfica. La expresión $2\omega \text{sen } \varphi$ se utiliza constantemente en oceanografía dinámica, por esto se representa abreviadamente por f . Esta fuerza es máxima en los polos y nula en el ecuador.

Distribución de las masas de agua.— Cuando un agua superficial de densidad ρ_2 se mueve con una velocidad relativa v_2 sobre otra capa de agua más densa de densidad ρ_1 que se mueve o no pero que la tomamos como referencia, o sea, $v_1 = 0$, el agua superficial se desvía acumulándose a la derecha (hemisferio norte) y la superficie se inclina hasta que la componente de la

gravedad en el plano inclinado se iguala a la fuerza de Coriolis, fig. 1.

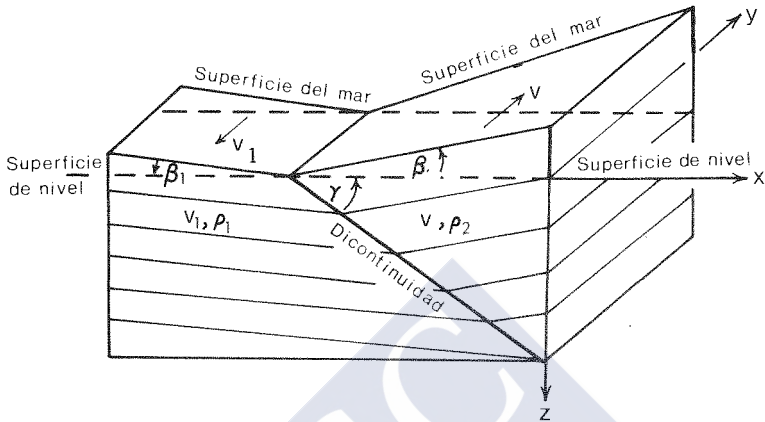


Fig. 1.— Distribución esquemática de dos capas de agua de distinta densidad, ρ_1 y ρ_2 , cuando se mueven con velocidad diferente una respecto a la otra. Las líneas paralelas son superficies de igual presión. β , ángulo que forma la superficie del mar con la horizontal y γ ángulo que forma con la horizontal la superficie de discontinuidad que separa las dos capas. Si el agua está en reposo, las superficies del mar y de discontinuidad son horizontales. Figura adaptada de Neumann y Pierson (1966).

$$g \operatorname{sen} \beta = v 2\omega \operatorname{sen} \varphi \cos \beta$$

donde g es la aceleración de la gravedad. Por otra parte el exceso de presión debido al agua acumulada viene compensado por la diferencia de densidad de forma

que en un punto cualquiera de la superficie de separación de las dos capas de agua se cumple que

$$\rho_2 \operatorname{tg} \beta + \rho_2 \operatorname{tg} \gamma = \rho_1 \operatorname{tg} \gamma$$

por consiguiente

$$\operatorname{tg} \beta = v \frac{1}{g} 2 \omega \operatorname{sen} \varphi \quad \text{y} \quad \operatorname{tg} \gamma = v \frac{1}{g} \frac{\rho_2}{\rho_1 - \rho_2} 2 \omega \operatorname{sen} \varphi$$

Para tener una idea del valor de estas pendientes introducimos en las ecuaciones anteriores datos reales tomados de una de las campañas en la costa de Galicia por el buque oceanográfico español "Cornide de Saavedra". En la estación G-II-37 situada a 83 Km de la costa frente a las islas Sisargas se encontró en el mes de Agosto una salinidad de $35,675^{\circ}/\text{oo}$ en el agua superficial y una temperatura de $20,21^{\circ}$ y las características del agua inferior a 116 m eran: salinidad $35,75^{\circ}/\text{oo}$ y temperatura $12,78^{\circ}\text{C}$ que les corresponde una densidad de 1,02705, mientras que la densidad media de la capa superior resultó 1,02629. Si se supone una velocidad de la corriente de agua superficial de 11 cm s^{-1} respecto al agua inferior, tenemos:

$$\operatorname{tg} \beta = 1,12 \cdot 10^{-6} \quad \text{y} \quad \operatorname{tg} \gamma = 1,44 \cdot 10^{-3}$$

O sea que el desnivel de la superficie del mar es de 1,1 mm por kilómetro o 11 cm en 100 Km y la pendiente de la superficie de separación de la capa de agua superficial en movimiento y el agua inferior es de 144

m en 100 Km. En la fig. 2 está representada la distribución real de densidades en la zona de donde se tomaron los datos para el ejemplo anterior.

El cálculo anterior se hizo para tener una idea del orden de magnitud de estas pendientes, pero en oceanografía estas ecuaciones se utilizan a la inversa, o sea, para calcular la velocidad de una corriente a partir de las pendientes obtenidas entre dos estaciones oceanográficas.

Hasta aquí se ha tratado la desviación de las corrientes marinas en equilibrio dinámico, por otra parte, se ha prescindido de las fuerzas de fricción, por lo cual el agua superficial una vez desviada a la derecha y alcanzado el equilibrio ya no habrá más transporte lateral. El agua profunda rica en sales nutrientes, que queda al descubierto a la izquierda de la corriente da lugar a una alta producción planctónica que será tan solo momentánea por el agotamiento de los nutrientes. Para la renovación constante del agua profunda hay que realizar un trabajo para elevarla hasta la superficie y, se necesita, por consiguiente, un aporte permanente de energía adicional que puede ser en forma de calor. El agua aflorada, fría, se calienta en la superficie disminuyendo su densidad y es transportada lateralmente hasta restablecer de nuevo el equilibrio de masas. Pero el aporte más importante de energía en los afloramientos costeros es la comunicada por el viento.

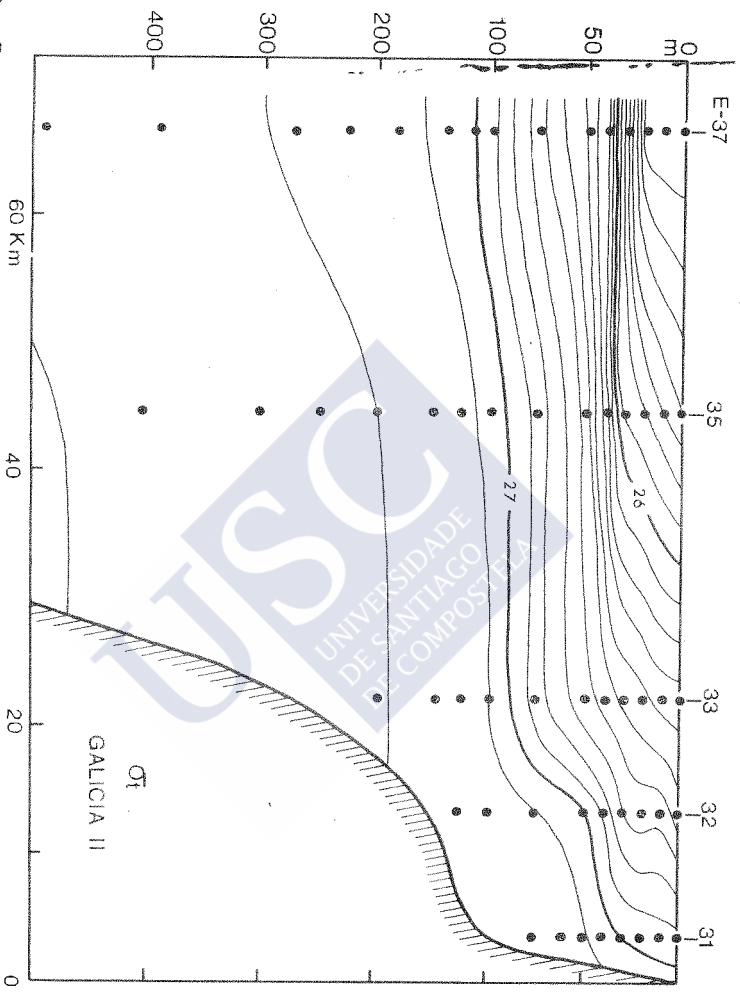


Fig. 2.— Corte transversal siguiendo la línea A-B indicada en la fig. 1 para mostrar la inclinación de las superficies de igual densidad.

Cuando el viento sopla sobre la superficie del mar hay un rozamiento que arrastra la capa superficial del agua, esta, a su vez, arrastra la capa inferior y así sucesivamente, atenuándose a medida que se profundiza.

La fuerza comunicada por el viento puede calcularse por la ecuación de Prandtl para superficies rugosas puesto que si hay viento la mar está rizada

$$\tau = \rho \frac{k_o^2 w^2}{\left(\ln \frac{z + z_o}{z_o}\right)^2}$$

donde ρ es la densidad del aire, $1,25 \cdot 10^{-3}$, k_o la constante de Kármán 0,4, w la velocidad del viento en cm s^{-1} , z la altura a la que se mide la velocidad del viento (generalmente a 15 m) y z_o la longitud de rugosidad, 0,6 cm.

Dando valores se tiene

$$\tau = 3,27 \cdot 10^{-6} w^2$$

El agua superficial empujada por el viento no sigue la dirección de este sino que lo hace en el hemisferio norte con una desviación de 45° a la derecha y esta desviación incrementa con la profundidad y al mismo tiempo disminuye en intensidad, de forma que a la profundidad D llamada **profundidad de resistencia friccional**, la dirección de la corriente es en sentido opuesto a la corriente superficial.

El desarrollo matemático fue realizado por Ekman en 1902 para un océano de profundidad infinita llegando a las fórmulas finales:

$$v_o = \frac{\pi \tau \sqrt{2}}{D \rho f} \quad (I)$$

$$V_{x,z} = V_o e^{-\frac{\pi}{D} z} \cos\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{D} z\right) \quad (II)$$

$$V_{y,z} = V_o e^{-\frac{\pi}{D} z} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{D} z\right)$$

donde v_o es la velocidad de la corriente superficial; f es el parámetro de Coriolis, $2\omega \operatorname{sen}\varphi$; $v_{x,z}$ es la componente de la velocidad de la corriente a la profundidad z en dirección transversal a la dirección del viento. $v_{y,z}$ es la componente en la dirección del viento.

Al valor de D puede llegarse por deducciones teóricas pero hay que conocer el valor de la viscosidad turbulenta y esta no se puede determinar. Por esto el cálculo de D se ha hecho a partir de medidas experimentales de la relación v_o/w realizadas en diversas latitudes, llegándose a la fórmula

$$v_o = 0,0127 \frac{w}{\sqrt{\operatorname{sen} \varphi}}$$

que sustituida en I da

$$D = 7,64 \frac{w}{\sqrt{\operatorname{sen} \varphi}}$$

que permite calcular la dirección y velocidad de la corriente producida por el viento en función de la profundidad utilizando las fórmulas anteriores. Para tener una idea de estas magnitudes supongamos un viento bonancible, 25 Km/h a la altura de Galicia el valor de D sería de 63 m, por debajo de esta profundidad la acción de este viento sería despreciable. En la figura 3 se ha hecho una representación ilustrativa de la variación de la dirección y de la velocidad de la corriente producida por el viento a medida que aumenta la profundidad, es la llamada espiral de Ekman.

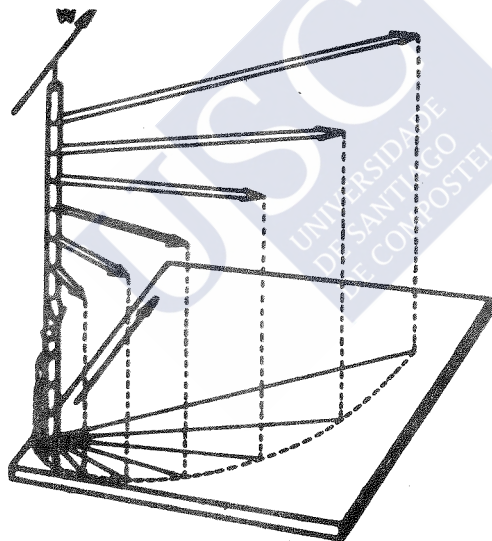


Fig. 3.— Representación esquemática de la corriente producida por el viento, mostrando el decrecimiento en velocidad y el cambio de dirección a intervalos regulares de profundidad (espiral de Ekman) W , indica la dirección del viento. Según Sverdrup, Johnson y Fleming (1970).

Por integración de la función II se llega a una ecuación muy sencilla que nos da la masa transportada lateralmente. Si el viento sopla paralelo a la costa, quedando esta a la izquierda en la dirección del viento, hay un afloramiento de agua profunda igual a la masa transportada lateralmente

$$M = \frac{\tau}{f}$$

donde M es la masa transportada; τ , la fuerza del viento y f, el parámetro de Coriolis.

Como ya se ha indicado, estas ecuaciones fueron calculadas para un océano ideal al que se supone una profundidad infinita. En zonas costeras esto está bastante lejos de cumplirse y cuando una corriente marina discurre sobre el fondo todas sus perturbaciones se transmiten hasta la superficie. En la figura 4 hay una representación de los efectos de un accidente del fondo al ser remontado por una corriente relativa. Hay una desviación hacia la derecha produciendo una fuerte inclinación de las isopiecnas, esto ayuda considerablemente a la formación de afloramientos al ser rebasado un cabo por una corriente costera, a causa de que la presencia de un cabo va asociada con frecuencia a una elevación del fondo marino como consecuencia de su prolongación debajo del agua.

El mismo efecto se produce cuando la capa de agua inferior no es uniforme, este fenómeno es poco frecuente, pero en el NW de Africa en la costa de

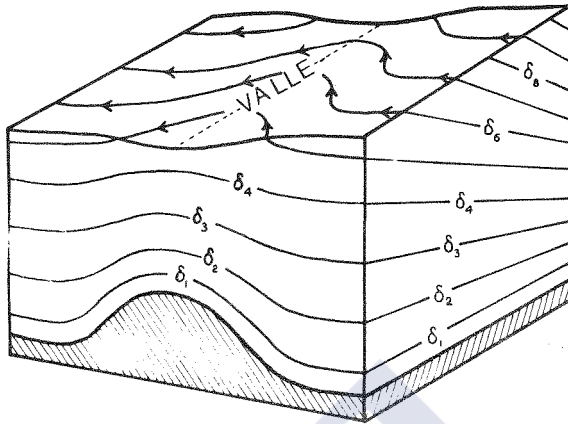


Fig. 4.— Diagrama en perspectiva mostrando las deformaciones de una corriente relativa cuando cruza sobre un relieve en el fondo marino. Figura adaptada de Sverdrup, Johnson y Fleming (1970).

Mauritania es la zona de choque del agua Central Norte y la Central Sur desviándose ambos hacia el oeste y produciendo una perturbación a modo de relieve submarino que produce en el agua superficial el efecto indicado anteriormente.

Todo esto limita la aplicación práctica del desarrollo teórico expuesto y hay que recurrir a medidas experimentales indirectas que tampoco están exentas de dificultades. Aunque todos los afloramientos en líneas generales obedecen a este esquema general, cada uno en particular tiene sus características especiales que dependen de varios factores; entre ellos la pendiente y profundidad del

fondo, la distancia al talud, el régimen de vientos etc., incluso un mismo afloramiento varía constantemente con las fluctuaciones del viento y con la época del año.

Esquemas de afloramientos.— En la figura 5 tenemos un esquema simplificado del afloramiento de la costa del Sahara según Hagen. Las figuras representan cortes verticales perpendiculares a la costa, vistos desde el ecuador, donde las corrientes principales son perpendiculares a la hoja de papel y las secundarias, debidas al efecto de Coriolis, están indicadas por

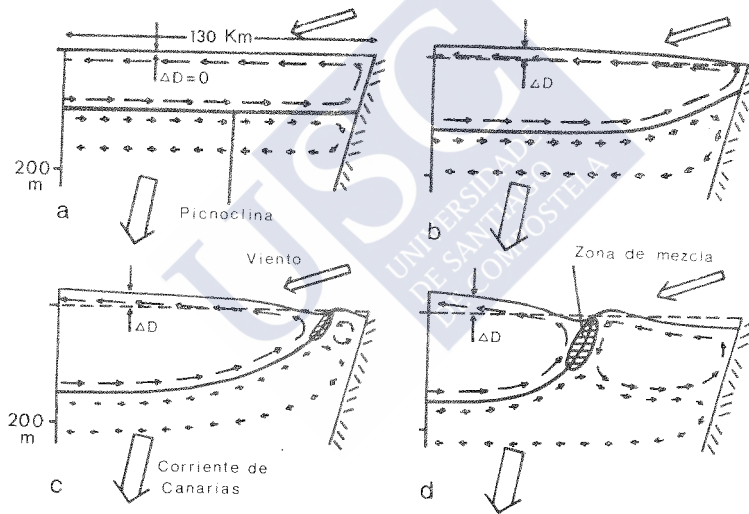
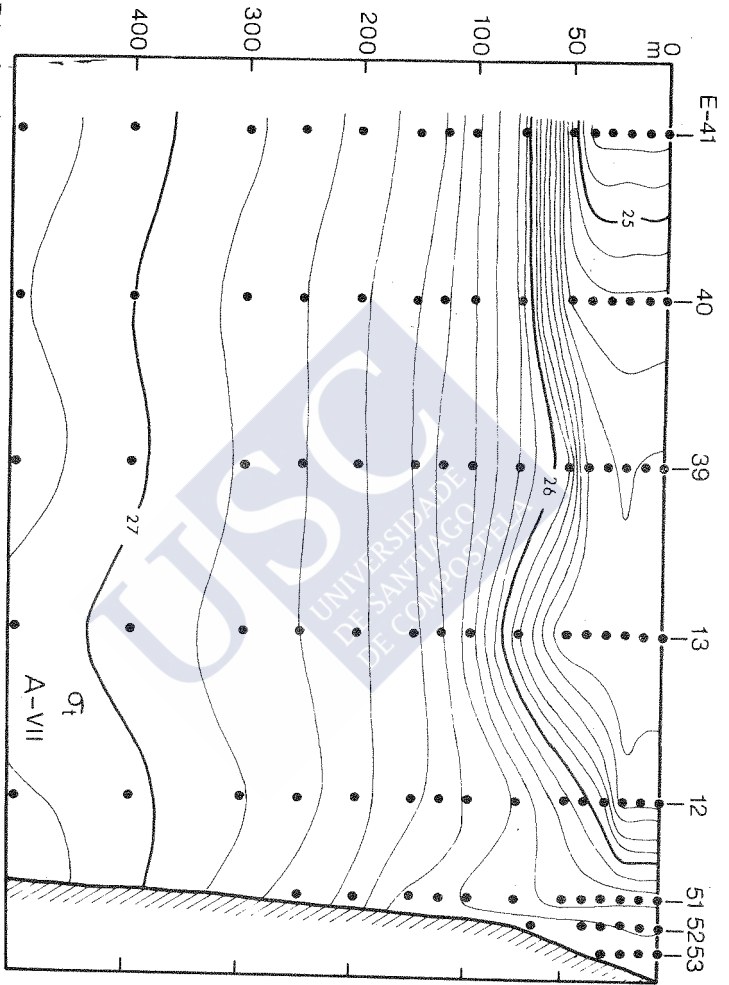


Fig. 5.— Esquema de la formación de celdas de circulación en el afloramiento del NW de Africa (visto desde el sur). La capa de agua superior está formada por la Corriente de Canarias que se mueve en dirección norte—sur lo mismo que el viento. Véase la explicación en el texto. Según Hagen (1974).

flechas. La fig. 5a representa el esquema inicial teórico con una capa de agua superficial de poca densidad formada por la Corriente de Canarias que se desvía hacia la derecha (la izquierda en el dibujo) hasta alcanzar el equilibrio geostrofico y deja al descubierto el agua subsuperficial contra la costa. La acción del viento al actuar sobre esta agua recién aflorada, que inicialmente estaba en reposo, crea una corriente de deriva con una circulación transversal en el mismo sentido que el agua superficial pero no puede acoplarse con ella a causa de la diferencia de densidad creándose una nueva celda de circulación (fig. 5c) que se amplía más y más dependiendo de la fuerza del viento. Entre las dos celdas, la circulación vertical es opuesta y se crea una zona de mezcla que impide que éstas sean totalmente independientes (fig. 5d). Como la circulación superficial es en dirección hacia el ecuador, en la capa subsuperficial se crea una contracorriente de compensación en dirección hacia el polo y por consiguiente hay una componente transversal que produce un hundimiento del agua subsuperficial contra la costa, desde 200 m hacia abajo. En la fig. 6 tenemos un corte vertical perpendicular a la costa del Sahara, a la altura de caba Blanco donde está representada la distribución de densidad calculada con los datos obtenidos en la campaña Atlor VII del "Cornide de Saavedra", que se ajusta bastante bien al esquema indicado. Desde las estaciones 39 hacia la 41 y encima de la picnoclina, situada a 60 m, se encuentra el agua de la Corriente de Canarias. Contra la costa hay un afloramiento de agua Central Noratlántica que procede

Fig. 6.— Distribución de la densidad en un corte perpendicular a la costa africana a la altura de Cabo Blanco. Obsérvese la analogía en el esquema de la fig. 5d.



de unos 100 m de profundidad y en la estación 13 hay una zona homogénea que es la zona de mezcla y se observa también el hundimiento. Contra la costa, por debajo de los 150 m se aprecia claramente el hundimiento del agua subsuperficial.

La fig. 7 corresponde a una representación espacial del afloramiento de Suráfrica, en ella se ven claramente las corrientes principales paralelas a la costa y las componentes transversales en un plano perpendicular a la costa, aquí la corriente que produce el afloramiento va en dirección contraria, o sea la costa a la derecha, porque este afloramiento está situado en el hemisferio sur.

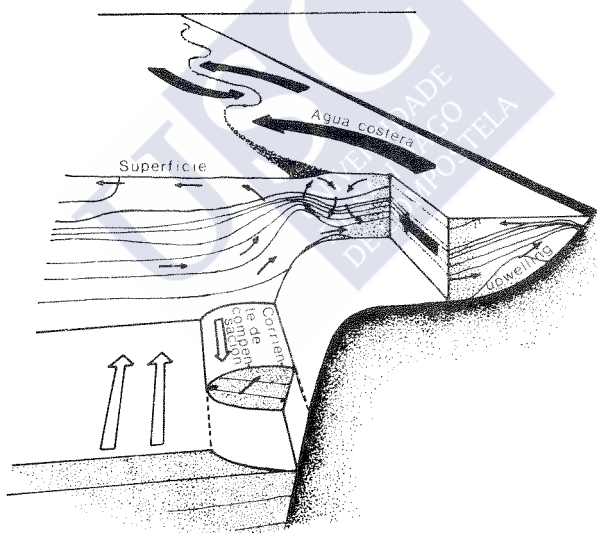


Fig. 7.— Esquema del afloramiento en la región de la Corriente de Bengala, según Hart y Currie (1960). Aquí la dirección de las corrientes es en sentido opuesto por estar en el hemisferio sur.

Un hecho que hay que destacar es que la línea de separación entre la corriente de tipo superficial y el agua aflorada no es recta. El agua superficial, en el NW de Africa, formada por la corriente de Canarias tiene una velocidad bastante uniforme, con variaciones estacionales pero sin cambios bruscos, mientras que la corriente de agua costera recientemente aflorada tiene fluctuaciones fuertes tanto en anchura como en velocidad a consecuencia de la variación en la intensidad del viento, esto produce fuertes ondulaciones en la línea de separación de los dos tipos de agua que incluso puede dar lugar a estrangulamientos apareciendo núcleos de agua aflorada con giro ciclónico. Por otra parte las desviaciones de las corrientes superficiales están muy influidas, como ya se ha indicado, por la distribución del agua subsuperficial y da lugar a estructuras oceánicas complicadas en esta zona próxima a la costa del Sahara. Estas estructuras pueden reconocerse mediante los mapas de topografía geopotencial.

En la figura 8 tenemos uno de estos mapas calculado por Margalef con datos de la campaña Sahara II del "Cornide de Saavedra". Se aprecia bien un giro ciclónico al suroeste de cabo Blanco que produce una elevación del agua inferior como se puede apreciar por la mayor concentración de nitratos representados en la fig. 9 que corresponde a la misma campaña.

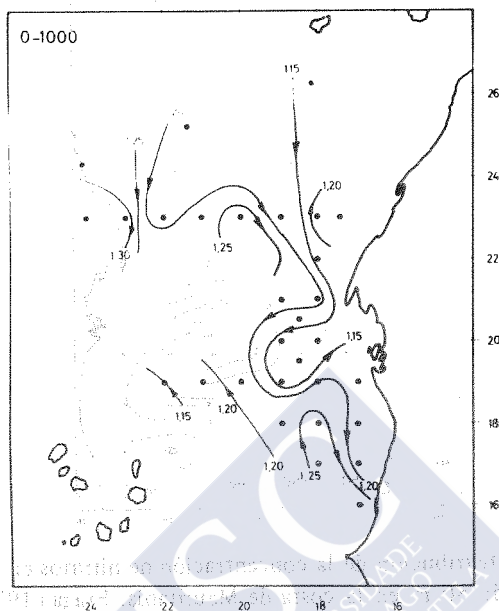


Fig. 8.— Topografía geopotencial en superficie tomando como referencia el nivel de 1000 m. A 19° N, 19° W se observa un intenso giro ciclónico que produce un afloramiento oceánico como puede comprobarse por la mayor concentración de nitratos en la fig. 9. Margalef (1971).

Variación estacional.— Todos los afloramientos de la costa atlántica de la península Ibérica y norte de África dependen del gran giro anticiclónico del Atlántico Norte, que su rama descendente por el lado Este forma la corriente Noratlántica y después la corriente de Canarias. Este gran giro depende de los vientos alisios y por consiguiente, está sujeto a una variación estacional

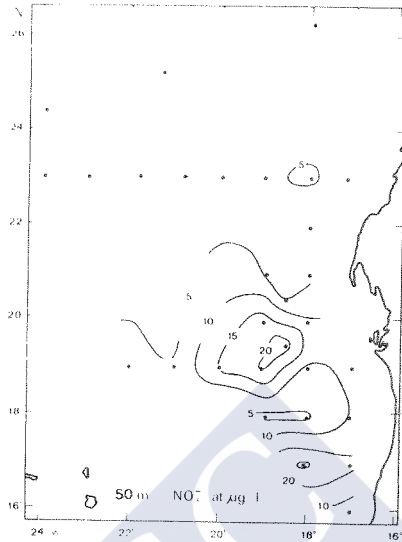


Fig. 9.— Distribución de la concentración de nitratos en el nivel de 50 m en la costa de Mauritania. Fraga (1973). La mayor concentración de nitratos coincide con el giro ciclónico, ver fig. 8.

que repercute en los afloramientos, fig. 10. Durante el verano, los límites de la zona de afloramiento se desplazan hacia el norte y en el mes de Agosto llega hasta el cabo Ortegal donde encuentra una frontera bien marcada por el agua Cantábrica, fig.11. Este afloramiento es bien notorio en toda la costa de Galicia y el agua aflorada penetra en las rías produciendo ese descenso de temperatura que se observa en el mes de Agosto y es una de las causas de la gran riqueza de las rías, tema que se trata con más extensión en el capítulo 3 de este volumen. El límite sur, que está en la costa africa-

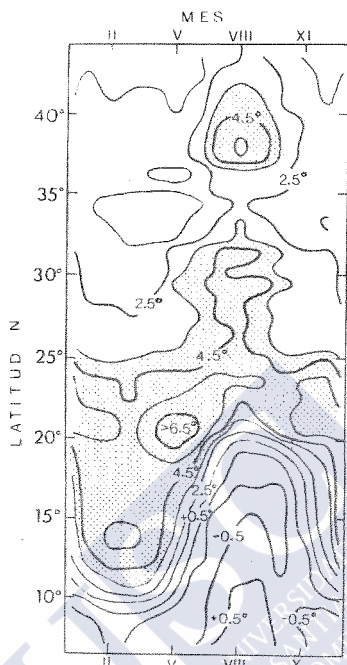


Fig. 10.— Variación anual de la diferencia de temperatura entre el agua costera y la del agua oceánica de la misma latitud. Los valores positivos corresponden al agua costera más fría que la oceánica. La zona punteada indica diferencias superiores a $3,5^{\circ}\text{C}$. Estas diferencias se toman como indicadores de afloramiento costero. Según Wooster, Bakun y Mc Lain.

na, también se desplaza hacia el norte hasta cabo Blanco. En invierno, en la costa Ibérica desaparece totalmente y en Africa se extiende desde Peña Grande, 25°N , hasta cabo Verga, 11°N . En la zona entre Peña Grande y cabo Blanco el afloramiento persiste durante todo el año con mayor o menor intensidad.

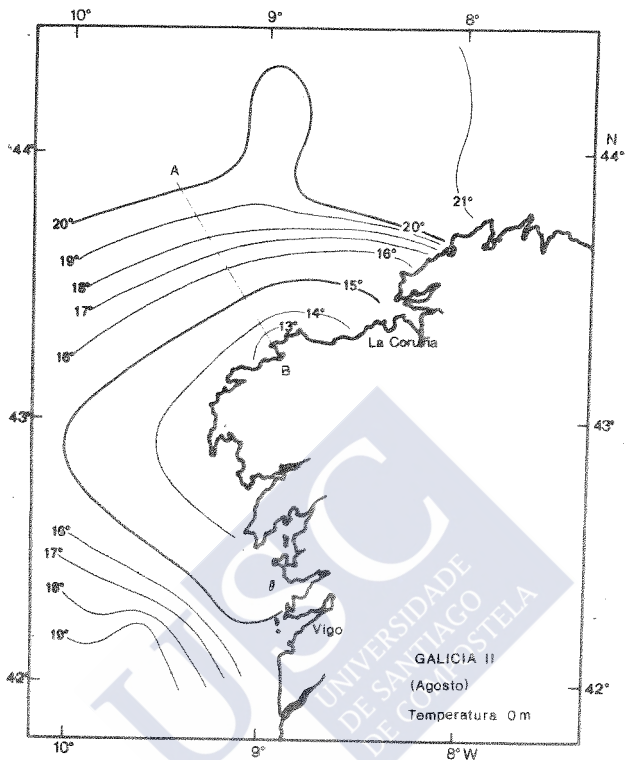


Fig. 11.— Distribución superficial de temperatura en la costa de Galicia durante el mes de agosto, según datos de la campaña "Galicia II" del Cornide de Saavedra.

Consecuencias biológicas.— Desde el punto de vista práctico, lo que nos interesa de un afloramiento son sus consecuencias biológicas. Puesto que la cantidad de carbono orgánico fijado por unidad de clorofila durante una hora (número de asimilación) es una función de la concentración de nitratos y fosfatos, una

velocidad grande de ascensión del agua profunda mantendrá este número de asimilación alto, pero la producción no depende solo del número de asimilación sino también de la concentración de clorofila, por esto juega un papel importante el tiempo de permanencia del agua aflorada en la capa fotosintética así como el mecanismo de siembra de células de fitoplácton en el agua que está aflorando.

En la fig. 12 tenemos un esquema que resume los datos dados por el grupo de trabajo del SCOR que en

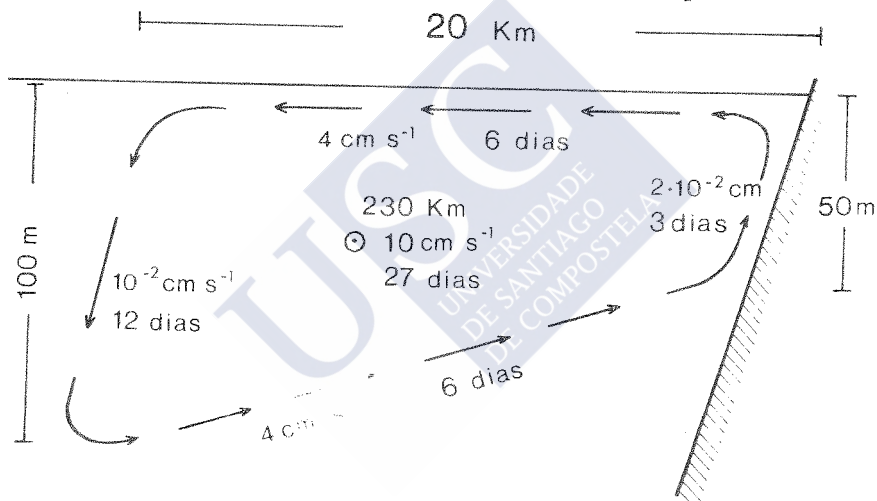


Fig. 12.— Velocidades de circulación del agua en la celda costera (ver el esquema general en la fig. 5) y tiempo invertido en cada recorrido. El pequeño círculo con un punto en el centro, indica la corriente principal en dirección sur, perpendicular al plano del dibujo.

parte son de medidas realizadas en cabo Blanco. Este se refiere únicamente a la celda costera el tiempo de

permanencia del agua aflorada en la zona iluminada, según los datos de velocidad, es de unos 10 días, esto es un ciclo demasiado corto para mantener una población estable del plancton pero el afloramiento total suele alcanzar de 50 a 100 Km mar afuera y por tanto un ciclo más largo.

La siembra de la primera celda se hace por células de fitoplancton que se hunden y alcanzan la corriente ascendente antes de que se mueran. Parte de la población fitoplanctónica pasa a la segunda celda por la turbulencia que se forma en la zona de contacto entre ambas.

En un sistema de ciclo tan corto no sería fácil el asentamiento de una población de zooplancton con un ciclo indudablemente mucho más largo pero la contracorriente asociada al afloramiento y que se dirige hacia el norte favorece la estabilidad de la población de zooplancton, esta es arrastrada hacia el sur con la corriente superficial durante las horas que permanece allí alimentándose. Durante el día, al refugiarse en la capa de agua subsuperficial, es trasladado de nuevo al lugar de procedencia por la contracorriente. Esto permite sostener toda una cadena alimentaria con una producción muy alta.

El valor medio de carbono orgánico fijado por metro cuadrado y día mediante fotosíntesis es unos 2,4 g en la costa NW de Africa y de 1,7 g C/m² día en la Ría de Vigo a finales de Agosto cuando entra en la Ría el agua aflorada en la costa, mientras en el océano es tan solo de 0,2 g C/m² día.

La relación entre el afloramiento y la pesca es muy clara, basta con comparar las toneladas de pesca obtenida por Km² en las zonas de afloramiento con la obtenida en otras plataformas donde no existe este fenómeno. Aquí citaremos como ejemplo la distribución de *Scomber colias* a lo largo del año, fig. 13 cuya variación coincide con los desplazamientos del límite del afloramiento del NW de Africa.

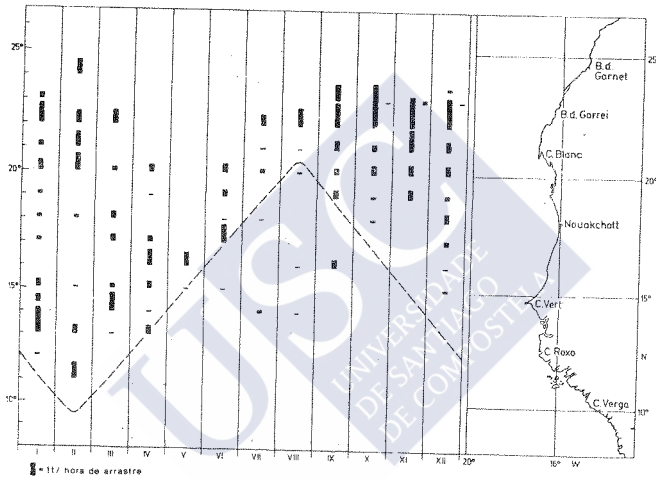


Fig. 13.— Variación estacional del límite meridional del afloramiento del NW de Africa y la distribución de *Scomber colias*. Según Schemainda y Nehring (1974).

BIBLIOGRAFIA

- FRAGA, F.— 1973. Oceanografía química de la región de afloramiento del noroeste de Africa. *I.Res. Exp. Cient. B/O Cornide*, 2: 13–52.
- FRAGA, F.— 1977. Hidrografía de la región de afloramiento de la costa de Galicia. II. Datos básicos de la campaña Galicia II. *Res. Exp. Cient. B/O Cornide*.
- HAGEN, E.— 1974. Ein einfaches Schema der Entwicklung von Kaltwasserauftriebszellen von der nordwestafrikanischen Küste. *Beiträge zur Meereskunde* 33: 115–125.
- HART, T.J. y R.J. CURRIE.— 1960. The Benguela current. *Discovery Rep.*, 31. 123–298.
- MARGALEF, R.— 1971. Una campaña oceanográfica del “Cornide de Saavedra” en la región del afloramiento del noroeste africano. *Inv. Pesq.*, 35 (supl.): 39 págs.
- NEUMANN G. y W.J. PIERSON Jr.— 1966. *Principles of Physical Oceanography*, 545 págs. Prentice–Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- SCHEMAINDA, R. y D. NEHRING.— 1974. Estimation of the mean duration of upwellings

along the coast of NW Africa. *Int. Council
Explor. Sea Hydrog. Com. C*: 9.

SCOR WORKING GROUP 36.— 1975. Coastal
upwelling processes. *SCOR Proceedings* 10:
120—128.

SVERDRUP, H.U., M.V. JOHSON y R.H.
FLEMING.— 1970. *The Oceans their physics,
chemistry and general biology*, 1087 págs.
Prentice—Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.

WOOSTER, W.S., A. BAKUN y D. R. MCLAIN.- 1976.
The seasonal upwelling cycle along the eastern
boundary of the North Atlantic. *J. Mar. Res.*, 34:
131—141.



LAS RIAS GALLEGAS

F. Fraga y R. Margalef

El estudio de la circulación en los estuarios ha adquirido en la actualidad una importancia extraordinaria a nivel mundial a consecuencia de la instalación en sus márgenes de plantas industriales.

En la Ría de Vigo, SAIZ y col. (1957), (1961) y ANADON y col. (1961) han estudiado el intercambio del agua de la ría con el océano y la eliminación del agua dulce aportada por el río, así como la influencia del viento y la amplitud de la marea sobre estos procesos. MARGALEF y ANDREU (1958) calculan la velocidad de ascensión del agua dentro de la ría y su relación con los fenómenos biológicos, en especial con la entrada de la sardina. ALCARAZ (1977) estudia estos procesos de mezcla y los aplica a la pérdida por difusión de copépodos del género *Acartia*. En la Ría de Arosa, GOMEZ GALLEGO (1971) y (s.f.) estudia las condiciones hidrográficas y las relaciona con las corrientes y OTTO (1975) hace un estudio amplio y a la vez detallado de los movimientos del agua.

Aquí únicamente intentamos presentar un esquema general y simplificado que sea común a todas

las rías bajas gallegas, aunque frecuentemente utilicemos datos de alguna ría en particular.

La circulación estuárica

En todas las rías gallegas hay una entrada de agua dulce por su parte interior procedente del aporte del río. Esta, por su menor densidad fluye por la parte superficial mezclándose con el agua salada a medida que avanza hacia la boca de la ría. Por consiguiente hay un transporte superficial de agua salada hacia el océano que viene compensado con la entrada de agua oceánica por el fondo de la ría que se va mezclando verticalmente con el agua superficial que sale. Este modelo se conoce con el nombre de circulación estuárica positiva, fig. 2. En contraposición, hay la circulación estuárica negativa que suele darse en bahías de zonas cálidas y excepcionalmente en determinados momentos y zonas muy limitadas de las rías gallegas. Esta se produce cuando en una bahía, la evaporación supera a los aportes interiores de agua dulce, entonces hay una entrada superficial de agua oceánica para compensar el exceso de evaporación y una salida inferior del agua concentrada. Un ejemplo de esta última en macroescala es el Mar Mediterráneo.

El concepto de circulación positiva expuesto arriba permite hacer un cálculo aproximado del intercambio del agua de las rías con el océano, que es aplicable a estuarios estratificados, como sucede en este caso, donde se han de cumplir las dos condiciones siguientes:

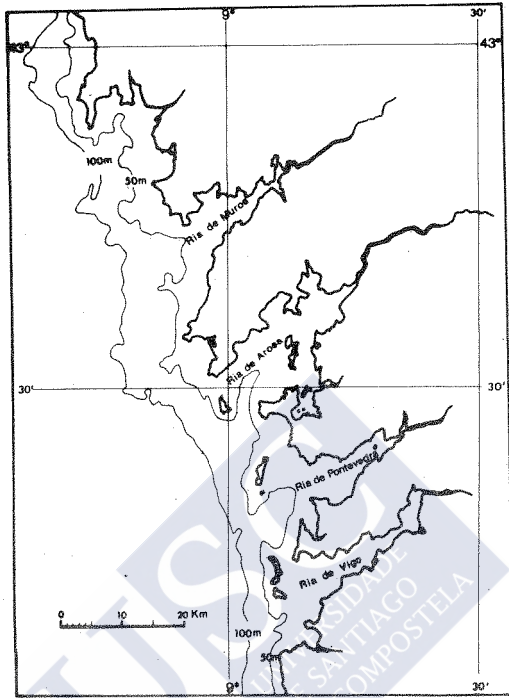


Fig. 1.— Mapa general de las rías bajas gallegas

- 1.— El volumen total de agua que entra en una ría tiene que ser igual al volumen de agua que sale. Si, V es el volumen de agua oceánica que penetra en la ría por la capa inferior; V_s es el volumen de mezcla, de agua oceánica con agua dulce, que sale por la capa superficial hacia el océano y V_r el volumen de agua dulce vertido por el río, se tiene que

$$V_s = V + V_r$$

2.— La cantidad de sal que entra tiene que ser igual a la que sale. Si S_f es la salinidad del agua oceánica que penetra por el fondo y S_s es la salinidad media del agua superficial que sale hacia el océano, se tiene

$$V S_f = V_s S_s$$

de donde el volumen de agua que se intercambia por unidad de tiempo es

$$V = V_r \frac{S_s}{S_f - S_s}$$

Cuadro I

Ría	Muros	Arosa	Pontevedra	Vigo
Longitud Km	18	25	23	33
Superficie Km ²	125	230	145	176
Volumen m ³ · 10 ⁶	2.739	4.335	3.447	3.117
Río	Tambre	Ulla	Lérez	Oitabén
caudal* m ³ s ⁻¹	23,7	15,3	14,8	13,6

* el caudal es la media anual calculada en función de la lluvia caída en la cuenca hidrográfica.

Para tener una idea general de este fenómeno aplicaremos la ecuación anterior a una de las rías gallegas, por ejemplo la de Vigo. En la boca de esta ría la salinidad media anual de la capa superficial entre 0 y 20 m es de 35,1⁰/oo y en la capa profunda de 20 m hasta el fondo es de 35,7⁰/oo, ésto nos da un valor para V de 69 · 10⁶ m³ día⁻¹ que dividido por el volumen total de agua oceánica que hay en el interior

de la ría supone un intercambio con el océano del 2,3⁰/o, este es un valor aproximado puesto que se ha prescindido del proceso de difusión horizontal turbulenta.

La velocidad media de ascenso vertical se calcula de un modo aproximado dividiendo el volumen V entre la superficie de la ría al nivel de 20 m, que es de $64 \cdot 10^6 \text{ m}^2$, se obtiene así un valor de 1,1 m/día. Los valores reales calculados por MARGALEF son mayores, pero aún así resultan bajos si los comparamos con los calculados para los grandes afloramientos costeros como el del NW de Africa que son del orden de 20 m día^{-1} SCOR (1975). La velocidad horizontal es el volumen V dividido por la sección transversal en la boca de la ría desde el nivel de 20 m hasta el fondo, y da una velocidad de $1,2 \text{ cm s}^{-1}$. Este valor es pequeño comparado con las velocidades de las corrientes de marea, que se han registrado en algunas ocasiones hasta 50 cm s^{-1} lo que impide que se puedan hacer medidas directas. Sin embargo, a pesar de la pequeña magnitud de esta componente de velocidad de la corriente de fondo, como se verá más adelante, es la que condiciona la productividad de las rías.

Una comprobación experimental de este sistema de circulación la tenemos en las variaciones de salinidad en la superficie y el fondo observadas frente a la Boca de la Ría de Vigo. Estas son opuestas a consecuencia de que un mayor aporte de agua dulce produce mayor entrada de agua oceánica que se traduce en un incremento de la salinidad en la capa del

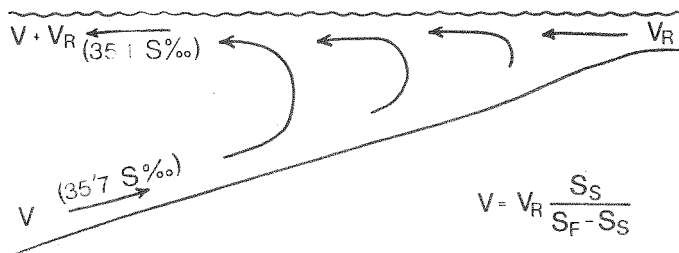


Fig. 2.— Esquema de circulación estuárica positiva en una ría. V_R , volumen de agua vertida por el río. V , volumen de agua oceánica costera que penetra en la ría. S_F y S_S salinidades del agua del fondo y de la superficie en la boca de la ría.

fondo. Las variaciones de salinidad de la capa superficial de la boca de la ría no son siempre producidas por variaciones en el caudal del río sino también por variaciones en su velocidad de vaciado a consecuencia de que el viento juega un papel importante. Vientos del SW retienen el agua dulce en el fondo de la Ría, un cambio del viento al NE produce un incremento momentáneo del aporte de agua dulce. El viento por consiguiente tiene dos efectos que actúan en el mismo sentido, por una parte modifica el aporte de agua dulce que influye sobre el sistema de circulación estuárica producido por cambios de densidad y por otra parte produce un empuje mecánico de la capa superficial, los vientos de componente N refuerzan por tanto la contracorriente del fondo y llagan a producir un transporte vertical de agua sin mezclar que en puntos aislados puede llegar a la superficie formando microafloramientos

momentáneos, puesto que estas condiciones sólo se dan en verano, estos puntos se caracterizan por una temperatura y contenido en oxígeno algo más bajo y una mayor visibilidad del disco de Secchi. En la figura 3 se indican puntos de afloramiento encontrados durante el verano en la Ría de Arosa, OTTO 1975.

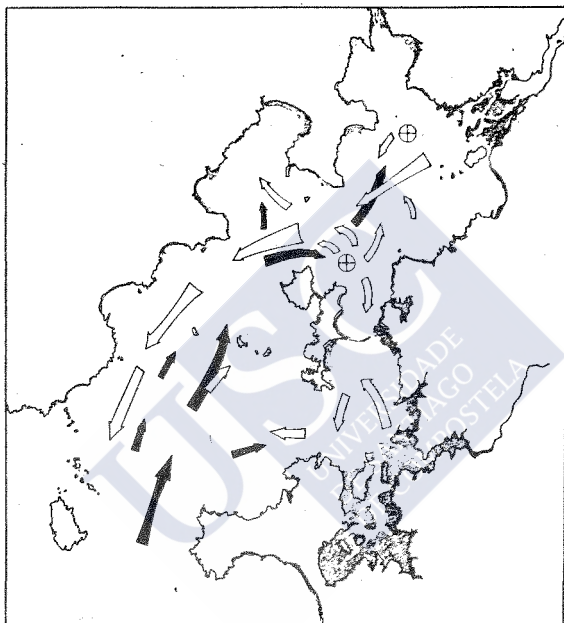


Fig. 3.— Ría de Arosa. Corriente residual después de eliminar las corrientes de marea. Flechas blancas, corrientes superficiales. Flechas negras, corrientes del fondo. Los círculos indican puntos de afloramiento en verano. OTTO (1975).

La correlación opuesta entre la salinidad del agua del fondo y la de superficie tienen algunas anomalías debido a dos causas: lluvias que caen uniformemente repartidas sobre la superficie de la ría y la zona costera adyacente producen un descenso de salinidad superficial sin desequilibrio hidrostático y, por tanto, no viene reflejado en el transporte lateral del agua del fondo y aunque el caudal del río es función de la lluvia, las variaciones de éste se manifiestan con un considerable retraso. Por otra parte, la capa de agua oceánica que penetra por el fondo de las rías no es la misma durante todo el año y sus modificaciones se ven reflejadas en cambios de salinidad que son independientes del sistema de circulación interno de las rías.

Más arriba se habló de la presencia de circulación estuárica negativa en zonas limitadas de las rías. Esta, carece de importancia dentro de la circulación general de las rías, pero en pequeñas ensenadas interiores y durante tiempo limitado puede crear ambientes diferentes al resto de la ría. La concentración del agua no suele producirse del modo usual sino que generalmente tiene lugar en las playas emergidas de pendiente casi nula y durante días de fuerte insolación, su textura rugosa facilita considerablemente la evaporación hasta el punto de cristalizar la sal que se disuelve durante el flujo de marea y se crea un gradiente de salinidad negativo desde la línea de costa hacia el mar. El fuerte calentamiento del agua impide que ésta alcance la densidad suficiente para hundirse, de forma que esta capa salada tiene tan solo el espesor

de la amplitud de marea y la circulación creada por el gradiente de densidad va superficialmente hacia la orilla con una contracorriente residual en sentido opuesto a muy poca profundidad, mientras que el cuerpo de agua inferior sigue el sistema de circulación general de la ría y la circulación de la capa de contacto es común a los dos sistemas de circulación estuárica, negativo en parte superior y positivo en la inferior. OTTO (1975) encuentra una situación de este tipo en la ensenada de la Puebla del Caramiñal en la Ría de Arosa en el mes de julio, y SAIZ (1957) encuentra en el agua superficial de la ensenada de San Simón en la Ría de Vigo $36,13^{\circ}/\text{oo}$ de salinidad y $22,4^{\circ}$ C de temperatura, también en el mes de julio, mientras que el agua del fondo de la Ría en esa misma fecha era $35,19^{\circ}/\text{oo}$ y $14,4^{\circ}$ C.

Influencia del agua oceánica

Las causas que producen las variaciones hidrográficas en el interior de las rías pueden reunirse en dos grupos. Por una parte, el vertido del río y las condiciones climáticas junto con las variaciones de la amplitud de la marea y el régimen de vientos que modifican el intercambio con el agua oceánica y por otra parte, las variaciones en el cuerpo de agua oceánica costera con la cual se está intercambiando el agua de las rías. El agua oceánica no permanece invariable, sino que alternan a lo largo del año dos cuerpos de agua de características totalmente diferentes.

Como se ha indicado en otro capítulo de este volumen, el agua costera de la península Ibérica está influenciada por el giro anticiclónico del Atlántico Norte que durante el verano favorece el afloramiento de agua profunda y cambia la masa de agua asequible a las rías. Este agua, de características bien definidas, con una temperatura más baja y contenido en sales nutrientes alto, se eleva desde unos 200 m y desplaza mar afuera al agua de la capa superior, muy pobre en sales nutrientes y que durante el invierno tiene un espesor que sobrepasa el del fondo de las rías.

En la figura 4 está representado el ciclo anual de la temperatura y salinidad de la capa de agua a 50 m de profundidad en una estación situada a 6 Km frente a la boca de la Ría de Vigo. De octubre a febrero es agua superficial costera y de marzo a septiembre se encuentra a este nivel Agua Central Noratlántica, siendo de origen más profundo en aquellas fechas en que los puntos se encuentran más desplazados en el sentido de la flecha indicada en la figura.

Este cambio del agua exterior repercute en el interior de las rías considerablemente. La primera anomalía que se observa es la forma de la destrucción de la inversión térmica. A partir del mes de octubre, a consecuencia de las condiciones climáticas, se enfría el agua de la superficie y se produce una inversión térmica que se mantiene por el gradiente de salinidad. A principios de marzo esta inversión no se destruye por calentamiento a consecuencia del efecto del sol sobre la capa superior, sino al contrario, por enfriamiento de

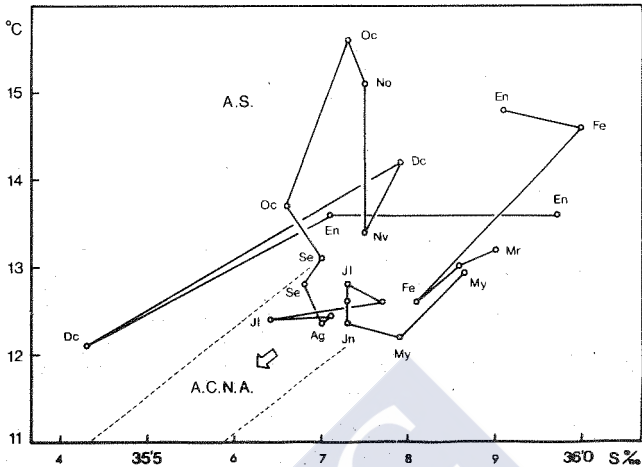


Fig. 4.— Diagrama T-S del agua costera a 6 Km mar afuera de las Islas Cíes a una profundidad de 50 m. AS, agua superficial, ocupa la parte superior e izquierda de la figura. ACNA, Agua Central Nor-atlántica, situada entre las dos líneas de puntos hasta una temperatura de 13,3°C. El desplazamiento de los puntos en la dirección de la flecha indica una mayor intensidad del afloramiento.

la capa inferior, como lo confirman los batitermogramas, que presentan un máximo en lugar de un mínimo, progresando de abajo arriba y coincidiendo con el comienzo de la elevación del agua profunda exterior. Pero la mayor influencia se observa en verano cuando el afloramiento alcanza su máxima intensidad que suele ser en el mes de julio, alcanzando los efectos el interior de las rías con un mes de retraso y produciendo ese enfriamiento típico del mes de

Agosto. En la figura 5 se ha representado, en una estación en el interior de la Ría de Vigo, la variación de la temperatura media desde la superficie al fondo, con lo cual quedan eliminadas las variaciones térmicas por mezclado vertical, en función de la energía solar recibida durante los siete días anteriores. En ella se observa que si prescindimos del ciclo anual, las variaciones de temperatura no dependen de la energía solar recibida sino que incluso son opuestas, es posible

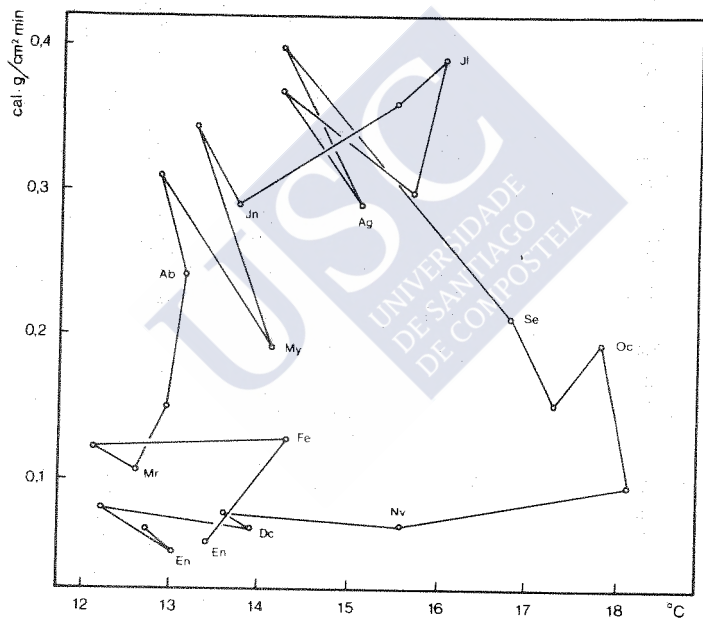


Fig. 5.— Ciclo anual de la energía solar que llega a la superficie de la Ría de Vigo, calculada por la ecuación de Mosby y temperatura del agua en el interior de la ría (1952).

que esto se deba a que en Galicia los días despejados coinciden con viento norte, el cual favorece el intercambio con el agua exterior o bien que ambas causas dependan a su vez de una tercera. En el otoño, a pesar del decrecimiento en la energía solar recibida, la temperatura de la ría aumenta por el cambio producido en el agua exterior a consecuencia del cese total del fenómeno de afloramiento, como puede comprobarse en la fig.4, a pesar de que correspondan a años diferentes.

Las variaciones de temperatura no son aleatorias sino que tienen un ciclo mensual-lunar, FRAGA (1969), presentando un mínimo en novilunio, esto podría atribuirse a que el mayor intercambio con el exterior fuese producido por las mareas vivas pero esta hipótesis hay que descartarla porque este fenómeno se produce independientemente de que la amplitud de marea en novilunio sea mayor o menor que en plenilunio. Una oscilación mensual en el sistema de afloramiento costero está todavía sin estudiar.

El ciclo de las sales nutrientes

De todo lo expuesto hasta ahora, la consecuencia más importante es el efecto sobre el ciclo de las sales nutrientes, nitratos y fosfatos principalmente. El sistema de circulación estuárica positivo es de suyo un concentrador de nutrientes. El agua que penetra por el fondo de las rías, por tanto siempre más rica en sales nutrientes, a medida que avanza hacia el interior se eleva hasta la zona iluminada donde son asimiladas y

transformadas en materia orgánica por el fitoplancton mediante la fotosíntesis. Este material vegetal mientras es arrastrado en dirección opuesta por la capa de agua superficial es transformado por la acción de los animales hervíboros o por envejecimiento, los cuales sedimentan mientras el agua superficial sale por la boca de la ría agotada en sales nutrientes. Las partículas durante la sedimentación son mineralizadas por la acción bacteriana casi en su totalidad, pasando a incrementar la concentración del agua que penetra por la parte inferior y entrando de nuevo en el ciclo biológico. El máximo nivel de nutrientes se consigue cuando el sistema de circulación está acoplado en el tiempo con el ciclo biológico. Una circulación lenta supone un menor aporte de sales nutrientes mientras que una circulación excesiva produce una pérdida de materia orgánica particulada hacia el exterior, por esto las dimensiones de una ría, el aporte del río y todas aquellas otras condiciones que modifiquen la circulación son de extraordinaria importancia para alcanzar el máximo nivel de biomasa.

La configuración batimétrica de las rías también saca beneficio del efecto de Coriolis para el enriquecimiento de nutrientes. Las rías bajas, excepto la de Muros, están parcialmente cerradas por una isla o grupo compacto de islas de forma que la comunicación de la ría con el exterior se hace por dos bocas. La boca norte tiene en todas ellas un umbral de muy poca profundidad, en la ría de Arosa es tan sólo de 5 m, mientras que la profundidad de la boca sur sobrepasa en todas los 50 m. Las corrientes de marea en su

tendencia a circular por la derecha, el agua sale preferentemente por la boca norte que solo permite la salida de agua superficial pobre en nutrientes, mientras que la boca sur no ofrece ningún obstáculo a la entrada de agua profunda.

Sin embargo, la gran riqueza de las rías tiene su origen en el afloramiento costero. La capa de agua superior costera tiene un contenido en nitratos de unas 4 at $\mu\text{g N/l}$, mientras que el Agua Central Noratlántica que se eleva y sustituye a la anterior durante el verano, tiene alrededor 12 at $\mu\text{g N/l}$. Este aporte de sales nutrientes, tres veces superior a lo normal, que penetra por el fondo de las rías, junto con los sistemas de concentración indicados anteriormente son los que le dan este caracter de excepcional riqueza a las rías gallegas. En la figura 6 está representada la variación anual de nitrógeno total para una columna de agua desde la superficie hasta el fondo de la ría, donde se observa un incremento en verano coincidiendo con el afloramiento costero, fig. 4. El máximo de nitrógeno total se encuentra en el mes de agosto con 19,7 at $\mu\text{g/l}$ mientras que el agua que procede del exterior tiene 17,8 at $\mu\text{g N/l}$ (11,9 at $\mu\text{g/l}$ de nitratos + 5,9 at $\mu\text{g/l}$ de nitrógeno orgánico soluble inerte, FRAGA 1967), la diferencia, 1,9 at $\mu\text{g N/l}$, puede atribuirse al nitrógeno acumulado en el interior de la ría por los sistemas de concentración ya indicados.

La variación en fosfatos está amortiguada respecto a la de nitratos a consecuencia del intercambio entre el agua y el fondo fangoso que cubre gran parte del lecho

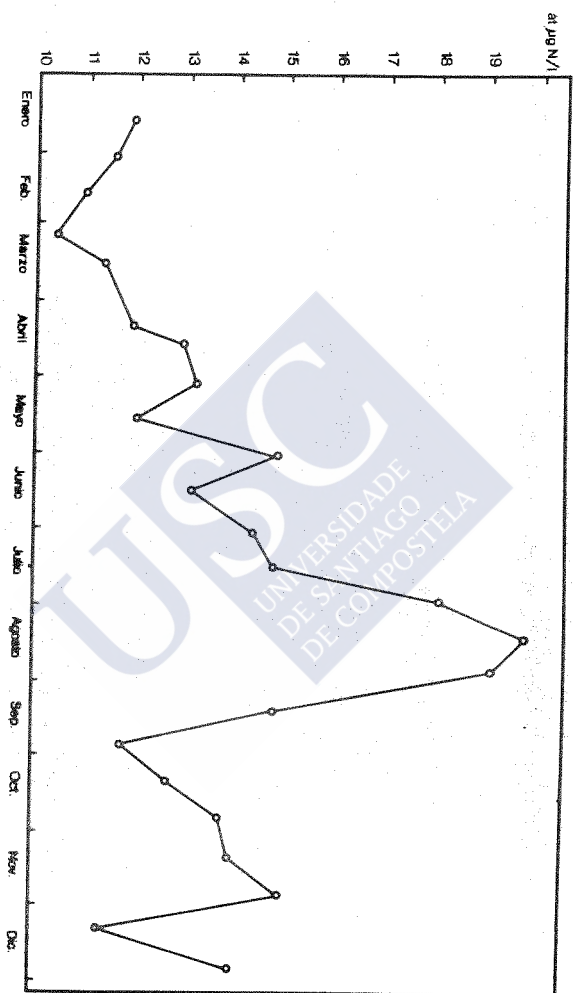


Fig. 6.— Ciclo anual del nitrógeno total (nitratos + nitritos + amoniaco + nitrógeno orgánico particulado + nitrógeno disuelto) en la Ría de Vigo, valor medio desde la superficie al fondo.

de las rías, esto es un fenómeno no exclusivo de las rías sino que se presenta en otros muchos estuarios, ASTON y CHESTER (1976).

Según lo expuesto, la máxima productividad en las rías sería favorecida por vientos persistentes del norte que reforzasen el afloramiento costero y lluvias intensas en la cuenca del río para inducir una entrada de agua oceánica por la parte inferior de la ría pero en Galicia las lluvias se presentan generalmente con viento sur. Por otra parte una circulación estuárica rápida tiene que estar acoplada con un ciclo biológico también rápido cuyos factores son: concentración alta de nutrientes, fuerte insolación y temperatura alta, pero esta última está en franca oposición con la concentración alta de nutrientes a consecuencia de su origen. Por consiguiente, la máxima producción depende del equilibrio de todos estos factores pero sobre todo de su variación ordenada en el tiempo.

Las Rías en el pasado.

Las características hidrográficas de las Rías, tal como se han descrito, reflejan la situación actual, que no debe considerarse como invariable. En particular, de unos años a otros varían la intensidad de intercambio con el exterior y las condiciones de fertilidad. Indudablemente, han existido tendencias o fluctuaciones extendidas sobre períodos de tiempo de muchos años. En el NE del Atlántico se ha manifestado un aumento de la temperatura que culminó hacia 1950, seguida por la tendencia opuesta a un descenso

de la temperatura en las últimas décadas. Las consecuencias de esta fluctuación térmica, o de una correspondiente variación en la intensidad del afloramiento, han podido ser bien seguidas en el desplazamiento del área de dispersión de algunas especies costeras, propias de temperaturas relativamente bajas, y que colonizan el ángulo NW de la Península Ibérica (FISCHER—PIETTE, 1963). Las especies características de temperaturas bajas, como, por ejemplo, el alga feoficea *Laminaria saccharina*, redujeron su área de dispersión hasta 1950, volviendo a expansionarse a partir de dicha fecha.

Los restos de diatomeas, conservados en el sedimento del fondo de las rías, atestiguan cambios comparables en las características del fitoplancton y de las aguas de las rías. En Vigo, las capas más recientes de sedimento, contienen un número rápidamente creciente de la diatomea *Thalassiosira rotula*, que es planctónica, y una rarefacción, acompañada de una disminución del tamaño, de la especie litoral *Melosira (Paralia) sulcata*, una de las formas de presencia más constante en todos los sedimentos de las rías. La diversificación local de los restos de diatomeas presentes en los sedimentos, no sólo en lo que concierne a las especies, sino incluso en las características métricas de una misma especie, así como en la composición de los pigmentos acumulados en los sedimentos (MARGALEF, 1958), atestiguan que, en el proceso de sedimentación, no se uniformizan las características del material que va a parar a los

sedimentos, sino que el sedimento sigue reflejando la distribución heterogénea del plancton en la Ría.

Los sedimentos de las Rías reflejan además una historia mucho más antigua. Las Rías son valles tectónicos hundidos, de profundidad moderada y tal que quedaron en seco durante los períodos glaciales en que el nivel del mar descendió considerablemente como consecuencia de haber quedado retenidas grandes masas de agua en forma sólida, en los casquetes glaciares. Por debajo de una capa de 5 a 8 m de sedimento marino, frente a Bouzas, a un nivel que corresponde a 25—30 m por debajo del nivel del mar medio actual, se encuentra la transición entre el sedimento marino y el sedimento de playa o terrestre presente localmente cuando el nivel del mar estaba más bajo que el fondo de la Ría (MARGALEF, 1956). Desde que el nivel del mar rebasó el nivel del fondo de la Ría, después de la última glaciación, las condiciones de la Ría no permanecieron uniformes y es muy verosímil que durante un tiempo, hace ahora entre 3000 y 5000 años, la temperatura del agua fue más alta que la actual. Indicios de estos y otros cambios se deducen de las características variables del sedimento que se ha ido acumulando hasta hoy.

Un estudio detallado de la sedimentación en las distintas Rías no solo permitiría reconstruir en detalle las principales vicisitudes por las que han pasado durante los últimos milenios, sino también obtener información interesante para evaluar las fluctuaciones climáticas de Galicia durante el Postglacial.

BIBLIOGRAFIA

- ALCARAZ, M.— 1977. Ecología, competencia y segregación en especies congénicas de copéodos (Acartia). 191 págs. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Barcelona.
- ANADON, E., F. SAIZ y M. LOPEZ—BENITO.— 1961. Estudio hidrográfico de la Ría de Vigo. III Parte. *Inv. Pesq.*, 20: 83—130.
- ASTON, S.R. y R. CHESTER.— 1976. Estuarine sedimentary processes, en *Estuarine Chemistry*. ed. J.D. Burton y P.S. Liss. 229 págs. Academic Press. London.
- FISCHER—PIETTE, E.— 1963. La distribution des principaux organismes intercotidiaux Nord—Iberiques en 1954—1955. *Ann.Inst. Ocean*, 40 (3): 166—303.
- FRAGA, F.— 1967. Hidrografía de la Ría de Vigo, 1962, con especial referencia a los compuestos de nitrógeno. *Inv. Pesq.* 31: 145—159.
- FRAGA, F.— 1969. Variación lunar de la temperatura del mar. *Inv. Pesq.* 33: 269— 274.
- FRAGA, F. y F. VIVES.— 1961.— La descomposición de la materia orgánica nitrogenada en el mar. *Inv. Pesq.*, 19: 65—79.

- GOMEZ GALLEGO, J.— 1971. Estudio de las condiciones oceanográficas en la Ría de Arosa, en verano. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 147:
- GOMEZ GALLEGO, J.— (sin fecha). Estudio de las condiciones oceanográficas en la Ría de Arosa, en invierno. *Bol. Inst. Esp. de Ocean.*, 185: 53 págs.
- MARGALEF, R.— 1956. Paleoecología postglacial de la Ría de Vigo. *Inv. Pesq.* 5: 89—112.
- MARGALEF, R.— 1958. La sedimentación orgánica y la vida en los fondos fangosos de la Ría de Vigo. *Inv. Pesq.*, 11: 67—100.
- OTTO, L.— 1975. Oceanography of the Ría de Arosa (NW Spain). *Koninklijk Ned. Meteor. Inst. Mededelingen en Verhandelingen*, 96: 210 págs.
- SAIZ, F., M. LOPEZ—BENITO y E. ANADON.— 1957. Estudio hidrográfico de la Ría de Vigo. *Inv. Pesq.*, 8: 29—87.
- SAIZ, F., M. LOPEZ—BENITO y E. ANADON.— 1961. Estudio hidrográfico de la Ría de Vigo. II Parte. *Inv. Pesq.*, 18: 97—133.
- S.C.O.R.— 1975. Working Group 37, Report of 2nd Meeting. *SCOR Proceedings*, 10: 120—128.



LOS PRODUCTOS PRIMARIOS DE MATERIA VIVA

R. Margalef

Síntesis de materia viva a escala planetaria.

La vida significa un trasvase continuo de materia, con una correspondiente degradación de energía. La energía no se destruye, pero tiene diferente "calidad" antes y después de ser usada en los organismos. Otra característica de la vida es lo que puede llamarse su "miniaturización", es decir, una estructura sumamente heterogénea hasta una escala de dimensiones muy pequeña. En virtud de esta conformación, los seres vivos contienen una gran cantidad de mecanismos en un espacio relativamente pequeño. Tal circunstancia fija ciertas condiciones a la energía que puede ser utilizada por la vida, pues existe cierta relación entre la "calidad" de la energía y el tipo de máquina en la que puede degradarse aún más. A nadie se le ocurriría hacer funcionar un reloj de pulsera con una máquina de vapor. El funcionamiento de los seres vivos exige energía de una calidad mínima, tal como la tienen la energía química y la energía electromagnética de longitud de onda relativamente corta.

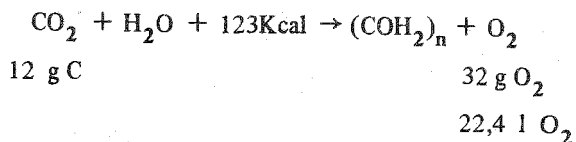
La energía de los enlaces químicos es la moneda habitual de cambio en el interior de los organismos. Raramente se puede utilizar energía de este tipo procedente del exterior. O, cuando se hace, como en las bacterias y en los animales, se trata de energía química que ha sido puesta en esta condición por otros organismos, por las plantas, a quienes por esta razón se califica de productores primarios. En estos casos la energía química es como un acumulador y así va de un lado a otro.

Sin embargo, hay algunas situaciones en que energía química externa puede ser aprovechada en los sistemas ecológicos. Recientemente se han descubierto manantiales de agua “nueva”, procedente de la corteza terrestre, a gran profundidad en algún lugar del Pacífico. Dicha agua no está en equilibrio químico con el agua de mar, como tampoco lo está el agua de ciertos manantiales con el agua dulce y en la atmósfera. En uno y en otro caso, hay organismos (bacterias) que utilizan la energía de las reacciones químicas exotérmicas que, van, por decirlo así, “cuesta abajo”. Pero la contribución de estas fuentes de energía, quimiosintéticas, es insignificante en comparación con la cantidad total de energía que anima la biosfera.

Dicha energía, pues, a los efectos prácticos, procede del Sol. Para la transmisión a distancia no vale la energía química, sino que solo entra en consideración la energía electromagnética. Enseguida aparecen otras limitaciones. La radiación electromagnética comprende un espectro muy amplio

de longitudes de onda. A los efectos prácticos es apropiado considerar la longitud de onda asociada a la radiación como una medida de la concentración de la energía, de la energía asociada a cada fotón o partícula de luz. La longitud de onda muy corta corresponde a fotones de gran energía, cuyo impacto puede alterar la estructura de las moléculas orgánicas. En efecto, la radiación de onda corta, ultravioleta, produce quemaduras, mata bacterias y causa mutaciones. En el extremo opuesto, la radiación de onda muy larga incrementa simplemente la agitación térmica. La radiación de longitud de onda tal que puede ser captada por las moléculas orgánicas y almacenada y utilizada por los organismos es lo que llamamos luz visible y abarca las longitudes de onda comprendidas entre 370 (violado) y 750 nanómetros (rojo) (un nanómetro, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). En términos de energía total, dicha radiación representa algo menos de la mitad de la radiación solar que llega a la Tierra; el resto es radiación infrarroja y ultravioleta.

La energía se mide en calorías gramo o en Joules ($1 \text{ cal g} = 4,1855 \text{ J}$) y el flujo de energía en vatios ($1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$). Conocemos el cambio de energía asociado a las reacciones químicas y, en particular, la que se acepta como representación de la fotosíntesis o de la producción primaria, referida a moles



Leída en sentido inverso, esta ecuación representa la oxidación, o respiración, de la materia orgánica producida. Por supuesto que la realidad es más complicada, pues la energía de la luz en realidad da una capacidad de reducción a la célula, y lo que en último término se reduce es el CO_2 , como en el ejemplo explícito, o bien otros compuestos oxidados de nitrógeno o azufre.

De momento, esta expresión es útil porque permite relacionar la energía usada con la cantidad de carbono asimilado. En efecto, si se forman azúcares o glúcidos, como se supone en nuestra ecuación, la asimilación de 1 g de C representa la acumulación de algo más de 10 Kcal. Al mismo tiempo, dicha ecuación sirve como recordatorio de los métodos más usados en biología marina para medir la producción. De ordinario se confina cierto volumen de agua, con los organismos, dentro de una botella de paredes transparentes a la radiación y se estudian los cambios realizados durante un tiempo definido, manifiestos en el cambio de contenido de oxígeno, en la aparición de materia orgánica nueva o bien, y este es el procedimiento más cómodo y más seguido, el traspaso relativo de carbono de su forma inorgánica disuelta en el agua (CO_2 , HCO_3^- , $\text{CO}_3^{=}$) a la forma orgánica, utilizando un trazador radiactivo (^{14}C), añadido en forma inorgánica, y en pequeñas cantidades, al agua del experimento.

Desde que se introdujo este método, hace un cuarto de siglo, se ha determinado la producción primaria de manera regular en el curso de numerosas

campañas de investigación, realizadas en todos los mares, de manera que hoy se posee una idea de la producción primaria marina y de su distribución, incompleta, es cierto, pero seguramente más detallada que la que se tiene de la vegetación terrestre, donde la técnica más corriente para conocer la producción primaria es la de la cosecha o pesada.

Todos los métodos tienen inconvenientes. Con frecuencia existe incertidumbre acerca de la respiración de los propios productores primarios (vegetales) y, por tanto, en la distinción entre producción primaria bruta o total, y producción primaria neta que es lo que queda después de descontada la respiración propia. Por otra parte los vegetales acuáticos ceden al agua, en forma soluble, una parte de lo que asimilan, entre el 5 y el 20% ordinariamente, difícil de apreciar, pero de indudable importancia en el mantenimiento de otros organismos, principalmente de bacterias. A los efectos de su utilización por otros niveles, por el zooplancton y por los peces, es la producción primaria neta y en materia sólida la que interesa, de manera que en la mayor parte de las publicaciones, las cifras que se dan se refieren a ella o pretenden aproximarse a la misma. El Programa Biológico Internacional, en la década de los 60, ha inspirado numerosos estudios con una metodología relativamente uniforme. Las estimaciones basadas en métodos distintos convergen notablemente y puede empezarse a cartografiar la producción primaria del globo (Margalef, 1974; Lieth y Whittaker, 1975).

Mientras que la vegetación terrestre tiene una organización uniforme, en el medio acuático se distinguen dos tipos muy diferentes de comunidades. Cerca de las costas existen algas relativamente grandes o muy grandes, fijas por la base, así como praderas de fanerógamas acuáticas y, en las aguas dulces, helechos y musgos acuáticos además. Todos estos organismos guardan cierta semejanza con la vegetación terrestre, pero su contribución a la producción primaria de las aguas es relativamente pequeña. En los océanos es con seguridad inferior al 4 % y, probablemente, alrededor del 2%. Esta pequeña participación no está en relación, ciertamente, con el interés que ofrecen en otros aspectos. En cualquier caso, no serán tomadas en consideración en este capítulo, pero se estudian con más detalle en otro lugar. La mayor parte de la producción primaria marina se atribuye al plancton, concretamente a la parte vegetal del plancton, o fitoplancton, formada por organismos muy diminutos que viven suspendidos en el agua. Para decirlo con frase gráfica, se trata de una pradera pulverizada, sumamente reactiva, y suspendida en un medio de cultivo, más bien pobre.

La superficie de los continentes mide 149 millones de km² y las estimas de su producción primaria anual, incluyendo ríos y lagos, quedan generalmente entre 30 y 40 miles de millones de Tm de carbono orgánico (un millón de toneladas = 1 Tg, teragramo). Los océanos cubren 361 millones de km² y las estimas de su producción primaria total oscilan entre 15.500 y 36.100 Tg de C (Ryther, 1969; Koblentz-Mishke y

colab., 1970; Margalef, 1974; Box, 1975). Aunque estas estimas están sujetas a correcciones posteriores, se puede suponer que no variará el orden de las cifras. El conjunto de la producción primaria del planeta es, pues, de unos 78.000 Tg de C por año, equivalentes a unas 800.000×10^{15} cal-g, o a 3.348×10^{18} J por año. Un año tiene 31.536.000 segundos, de manera que dichas cifras equivalen a un flujo de energía de 107×10^{12} vatios, supuesto constante. En realidad, la energía es mayor si se tiene en cuenta que muchos de los datos de origen se refieren a la producción neta, de modo que la total resulta subestimada. De cualquier forma, un hecho es cierto, puesto que la sección de la Tierra intercepta constantemente 178×10^{15} W de radiación procedente del Sol, la síntesis de materia orgánica en la biosfera utiliza menos del uno por mil de la energía del Sol. Si solo se considera la energía de longitud de onda apropiada para la fotosíntesis, dicha proporción se duplica, pero aún así parece asombrosamente baja.

Semejante parsimonia en el uso de la energía nos conduce a sospechar que la evolución no se ha orientado en el sentido de maximar el uso de la energía, sino más bien en el de usar solamente la energía indispensable para la persistencia de cierta organización. Una vez adoptado este punto de vista comprendemos mejor las características de adaptación de los organismos y descubrimos que la hipótesis de querer encontrar un sentido de adecuación en el mantenimiento de un alto flujo de energía no es más que el reflejo proyectado sobre la naturaleza de la

moral puritana de trabajo que, por otra parte, ha sido un motor muy importante en el desarrollo de la ciencia. Sin embargo, tales características de parsimonia de la naturaleza representan un reto a nuestra pretensión de hacerle producir más.

Por unidad de superficie, los continentes producen tres veces más que los océanos. Puesto que la relación entre la superficie de éstos y la de aquéllos es también próxima a tres, resulta que la producción primaria total de la Tierra se distribuye entre mar y tierra en dos partes aproximadamente equivalentes (Fig. 1).

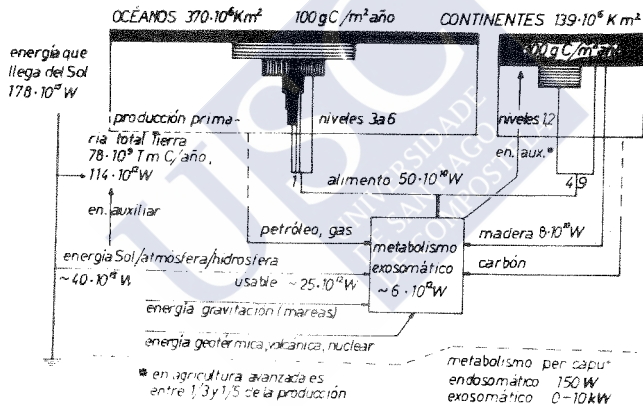


Fig. 1.— La producción primaria total de la Tierra (aproximadamente 78 mil millones de toneladas de carbono por año = $114 \cdot 10^{12}$ vatios) representa una fracción muy pequeña de la energía que llega del Sol y se distribuye, más o menos mitad y mitad, entre mar y tierra. El hombre explota los dos primeros niveles tróficos en tierra, y niveles más altos (3 a 6) en el mar, con el resultado que solo el 20% de sus alimentos proceden del mar. Se indican las diversas fuentes que cubren el metabolismo exomático del hombre, su metabolismo externo.

Condiciones de producción del ecosistema pelágico

El ecosistema pelágico se organiza alrededor de un eje vertical definido por la luz y la gravedad. En promedio, la zona fótica representa solamente 1/100 de la profundidad total, de manera que un largo trayecto del ciclo geobioquímico se desarrolla fuera de la luz, con el consiguiente retardo. Un átomo cualquiera, en cuanto pasa al cuerpo de un organismo, a estar en forma de partícula, tiene una probabilidad finita de dejar la forma particulada y volver a estar en solución a una profundidad mayor de aquella en que ingresó en la parte biológica del ciclo. En términos menos químicos y más biológicos y evolutivos tal proceso representa una explotación continua y pasiva de los componentes del plancton. El fitoplancton, especialmente, ha evolucionado bajo la presión selectiva constante de dicha explotación, responsable del alto coeficiente producción/ biomasa, o tasa de renovación, que caracteriza al fitoplancton. La biomasa del fitoplancton requiere para renovarse de uno a ocho días. Los animales del plancton, principalmente los que filtran de un modo automático, consumen una gran proporción del fitoplancton producido y, en consecuencia, tiene un efecto selectivo sobre la evolución del fitoplancton, pero puede afirmarse con bastante probabilidad de acertar que el consumo por parte de animales representa la utilización de un material que, de otra forma, sería también retirado del nivel de productores primarios. Son adaptaciones importantes del fitoplancton, la pequeñez, que

determina una relación superficie/ volumen alta, una elevada concentración de pigmentos y, en condiciones de turbulencia no excesiva, la utilización de una parte de la energía conseguida en mantener el nivel dentro de la zona fótica, por medio de movimiento propio. La gran mayoría de las células fitoplanctónicas miden entre 10 y 100 μm de diámetro, contienen de 1 a 10 pg (1 pg = 10^{-12} g) de clorofila por célula y pertenecen a los grupos de las diatomeas dinoflageladas y haptofíceas (próximas a las crisofíceas o incluíbles en ellas).

Todas estas características contrastan con las características y composición de la vegetación terrestre. A continuación se precisan con algún mayor detalle las condiciones de producción del fitoplancton, con ayuda de los esquemas de la fig. 2

La naturaleza de los organismos del fitoplancton, las propiedades de su membrana, de sus cromatóforos portadores de los pigmentos, de sus sistemas fermentativos, constituyen los factores internos de producción. La intensidad y calidad de la luz, las disponibilidades en el agua de los diversos nutrientes (básicamente C, N, P, en las proporciones aproximadas 100:12:1) son los factores externos y directos de producción. Los movimientos del agua representan factores externos e indirectos de producción.

La respuesta de los organismos a los factores externos y directos de producción es del tipo de rendimientos decrecientes (fig. 2 D), cuya forma más

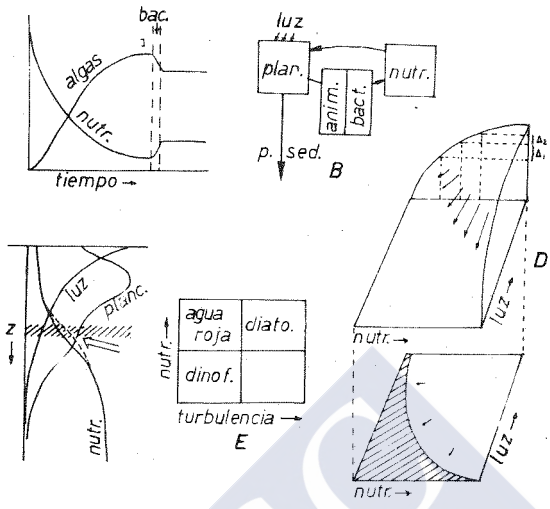


Fig. 2.— Esquemas explicativos de algunas condiciones de producción del fitoplancton. A. En un cultivo confinado, las algas aumentan a medida que se consumen los nutrientes; la introducción de bacterias (bac.) acelera el reciclado y lleva las concentraciones asintóticas a nivel algo diferente del primitivo.— B. En el ciclo nutrientes a plancton y retorno (pasando por animales y bacterias) hay una probabilidad de pérdida por sedimentación a nivel del plancton.— C. La distribución vertical del plancton se acomoda a la repartición de los factores indicados más una probabilidad de sedimentación. Turbulencia a nivel de la flecha ancha provoca el crecimiento del plancton en profundidad; z, profundidad.— D. Velocidad de asimilación (crecimiento), en función de la luz y la temperatura. Incrementos iguales de nutrientes resultan en incrementos decrecientes de crecimiento (Δ_1 , Δ_2). El material producido tiende a moverse hacia niveles deficitarios.— E. Distribución de algunos tipos de plancton (con dominancia de diatomeas, con dominancia de dinoflageladas, agua roja), en función de distintas concentraciones de nutrientes o diferentes intensidades de turbulencia.

sencilla de aproximación matemática es la ecuación de Michaelis—Menten

$$V = V_{\max} \frac{S_i}{S_i + K_i}$$

V = velocidad de asimilación
S_i = concentración del nutriente o substrato i
K_i = constante igual a dicha concentración para V = 1/2 V_{max}
k = constante

o alguna expresión exponencial, como

$$V = V_{\max} (1 - e^{-kS_i})$$

Cuando la velocidad (tasa de multiplicación de una población) depende de diversos factores, los efectos de estos se multiplican (ejemplo, luz x nutrientes) o bien se combinan de manera que prevalece aquel que está más cerca del valor mínimo. En el caso de varios nutrientes presentes en diferentes concentraciones, gobierna la reacción, o actúa de limitante el que da el valor más bajo de la correspondiente expresión de Michaelis—Menten (u otra cualquiera que se adopte); para los demás, en este caso, dicha expresión ha de valer uno, pues idealmente la concentración del nutriente respectivo no es limitante, o sea, se puede suponer infinita.

Los factores internos pueden representarse por la biomasa de la población que aumenta, o por alguna magnitud proporcional a ella, por ejemplo, la clorofila. Es interesante presentar la capacidad de producción de

una población como el cociente entre la luz efectivamente atrapada por las células, proporcional a la clorofila, y la cantidad total de luz absorbida, proporcional a la suma de la clorofila más otras partículas o material presente en el agua, o sea

$$\frac{Cl}{Cl + K_1}$$

Cl = clorofila

K₁ = otro material absorbente de la luz

Esta forma de expresión nos lleva a suponer que las mejores condiciones para el aprovechamiento de la luz se darían cuando la clorofila estuviera concentrada en la capa más superficial, formando un neuston laminar. El neuston está formado por los organismos que viven en la película superficial. Esta disposición maximiza el valor de la función $Cl / (Cl + K_1)$. El agotamiento de nutrientes en las capas superficiales y la agitación de la superficie son factores que, generalmente, se excluyen mutuamente y que, en su acción alternativa, limitan el desarrollo del neuston a charcas tranquilas y ricas en nutrientes (neuston microscópico, *Lemna*, etc.) o a aguas también tranquilas y que cambian con frecuencia de nivel (*Eichhornia*, etc.). En el mar no hay comunidades de este tipo, y las que más se le aproximan son los sargazos flotantes.

Una cantidad de clorofila de 350 a 400 mg por m² absorbe por ella sola el 99^o/o de la luz útil. Es la concentración de clorofila que normalmente contiene

la lámina de las hojas. En la vegetación terrestre, el índice foliar, es decir, la relación entre la expansión de las hojas y la superficie del suelo cubierta por la proyección de la vegetación es alrededor de 4, es decir, hay unas 4 veces más clorofila de la necesaria. El fitoplancton, por sus características "puntiformes" escapa a dicha regularidad y los 300 mg por m² de clorofila representan verdaderamente un máximo. Las concentraciones reales de clorofila son, generalmente, muy inferiores, de 5 a 100 mg ordinariamente. Unos 100 mg de clorofila por m² corresponde a una capa continua monocelular de células, como en un neuston compacto.

La intensidad de la luz a una profundidad determinada es una función exponencial decreciente de dicha profundidad, z, y de un coeficiente de extinción, k

$$I_z = I_0 e^{-ks}$$

Pero kz representa la integral del material absorbente (clorofila y otro) en todo el espesor de 0 a z.

Combinando los elementos comentados separadamente en lo que antecede, podemos expresar la tasa o velocidad de crecimiento del plancton (dimensión t⁻¹) de la siguiente manera, donde C es una constante que combina convenientemente otras:

$$r = G \frac{Cl}{Cl + K_1} I_0 e^{-\int_0^z (Cl + K_1) dz / \min_{i=1} \left[\frac{S_i}{S_i + K_i} \right]}$$

Esta fórmula raramente será utilizable, pues no se tiene toda la información requerida. Mas bien constituye un memorandum o programa. Anticipa que el fitoplancton tiene una superficie de respuesta a la combinación de los diferentes factores y según sea ella para las distintas especies, es posible predecir las que van a ganar en el proceso de competencia, o como se suceden unas a otras a medida que se alteran las condiciones del ambiente. La expresión anterior puede complicarse con refinamientos fundamentados en el resultado de estudios experimentales, pero sin alterar sustancialmente su estructura, ni mejorar su valor didáctico.

En base a la misma fórmula podemos predecir el desarrollo de una población en un medio confinado. Los nutrientes van siendo transferidos al cuerpo de los organismos, con lo que la tasa de multiplicación de estos va bajando, asintóticamente, hasta cierta situación de equilibrio (fig. 2 A). La adición de bacterias, que movilizan los nutrientes en células muertas o moribundas, o de animales, que consumen parte del fitoplancton y reciclan los elementos, volviéndolos al medio, aceleran el ciclo, de manera que, con la adición de heterotrofos, ni la biomasa de fitoplancton es tan grande, ni la concentración de nutrientes en el medio tan baja. Las mismas algas del fitoplancton contribuyen a este reciclado retornando en forma soluble materia orgánica asimilada, que luego es asimilada o destruida por bacterias.

La característica más importante en la organización del plancton se debe a que las células del plancton tienen cierta probabilidad de sedimentarse, de manera que, aún contando que el ciclo de los elementos no se interrumpe, el nivel en el cual abandonan el cuerpo de los organismos y retornan al medio queda por debajo del nivel en el cual fueron asimilados. El efecto de los animales es paralelo, no solo porque en sus migraciones comen más cerca de la superficie que principalmente excretan, sino también porque sus excrementos moldeados y densos se sedimentan a velocidad mucho mayor que las simples algas o el material detrítico derivado de ellas por otras vías.

El resultado del mecanismo descrito es el agotamiento de nutrientes de la zona fótica y su transporte hacia la zona sin luz, donde se acumulan. Donde hay luz no hay nutrientes, y donde hay nutrientes no hay luz (fig. 2, C). Este mecanismo de frenado opera, por otra parte, a muchos niveles, incluso a nivel de los nutrientes. Si la proporción entre ellos en el exterior no es exactamente la misma en que se encuentran en la materia viva, ciertos nutrientes no pueden ser usados, y se acumulan en el medio. Una visión simplista del resultado es que las cosas están fuera de lugar, que en unos puntos sobra lo que en otros hace falta. Esta aparente desorganización del mundo es la base de la estabilización y la diversidad de la biosfera. En muchos casos la abundancia alterna y excluyente de ciertos nutrientes en áreas vecinas se mantiene en la ausencia de mezcla. Si el agua se

mezcla, la composición se uniformiza y la producción primaria se acelera rápidamente. Dicha mezcla puede ser horizontal, entre manchas de agua yuxtapuestas, o bien vertical, entre masas de agua estratificada.

Pero el estado "normal" del plancton coincide con la acumulación de nutrientes donde no hay luz suficiente para que sean utilizados, es decir, con un frenado del proceso de producción, pues la biomasa producida, se desliza inevitablemente hacia niveles donde no hay luz. Se comprende que la producción primaria de la mayor parte de la extensión de los océanos sea comparable con la del desierto.

La situación terminal, de producción mínima, coincidiría con el gradiente más empinado que puede ocurrir para los nutrientes principales (fig. 2, C). La difusión llevaría cierta cantidad de nutrientes hacia arriba, hacia la zona iluminada, pero esta cantidad sería extraordinariamente pequeña y mucho menor de la requerida para explicar los valores más bajos observados de la producción primaria pelágica. Hay que aceptar, pues, que constantemente hay una intensificación de la difusión, en forma de turbulencia generada en la superficie y que progresa hacia la profundidad. Quizá también como turbulencia debida al movimiento de los propios organismos, pero mucho más eficazmente si hay un movimiento vertical ascendente del agua. En agua relativamente estratificada, con las capas superficiales muy pobres en nutrientes, es frecuente que el máximo de producción de fitoplancton se de en condiciones de luz

relativamente débil, allí donde los nutrientes van penetrando o se van difundiendo hacia niveles de luz donde ya es posible la asimilación, en condiciones mínimas.

En estas condiciones que son las que prevalecen, un modelo ideal que describa la tasa de aumento de las poblaciones en función de condiciones precisas de luz y nutrientes, puede ser inoperante y debe ser sustituido con ventaja por otro modelo más amplio, en el que intervengan los movimientos verticales del agua y el plancton, o del plancton con respecto al agua (sedimentación) y la relativa importancia del aislamiento o de la mezcla de estratos o volúmenes adyacentes de agua. Por supuesto, la tasa de aumento del plancton que interviene en el nuevo modelo puede sustituirse por su expresión según la fórmula detallada anteriormente.

Este modelo parte del propuesto por Riley, Stommel y Bumpus (1949):

$$dB/dt = rB - V'(dB/dx) + A'(d^2B/dx^2)$$

- B = biomasa del fitoplancton (pensar en reciclado)
- S = concentración de nutrientes
- V, V' = velocidad según x
- A, A' = difusión turbulenta según x
- V' A' se refieren a organismos
- V A se refieren al agua y nutrientes
- A = A' + a, V = V' + v

y en el que el cambio debido a la actividad de los organismos, que puede incluir también el efecto de consumo por los animales, podría hacerse proporcional al consumo de nutrientes en la zona fótica y a su reposición

$$rB = (-V(dS/dx) + A(d^2S/dx^2))(1-km)$$

donde k se relaciona con la penetración de la luz, lo cual de momento no interesa para continuar desarrollando el modelo, y menos si se supone en sentido horizontal (según x), haciendo $k = 0$, con lo cual, combinando las expresiones anteriores resulta

$$dB/dt = -V(dS/dx) + A(d^2S/dx^2) - (V-v)(dB/dx) + (A-a)(d^2B/dx^2)$$

que, reordenando los términos, se convierte en

dB/dt	+	$V(dB/dx)$	=	$V(dS/dx)$	+
aumento neto		pérdida sedi- mentación		uso de nutrien- tes	
(producción total)				(flujo)	
				+	$A((d^2S/dx^2) + (d^2B/dx^2)) - a(d^2B/dx^2)$
				consecuencia de la falta de con- formidad en las distribuciones de nutrientes y algas	efecto de célu- las ancladas en torbellinos ma- yores
				(mezcla, covarianza de las dis- tribuciones)	(retraso respec- to al movimien- to del agua)

En esta expresión destaca el papel importante de los movimientos (en la práctica importan más los verticales) tanto de las células con respecto al medio, como del agua en tanto que portadora de nutrientes, representados por V , V' , así como de la mezcla de volúmenes de agua en las que se ha llegado a distribuciones posiblemente diferentes (representadas por las segundas derivadas) de nutrientes y algas. De la misma forma se pueden representar las faltas de correspondencia en la distribución de nutrientes distintos, o en la de plantas y animales, todo lo cual tiene gran importancia en la dinámica de las poblaciones planctónicas. Por supuesto, el término de forma

$$A((d^2S/dx^2) + (d^2S'/dx^2) + (d^2B/dx^2) + (d^2Z/dx^2) + \dots)$$

es de tipo espectral, pues ha de dar un valor distinto según la dimensión que se considere, es decir, los máximos coinciden o no coinciden según los espacios que se promedien.

Precisamente en este comportamiento se halla la raíz de la inestabilidad observada en diversas correlaciones entre parámetros que interesan a la biología de plancton. Por ejemplo, las correlaciones entre temperatura, nutrientes (representados por el nitrato) y fitoplancton (expresado por la fluorescencia) a lo largo de perfiles o transacciones (**Estrada y Wagensberg, 1977**), tienen signo diferente según el espacio muestreado. Sobre grandes espacios, la fluorescencia tiene correlación positiva con los

nutrientes y ambos están correlacionados negativamente con la temperatura, mientras que, a pequeña escala, la correlación entre plancton y nutrientes suele ser negativa, reflejando el efecto de exclusión implícito en las últimas expresiones presentadas. En las mismas condiciones la correlación entre temperatura y nutrientes se mantiene negativa, mientras que la correlación entre plancton y temperatura es positiva si hay acumulación de organismos en las aguas estratificadas o de poca turbulencia.

Composición del fitoplancton e interpretación funcional de la forma de las células

Los vegetales del plancton son unicelulares. A lo sumo las células se pueden encontrar unidas en agregados o colonias más o menos deleznable. Las dimensiones más frecuentes de las células se sitúan entre 10 y 100 μm , pero son abundantes organismos aún más pequeños y no faltan células de varias décimas de mm, como *Coscinodiscus*, *Halosphaera* y otras, que, por tanto, resultan visibles a simple vista. Las células con prolongaciones a modo de cuernos (*Ceratium*) o de sedas (*Chaetoceros*), por lo menos en alguna dimensión rebasan ampliamente aquellos límites.

La relación entre las características del plancton y las técnicas empleadas para su recolección conduce a muestras de características muy diferentes. El plancton pescado con una red de malla fina, del tipo de tela que se fabrica para cerner harina, no contiene más que las

células mayores y, usualmente, una fracción de células más pequeñas que las mallas (desde 40 o 50 μm) y que quedan accidentalmente retenidas, aunque no de manera proporcionada. Actualmente ya no se estudia el fitoplancton de esta manera, sino separándolo por centrifugación, sedimentación, o retención sobre filtros de poro muy fino, de una fracción de micra. Examinado de esta manera, el material en forma de partículas que el agua tiene en suspensión aparece formado solo en una parte pequeña de plancton, quizá solo el 1/10, variando de unas a otras aguas, y la mayor parte del material consiste en restos de toda clase, de mudas de crustáceos, excrementos, arcilla, bacterias, etc.

En un mar pobre, como es el Mediterráneo, se cuentan en promedio unas 20 células de fitoplancton por ml. En las costas atlánticas, y aún más en el interior de las Rías de Galicia, la concentración más habitual es de unos centenares o de hasta millares de células por ml. Las concentraciones muy altas colorean al agua, de amarillento (diatomeas) o de rojizo (dinoflageladas). La llamada "purga de mar" consiste en grandes acumulaciones de dinoflageladas y de otros organismos, pero la densidad total de este plancton no es necesariamente más elevada que en otros casos. Lo que ocurre es que el plancton es aparente por ser muy denso en estratos delgados y por debajo de ellos está más esparcido. Si se hacen los censos por unidad de superficie, es decir, por columna de agua de una sección determinada, extendida entre la superficie del mar y el fondo, las diatomeas alcanzan corrientemente,

en la época que les es favorable, densidades totales muy superiores de las que se encuentran en los casos de la purga de mar. Estas son simplemente más vistosas, porque las dinoflageladas que la forman se acumulan en una estrecha capa superficial.

Se comprende que el tipo de distribución vertical del plancton se relaciona con el aprovechamiento de la luz. O bien el plancton se acumula cerca de la superficie, de forma que absorbe mucho la luz y a profundidad ya no hay la luz suficiente para que crezcan otras células, o bien las células activas se distribuyen sobre un espesor mayor. En mares de aguas muy transparentes no es raro encontrar la mayor población de fitoplancton a una profundidad considerable, de 40 a 60 metros, y aún más.

Actualmente el fitoplancton se mide con frecuencia por la clorofila que contiene, pero la correspondencia no es exacta. En promedio, se puede decir que una célula contiene alrededor de un pg (un picogramo = 10^{-12} g) de clorofila. Relativamente a volumen o a peso seco, las células pequeñas contienen relativamente más clorofila que las células mayores.

Los productores primarios del plancton marino pertenecen a grupos diferentes. En cualquier estudio asiduo de una región limitada, por ejemplo, una ría o un segmento de mar abierto asequible desde un puerto determinado, se llega pronto a una lista con 300 o más especies. Es curioso que, contrariamente a lo que pudiera parecer de antemano, el número de especies, aunque por supuesto, no el de individuos, suele ser

mayor en los mares poco fértiles que en los muy fértiles. Una multiplicación rápida, especialmente su va acompañada de pérdidas rápidas por consumo por parte de los animales del plancton, o por simple pérdida por difusión con los movimientos del agua, conduce casi siempre a poblaciones con unas pocas especies dominantes. Es como un cespéd que se siega repetidamente o como un campo de cultivo, que tienden también a una relativa pobreza de componentes. Con toda su variedad, el plancton marino se queda algo corto en relación con el de agua dulce, en el que se conocen más especies y estas de un número mayor de grupos taxonómicos. La razón está en la mayor uniformidad del medio marino, que contrasta con la gran variedad de composición de las aguas dulces y su divergente fertilización que puede alcanzar límites muy altos.

Las cianofíceas son procariotas, llamadas cianobacterias por los bacteriólogos más chauvinistas, y tuvieron una misión muy importante en los primeros tiempos de la historia de la vida, contribuyendo sin duda a la regularización de la composición de la atmósfera y, con ella, del agua de mar. Una vez estabilizada la composición de estos medios, el papel de las cianofíceas perdió puntos y actualmente perviven en situaciones marginales, más o menos rigurosas, que en realidad nunca faltan. Puesto que algunas de ellas pueden fijar nitrógeno gaseoso, como hacen también muchas bacterias y, por asociación con ellas, las leguminosas, se hallan en posición ventajosa en aquellas aguas donde la proporción entre fósforo y

nitrógeno o el suministro de compuestos de nitrógeno se halla perturbado por alguna razón. Esto ocurre con frecuencia en las aguas internas. Pero en el plancton marino prácticamente no hay más que una especie de cianofíceas, en los mares cálidos, que se presenta en forma de copos de filamentos sobre los que asientan bacterias y hasta hongos, constituyendo su asociación lo que se puede llamar, un poco figurativamente, como el único liquen pelágico.

Las dinoflageladas son células de tipo primitivo. Sus cromosomas y su división celular tienen un carácter arcaico y sus restos se encuentran en sedimentos muy antiguos, testimonios de su presencia en el plancton de los mares paleozoicos. Otro argumento indirecto a favor de su antigüedad consiste en la asociación simbiótica de formas de este grupo —naturalmente diferentes de las del plancton— con las madréporas, asociación que es también muy antigua, como atestiguan los arrecifes fósiles. El prefijo dino —en el nombre de este grupo no viene de dino como en dinosaurio, pues las dinoflageladas no son particularmente gigantes a la escala del plancton, sino de dine— que significa girar o dar vueltas, porque las células de las dinoflageladas son característicamente asimétricas y flageladas, con un flagelo impulsor y otro dispuesto en anillo, cuya movilidad determina la rotación de la célula.

Un grupo relativamente antiguo que ha experimentado cambios casi caleidoscópicos es el de las cocolitoforales, que junto con otros menos importantes se incluye

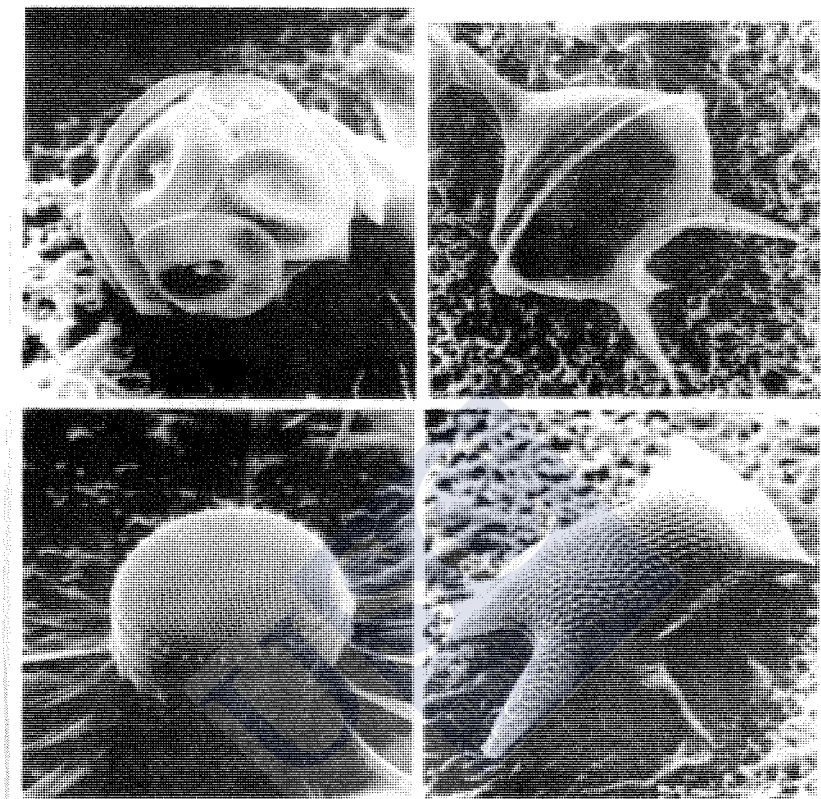


Fig. 3.

Fotografías de fitoplancton al microscopio de barrido.

Arriba, izquierda: *Coccolithus pelagicus* (Cocolitoforal). 3618 X.

Arriba, derecha: *Peridinium diabolus* (Dinoflagelado). 1088 X.

Abajo, izquierda: *Planktoniella sol* (Diatomea). 2839 X.

Abajo, derecha: *Dinophysis tripos* (Dinoflagelado). 1009 X.

dentro de las haptofíceas, un grupo hermano de las crisofíceas. Mientras que las crisofíceas están más diversificadas en las aguas continentales, las haptofíceas alcanzan mayor variedad en el medio marino. Las coccolitoforales se caracterizan por tener la célula cubierta de plaquitas calizas de estructura complicada y característica, de una gran belleza (Fig. 3). Estas plaquitas, una vez muerta la célula se sedimentan y contribuyen a la formación de la creta. Sus restos permiten identificar los cambios en las especies planctónicas a medida que se acumula el sedimento.

Las diatomeas, que parecen elementos muy importantes en el plancton actual, se pueden calificar de advenedizas en relación con los grupos precedentes de abolengo más antiguo. La abundancia de las diatomeas data solamente del terciario. Por su estructura son parientes de las crisofíceas, pero no tienen flagelos y su membrana está incrustada de sílice, formando delicados caparzones vítreos ornamentados por complicados poros y grabaduras. El significado de estos en la nutrición de la célula y en el paso de sustancias a través de la membrana, no se acaba de comprender. Sea lo que fuere, las diatomeas constituyen uno de los elementos más característicos del plancton de aguas frías y turbulentas. Representan a las gramíneas en los pastos oceánicos, muy productivas y ninguna de ellas tóxica.

Aún hay otros grupos de organismos vegetales representados en el plancton, pero son de menor

importancia. Por supuesto, estos y los grupos más importantes que se han mencionado difieren unos de otros por características no solo morfológicas, que son las que se consideran como más importantes en la clasificación, sino también por características fisiológicas y químicas. Por ejemplo, la composición de los pigmentos que acompañan a la forma fundamental o más generalizada de clorofila a, es distinta, de manera que el análisis de los pigmentos contenidos en un plancton proporciona cierta idea de los organismos presentes. No muy exactamente, entre otras razones, porque la composición pigmentaria de una misma especie puede variar algo según sean las condiciones de desarrollo, un poco como las hojas de una planta terrestre que pueden ser más verdes, más amarillentas o más rojizas, según las condiciones o la época del año. Ciertas sustancias son características de determinados grupos. Así por ejemplo, buen número de especies de dinoflageladas producen y acumulan un veneno poderoso, la llamada saxitoxina, razón de la toxicidad de la "purga de mar" y que, en algún momento, se creyó que se podía extraer en cantidad para la guerra biológica.

La identificación y el recuento de los organismos del fitoplancton, en un número muy elevado de muestras, recogidas en todos los mares, a lo largo de muchos años, ha ido nutriendo un largo catálogo de nombres y distribuciones. Algunos trabajos pertinentes a la Ría de Vigo se mencionan en la bibliografía. Este es el aspecto descriptivo del estudio del fitoplancton. La densidad de células es mayor en los mares más

productivos, más ricos. Hacia el fondo la densidad de células vivas disminuye, pues ya no hay luz para multiplicarse y las que se sedimentan son comidas, mueren o se dispersan. Sin embargo algunas células siempre consiguen llegar intactas a gran profundidad. Es sorprendente que puedan recuperarse algunas células vivas de muchas especies de fitoplancton y capaces de multiplicarse en muestras de agua tomadas a millares de metros de profundidad.

También sabemos que existen correspondencias utilizables entre las características del fitoplancton y las condiciones locales. Las diatomeas son muy abundantes alrededor de las zonas de afloramiento y, en general, junto a las costas en las épocas en que el mar se mezcla verticalmente. Por el contrario, en las aguas oceánicas muy transparentes apenas se encuentran más que dinoflageladas y cocolitoforales.

Es tarea del oceanógrafo encontrar una explicación de estas relaciones. En este caso lo más sencillo es dar forma cuantitativa, de simulación, a las hipótesis que podemos construir y tratar de ajustarlas para describir las distribuciones observadas.

Supongamos un mar dividido en una serie de estratos superpuestos, que podemos designar correlativamente como Z_1 , Z_2 , etc. Consideremos un individuo de una especie o, más apropiadamente, un conjunto muy numeroso de individuos de una especie, presentes en un nivel Z_i al tiempo t_1 . Es razonable especular sobre el destino de esta población, y su

distribución vertical en otro momento posterior t_2 . Si todas las células se sedimentan uniformemente, el conjunto se habrá trasladado, por ejemplo, de Z_i a Z_{i+1} , y esto se puede representar por medio de una matriz de probabilidades de transición, como en la figura 4A. Pero es poco probable que todas las células se sedimenten a igual velocidad, si son células nadadoras, probablemente solo se sedimentarán unas pocas y la mayoría conservará el mismo nivel —pagando con la energía invertida en mover los flagelos—, si son pasivas, ciertas células se hundirán más aprisa que otras. El resultado es que, superpuesta a la matriz de sedimentación, o en forma de otra matriz separada, se puede especificar las probabilidades de dispersión en cada caso (Fig. 4B).

El modelo se puede completar con una especificación de las probabilidades de multiplicación asociadas a cada nivel, así como con efectos de suministro de nutrientes (muy influido por la turbulencia) y el consumo por parte de los animales.

	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	
z_1	
z_2	1	
z_3	.	1	.	.	.	(sedimentación)
z_4	.	.	1	.	.	
z_5	.	.	.	1	.	

	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	
z_1	0,2	
z_2	0,6	0,2	.	.	.	
z_3	0,2	0,6	0,2	.	.	(sedimentación +
z_4	.	0,2	0,6	0,1	.	+ turbulencia) B
z_5	.	.	0,2	0,8	.	
z_1	3					
z_2	3					
z_3	2					(supervivencia y
z_4	1					reproducción) C
z_5	0,5					

Fig. 4.— Ejemplo de matrices de transición para describir la dinámica de las poblaciones de fitoplancton, en una masa de agua que se considera dividida en cierto número de estratos (5, de z_1 a z_5).

Esta es otra manera de presentar las condiciones generales de supervivencia y multiplicación del fitoplancton, que complementa a la ofrecida en la sección anterior de una manera muy útil, pues se presenta más a considerar separadamente las características de cada una de las especies, como encajan estas en las condiciones del momento y permite predecir o explicar el predominio de unos u otros tipos morfológicos y funcionales según las condiciones ambientales. Tomando organismos que reflejen las características de especies reales, en lo que se refiere a velocidad de sedimentación, utilización de nutrientes, etc., y aplicando de manera iterativa matrices del tipo de las indicadas, se llega a establecer una relación estrecha entre las condiciones de ambiente

y las propiedades de los organismos, llegando a reproducir el marco que ya se ha indicado, es decir, en aguas de turbulencia y fertilidad elevadas, acaban predominando organismos del tipo de las diatomeas, mientras que en aguas estratificadas y pobres es de prever la dominancia final de las grandes dinoflageladas aplanadas a las que se ha hecho mención. La combinación de aguas fértiles y poco turbulentas conduce a organismos con las características que encontramos en los que constituyen la "purga de mar".

La turbulencia elevada acelera la difusión y el acceso de nutrientes a las capas iluminadas, pero conduce a una fracción importante de las poblaciones a niveles donde la vida activa no es posible y hace inútil cualquier mecanismo autónomo de movimiento. El consumo por parte de animales utiliza una parte muy importante de células que ya se dan por perdidas en la dinámica ordinaria de la población, de manera que no es de esperar una presión muy importante que fuerce al desarrollo de dispositivos defensivos. Es decir, el consumo por parte de los animales se superpone simplemente a la difusión de las poblaciones. En las rías, la difusión horizontal relacionada con las mareas es otro factor importante, que se suma a la difusión vertical y es del mismo signo, explicando gradientes del interior al exterior de las rías en la densidad de las poblaciones de fitoplancton. El mismo principio de razón de que el máximo de fitoplancton no se halla de ordinario junto a la superficie, sino algo más abajo, sin necesidad de suponer un efecto negativo de una luz demasiado intensa, que, por otra parte, no queda

excluido. Se trata simplemente de las consecuencias de la combinación entre sedimentación y difusión que quedan de manifiesto en la fig. 4B. El estrato subsuperficial (Z_2) pierde células hacia el fondo y recibe células del estrato superficial (Z_1), mientras que este (Z_1) no recibe células de otro estrato superior y solo repone su población por turbulencia, aparte de la multiplicación propia.

Si la turbulencia es débil, el agua queda pronto empobrecida; en estas condiciones los que tienen mayores probabilidades de sobrevivir son organismos de tasa de multiplicación lenta, capaces de utilizar concentraciones muy bajas de nutrientes, así como de nadar y mantener cierto nivel, en relación con la penetración de la luz y relativamente bien defendidos frente a los animales.

Los animales son importantes por su posible papel en el reciclado de los elementos y consiguiente estímulo a la productividad del fitoplancton. Pero no debemos engañarnos, su efecto neto es acelerar la migración de los elementos químicos biogénicos hacia la profundidad. En parte porque en general migran, comiendo de noche en las capas altas y excretando de día en aguas más profundas, y en parte también porque, en cualquier caso, sus partículas excrementicias son compactas, por lo menos en los copépodos, y se sedimentan a una velocidad mucho mayor que si se tratara de material detrítico disperso y no comprimido. Estos efectos ya se han recordado con anterioridad, y solo cabe añadir ahora que el efecto

total de los animales del plancton es muy parecido al del hombre, cuando explota la producción agrícola de extensas áreas rurales y concentra finalmente el material junto a una ciudad, posiblemente contaminando las aguas. Este transporte es perfectamente comparable al que hace el zooplancton, que lleva hacia el fondo una parte de la producción primaria de las aguas.

Si queremos imaginar un animal que según cierta manera de entender la ecología se podría calificar de sensato o prudente, dicho animal debería acelerar la producción, cerrar el ciclo, comiendo a gran profundidad y subiendo a excretar en la superficie. Semejante animal no puede existir en el mar por limitaciones termodinámicas, pues le haría falta mucha energía para reunir y concentrar la materia orgánica dispersa en profundidad. Es posible que el animal que más se asemeja a este ideal sea el cachalote, si realmente deposita sus excrementos a niveles más próximos a la superficie que aquellos en los que captura sus presas. Pero estas presas son animales grandes (calamares), al término de una larga cadena trófica y partículas muy pequeñas, de modo que la existencia del cachalote se apoya en un mecanismo trófico complicado, que requiere un medio estable y una considerable inversión de energía en sus diversos niveles.

La existencia de un reciclado de nutrientes y la obvia formación de gradientes dinámicos en todos los procesos descritos tienen manifestación en el espacio

en forma de pequeñas celdillas de circulación. Especialmente en las áreas de afloramiento hay células circulantes que reciben una inyección constante o intermitente de agua profunda enriquecida y frecuentemente muestran un agotamiento de oxígeno en su núcleo, por descomposición de parte de la materia orgánica producida, y a veces, también de nitrógeno por fenómenos de desnitrificación bacteriana. Todo ello es origen o contribuye a la rica estructura en el espacio de las poblaciones marinas.

Energía externa

En las expresiones desarrolladas con anterioridad, la velocidad V y la turbulencia A desempeñan un papel importante. Ambos dependen de energía mecánica, energía implicada en la circulación horizontal o vertical del agua, así como de la degradación de la energía de diversas formas de transporte.

Por interesantes que puedan ser las interacciones entre unos y otros organismos, o los mecanismos fisiológicos de adaptación a distintas condiciones de temperatura, iluminación y nutrientes, el fitoplancton constituye una comunidad determinada esencialmente por las condiciones del medio físico y, sustancialmente, por la energía procedente de la interacción entre atmósfera e hidrosfera.

Esta energía es la que determina la surgencia o afloramiento del agua en algunas áreas privilegiadas, o la turbulencia que se propaga hacia abajo y a partir de la superficie, en todos los océanos en general. La

energía gravitatoria de las mareas contribuye en una menor proporción. En consecuencia, la expresión más sencilla y, probablemente, más correcta de la producción primaria oceánica, sería como una función de la energía externa degradada localmente. Si fuera posible una partición de esta energía en una energía invertida en transporte o advección, y en otra parte que influye a través de la turbulencia, se podría afinar algo más en la relación entre producción primaria (P) y energía (E), que podría construirse alrededor del siguiente esquema

$$\log P = (V/A) \log E$$

El ejemplo ilustrativo más elemental viene de la comparación con la agricultura. El rendimiento de las cosechas se relaciona estrechamente con la energía externa, no fotosintética, invertida en el cultivo, en forma del trabajo de hombres, animales y máquinas, en la preparación de la tierra, abonado y riego, principalmente. De la misma manera se considera que los factores que determinan la producción primaria de los océanos están gobernados por la energía disponible localmente, efectiva en la mezcla, turbulencia o afloramiento, y cuyo origen se halla en la interacción global atmósfera/ océano. Es posible medir esta energía, a partir del intercambio de calor en la superficie, con la ventaja que esto puede hacerse desde el espacio. Pero esto no basta, puesto que puede existir un mecanismo de concentración o canalización de dicha energía, en virtud del cual, energía degradada en

una extensa superficie, o, mejor dicho, una pequeña parte de la misma, se hace disponible o se concentra en un espacio mucho más limitado, como en las áreas de afloramiento, que drenan la energía de extensas regiones oceánicas. Hay, pues, una relación entre la concentración de la energía y el área mínima donde se puede hacer efectiva.

De una manera muy provisional se puede suponer una relación entre energía y producción como la ilustrada en la figura 5, semejante a la relación que se

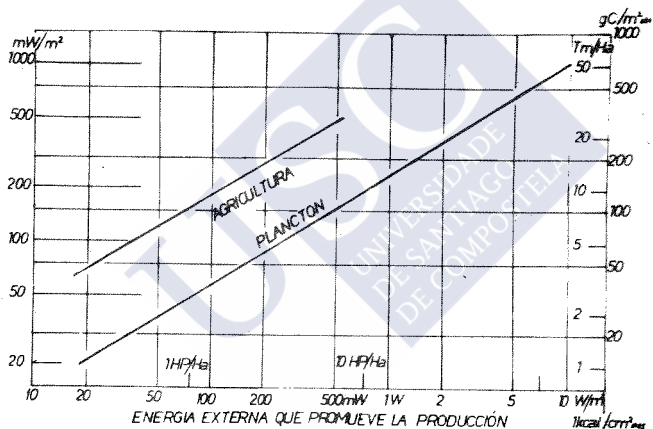


Fig. 5.— Relación aproximada y de orientación entre la energía auxiliar (en abscisas) y la producción primaria que consiente, en el plancton marino y en la agricultura. La producción se expresa en gramos de C por m² y año, en milivatios por m² y en peso fresco de material producido (vegetación terrestre), en Tm por hectárea. Este gráfico se destina solamente a dar idea de los límites y del tipo de relación, pero no pretende precisar más.

observa en agricultura, pero aparentemente más desventajosa. La desventaja es aparente porque en la agricultura no se computa la energía de la lluvia, erosión, evapotranspiración, etc., que es una energía externa que condiciona la producción, de la misma forma que lo hace el movimiento del agua.

El cambio de energía en la superficie del mar se ha estimado de diversas maneras (Reed y Halpern, 1975; Clark y otros, 1974) y se mencionan valores de 300 a 500 calorías por cm^2 y día, o sea, de 150 a 250 W/m^2 . En áreas de afloramiento se supone que localmente se pueden alcanzar valores de 1000 W/m^2 y aún más, lo cual se debe a la concentración local, si se piensa en el valor de la constante solar (1390 W/m^2). Por supuesto, la energía realmente utilizada en promover la producción primaria es una fracción muy pequeña de la disponible, pero en la actualidad es imposible precisar más. Sin embargo, es seguro que la disponibilidad de energía constituye un límite, y en este sentido puede ser útil para anticipar la producción máxima. De hecho, la distribución de las áreas marinas de mayor fertilidad se puede poner en relación con la topografía geopotencial de la superficie marina, íntimamente ligada a la distribución local de la degradación de energía en el sistema océano/atmósfera (Fig. 6).

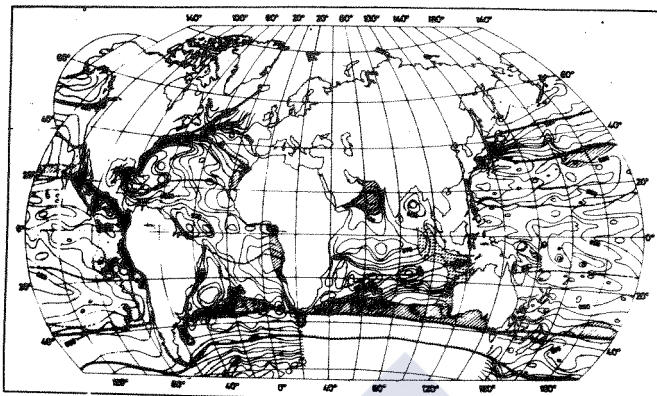


Fig. 6.— Topografía dinámica de la superficie de cero sobre la de 1500 decibares, según Byrkov y Neuman, en centímetros dinámicos. Isolíneas de 10 en 10 o de 5 en 5 cm. Se distinguen cinco comunidades zonales, una tropical, entre las líneas de trazos, dos centrales, entre las líneas de trazos y las líneas seguidas con rayitas perpendiculares, y dos templadas, entre sendas líneas con rayitas perpendiculares. Las áreas de mayor producción se señalan con rayas oblicuas, más densas donde la producción primaria es mayor. Según Beklemishev, 1969.

Distribución mundial de la producción primaria y posibilidades de influir en ella.

Las áreas marinas cuya producción primaria es comparable a la vegetación terrestre de bosque o de prado, son muy limitadas, constituidas por las cuatro principales áreas típicas de afloramiento, en el borde oriental de los grandes océanos, entre latitudes medias

y bajas (Fig. 6, California, Perú, Sahara y SW de Africa), más algunas otras localidades favorables con mecanismos diversos de ascensión de agua profunda. En numerosas áreas costeras y mares relativamente cerrados (Mar del Norte, etc.) la producción primaria es comparable a la de formaciones terrestres como la estepa y la pradera. Todas las áreas de alta fertilidad funcionan con lo que se puede llamar cierto "stress" y eliminan del ciclo una parte del fosfato que se deposita en el fondo. Debajo de todas las áreas actuales de afloramiento hay acumulación de fosforitas (véase, por ejemplo, el mapa publicado en 1970 por el U.S. Geological Survey) y, por supuesto, los depósitos fósiles de fosforitas se pueden utilizar en la interpretación de la distribución de la fertilidad marina en pasado. Por supuesto, además de perder fósforo, los sistemas de afloramiento importante tienen un balance negativo en relación con el oxígeno y el nitrógeno, pues una fracción de cuyos elementos pasa a la atmósfera.

Tal como se estudia en otro capítulo de este libro, las costas gallegas están sometidas a una surgencia o afloramiento de intensidad moderada, que, por desgracia, no ha sido todavía estudiado de la manera que merecería su importancia en el condicionamiento de la fertilidad de nuestro mar. Dicho afloramiento es responsable, en parte, de la temperatura relativamente más baja de estas costas, que contrasta con la temperatura más elevada de la costa cantábrica y Golfo de Vizcaya. Precisamente las fluctuaciones en el límite de las especies de agua fría que viven en la costa gallega

y del norte de Portugal, estudiadas por Fisher–Piette y Seoane, se pueden interpretar también como testimonio de fluctuaciones de largo período en la intensidad del afloramiento y, quizá, de variaciones concomitantes en la fertilidad del Mar de Galicia.

Pero todas las áreas de producción relativamente elevada o comparable a la terrestre constituyen más bien una excepción, y más de tres cuartas partes de la extensión oceánica es comparable al desierto, en lo que a productividad se refiere.

En tierra, el hombre utiliza los productores primarios, es decir, las plantas, y un primer nivel de producciones secundarios, constituido por animales herbívoros que proporcionan carne (Fig.1). En los océanos, la imposibilidad de colectar el fitoplancton —que por otra parte sería de difícil utilización, incluso si se pudiera pescar— el hombre utiliza niveles tróficos más elevados. La consecuencia es que tan solo una fracción muy pequeña de producción primaria marina resulta asequible al hombre. Se comprende que la contribución de los océanos a la alimentación de la humanidad sea muy pequeña y no se vislumbren esperanzas de mejorarla sustancialmente. Probablemente la cantidad total de carbono orgánico que el hombre puede extraer del mar no rebasará unos 10 millones de toneladas de carbono anuales. La pesca actual representa entre 60 y 70 millones de toneladas anuales de peso total (unos 5 millones de toneladas de carbono) y la estima máxima de una producción total sostenible, elaborada por diversos técnicos, no rebasa

los 200 millones de toneladas de peso fresco al año. La recolección del producto implica normalmente un elevado consumo de energía auxiliar en la exploración, navegación, pesca, congelado, transporte, etc., que, en unidades de energía es de 5 a 6 veces mayor que la energía contenida en la pesca, en la pesca de altura. Claro que la calidad de la energía es diferente y no se puede sustituir la energía de las proteínas del pescado por la del petróleo, pero la relación es elocuente en el sentido de anticipar la sensibilidad de la explotación pesquera respecto a las disponibilidades al encarecimiento de las fuentes de energía, fragilidad económica a la que se añaden las dificultades de todo orden asociadas con la precipitada ampliación de las áreas de dominio de las diferentes naciones.

En estos últimos años se expresan esperanzas en el posible cultivo de las aguas marinas. Ha de basarse en un incremento local de la fertilidad que, unido a cierta orientación en la estructura de las cadenas tróficas, se espera pudiera proporcionar una cantidad considerable de alimento de buena calidad. El problema fundamental está en la necesidad de energía externa para promover la producción primaria, sea energía luminosa (luces en el fondo del mar), o energía mecánica para elevar el agua profunda rica en elementos nutritivos (reactores nucleares sumergidos, o utilizar el viento, las mareas, o, de forma adecuada, las diferencias de temperatura entre diversos niveles). La alternativa es introducir fertilizantes, sean nutrientes minerales, que son caros, o bien los residuos

de la civilización, combinando así de manera armónica, el problema de la fertilización con el de la eliminación de los desechos orgánicos.

En el momento actual, solamente esta última posibilidad merece una atención inmediata. Es probable que los problemas más difíciles de resolver sean los de escala. Cómo se lleva el esquema de laboratorio, donde se puede contar con una fácil mezcla y dirigir los flujos de manera conveniente, a la realidad natural, donde deberían combinarse en instalaciones de muy gran tamaño, una aportación de nutrientes en forma de compuestos orgánicos e inorgánicos, con la presencia, deseable, de materia particulada, también orgánica e inorgánica, y combinando el uso de cierta energía externa, que puede consistir en energía térmica resultante de los sistemas de refrigeración, a la que quizá convendrá complementar con otra energía, para encauzar los procesos de producción en áreas cuyas condiciones naturales han sido más o menos modificadas por obras adicionales.

BIBLIOGRAFIA

- BEKLEMINISHEV, C.V.— 1969. *Ecology and biogeography of the open ocean*. Publishing House “Nauka”, Moscow, 291 págs.
- BOX, E.— 1975. Quantitative evaluation of global primary productivity models generated by computers. En Lieth y Wittaker, 1975, págs. 265–283.
- CLARK, N.E. y colabos.— 1974. Heat exchange between ocean and atmosphere in the Eastern North Pacific for 1961–1971. *NOAA Technical Report NMFS SSRF-682*.
- ESTRADA, M., y M. WAGENSBERG.—(en prensa). Spectral analysis of spatial series of oceanographic parameters (fluorescence, temperature, concentration of nitrite and of nitrite and nitrate).
- KOBLENTZ–MISHKE, O.J., V.V. VOLKOVINSKY y J.G. KABANOVA.— 1970. Plankton primary productions of the world ocean. *Scientific Exploration of the South Pacific*, edit. J.S. Wooster, págs. 183–193. Nat. Acad. Sci., Washington.

- LIETH, H. y R.H. WHITTAKER, edits.— 1975. *Primary productivity of the biosphere*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New ork.
- *LOBO, F.— 1973. *Los Oceanos*. Salvat Edit., S.A., Barcelona, 143 págs.
- *MARGALEF, R.— 1967. *La ciencia del mar* Consejo Sup. Inv. Cient., Deleg. Barcelona.
- MARGALEF, R.— 1974. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951 págs.
- *MARGALEF, R. y H. GINES, edits.— 1967. *Ecología marina*. Fundación La Salle, Caracas, 711 págs.
- *MASSUTI, M. y R. MARGALEF.— 1950. *Introducción al estudio del plancton marino*. Consejo Sup. Inv. Científicas, Barcelona, 182 págs.
- *REED, R.K. y D. HALPERN.— 1975. The heat content of the upper ocean during coastal upwelling. Oregon, August 1973. *J. Phys. Ocean*, 5 • 379–383.
- RILEY, G.A., H. STOMMEL y D.F. BUMPUS.— 1949. Quantitative ecology of the plankton of the Western North Atlantic. *Bull. Bingham Ocean. Coll.*, 12(3) • 1–169.
- RYTHER, J.H.— 1969. Photosynthesis and fish production in the sea. *Science*, 166: 72–76.

*SKINNER, B.J., y K.K. TUREKIAN.— 1976. *El hombre y el océano*. Ediciones Omega, Barcelona, 150 págs.



* Obras de interés no citadas en el texto.

LA CADENA QUE CONDUCE A LOS PECES Y A LOS CETACEOS

M. Alcaraz y F. Vives

Si bien el conocimiento de los peces por el hombre es tan antiguo como la humanidad misma, los mecanismos de la cadena alimentaria marina no empezaron a aclararse hasta la primera mitad del siglo pasado. Fue precisamente cuando Thompson en Irlanda (1828) y Müller en Helgoland (1844), filtrando agua a través de una tela de pequeñas mallas, lograron separar de ella unos diminutos organismos, cuya existencia era desconocida hasta entonces. La belleza y originalidad de las formas de aquellos corpúsculos despertó el interés de los hombres de ciencia, que en un principio se dedicaron a su dibujo y descripción. Sin embargo, y dada la multitud de organismos diferentes, poco a poco creció el interés por esta nueva comunidad, que no tardó en recibir nombre propio: el **plancton** (palabra de origen griego que significa lo que va errante, de aquí para allá, sin más rumbo que el que puede darle la masa de agua que lo traslada). V. Hensen, que fue el autor del nombre, ya vislumbró por aquel entonces la enorme importancia que tenían estos

organismos en el ciclo biológico marino al concebir claramente lo que el plancton representaba en la fertilidad de las aguas.

El zooplancton. Diversidad de tamaños y adecuación de los métodos de estudio.

La inmensa mayoría de los animales que forman parte del plancton son de pequeñas dimensiones; basta observar una muestra capturada con una red de las que normalmente se usan en estos estudios, para comprobar como la multitud de organismos pescados ocupan unos pocos centímetros cúbicos. Este plancton concentrado forma una papilla muy dividida en la que se encuentran inmersos unos pocos elementos macroplancónicos.

Acabamos de indicar que para su captura utilizamos una “red de plancton”, sin embargo la variabilidad de tallas de estos organismos, unida a sus diversas abundancias obliga a utilizar tipos de redes muy diferentes para poder conseguir una muestra representativa de la comunidad a estudiar.

Una de las clasificaciones establecidas para los organismos planctónicos hace referencia precisamente a sus tamaños. Así se ha llamado **ultraplancton** a aquellos organismos de tallas inferiores a las 5μ . (bacterias, microflageladas, etc.); **nanoplancton**, a los comprendidos entre las 5 y las 50μ . (ciliados oligotricos, cocolitoforales, etc.); **microplancton**, a los que tienen entre 50 y 500μ . (nauplius de copépodos,

larvas de moluscos, tintínidos, dinoflagelados, etc.); **mesoplancton** a los que oscilan entre 0,5 y 5mm (copépodos, cladóceros, ostrácodos, etc.); **macroplancton** a los que muestran tallas comprendidas entre 5 y 50 mm (eufausiáceos, salpas, etc.) y **megaloplancton** a los superiores a estos tamaños (medusas acalefas).

Las pescas con red provista de cono filtrante con mallas de 200 ó 250 micras (las más usadas) contienen generalmente más del 90^o/o de individuos de tallas comprendidas entre 0,4 y 2 mm; sin embargo, hemos de tener en cuenta que una gran cantidad de formas, que no sobrepasan las 30 micras (ciliados oligotricos), se presentan en cifras que van de 50 a 12.000 individuos por litro (MARGALEF, 1963) con valores próximos a los 900 ind./litro, por lo que las redes antes indicadas de poco nos servirán para su estudio.

Por lo general, la concentración de individuos es menor a medida que aumentan sus tamaños, de forma que, cuando se desea estudiar algún grupo que contenga formas grandes (organismos de tallas superiores al centímetro), es necesario filtrar gran cantidad de agua (excepción hecha de algunos grupos que se presentan formando densos enjambres como sucede por ejemplo con las salpas), ya que, de no hacerlo así, la representación de los mismos en las muestras sería muy baja y, por tanto, los valores no serían significativos. Por el contrario, cuando se trata de estudiar formas pequeñas, lo más importante a tener en cuenta es la selectividad de las redes utilizadas. Si en

un mismo marco montamos varias redes provistas de mallas de diferentes tamaños y efectuamos una pesca horizontal a cualquier profundidad, obtendremos muestras cuya composición será diferente; principalmente las formas más diminutas (larvas de lamelibranquios, nauplius y primeros copepoditos, etc.) con mallas de 250 micras, apenas estarán representadas; en cambio, con red de 100 micras, se capturan en grandes cantidades. No obstante existen grupos zoológicos cuyas tallas resultan mucho más pequeñas todavía, por lo que las redes no son recomendables para su estudio. Lo mejor, en este caso, es recoger una muestra de agua que, según sea la riqueza de la zona, puede oscilar entre menos de 1 litro y 30 litros, y pasarla a través de filtros adecuados; a veces para el nanoplancton se han usado filtros de celulosa (Millipore). Después de la filtración, puede deshidratarse y aclararse con aceite de inmersión y montarlos en preparación microscópica. En otras ocasiones, pueden usarse filtros construidos con redes de mallas muy pequeñas (hoy se fabrican de 0,5, 1, 10, 20 micras, etc.) con los que es posible retener el plancton contenido en aquellos volúmenes.

Finalmente indiquemos que para las formas más diminutas se utiliza, como se hace con el fitoplancton, la sedimentación de muestras de agua de pequeño volumen (100–150 ml.), previamente fijadas, y haciendo uso del microscopio de platina invertida (de Utermöhl).

Sin embargo, a pesar de la imprecisión de las redes, cuando se procede al estudio de las poblaciones planctónicas en general, su uso es obligado puesto que es necesario filtrar grandes volúmenes de agua para poder lograr muestras representativas.

Composición sistemática y estructura de las comunidades.

El zooplancton está constituido prácticamente por todos los grupos de animales marinos. Entre ellos, unos tienen vida estrictamente planctónica, constituyendo el **holoplancton**, mientras que otros forman parte de esta comunidad durante las primeras fases de su existencia, formando el **meroplancton**. Así pues, desde los protozoarios hasta los vertebrados, todos los grupos tienen sus representantes planctónicos.

Ahora bien, dentro de este inmenso conjunto, tan heterogéneo, podemos distinguir dos grandes grupos: uno constituido por animales "gelatinosos", tipo medusa o salpa que, como veremos más adelante forman el **plancton no productivo**; y los que, como los crustáceos y las larvas de moluscos y peces, constituyen el **plancton productivo**. Entre los primeros hemos puesto como ejemplo las medusas dado que este grupo es mucho más frecuente de lo que a primera vista pudiera creerse; así hay pescas de plancton que incluyen a miles de estos organismos, cuyas tallas oscilan entre 2 y 15-20 mm. En las costas gallegas son muy frecuentes p.e. *Liriope tetraphylla* y *Phialidium haemisphericum*, de las cuales esta última procede de la

forma pólipo o sea que representa, dentro de las hydromedusas, un ejemplo típico de vida alternante, mientras que la primera como trachymedusa que es, se pasa toda su vida formando parte del plancton. Ambas, como la inmensa mayoría de medusas, son carnívoras y se alimentan principalmente de crustáceos planctónicos (copépodos), quetognatos, larvas diversas, etc.

Otro grupo importante lo forman las grandes medusas—acalefos o escifomedusas— que son las más conocidas tanto por su tamaño como por su vistosidad. Por lo general pueden encontrarse en los primeros metros superficiales, siendo muy típicas *Chrysaora hysoscella* y *Aurelia aurita*, la primera de colores amarillentos, más o menos parduzcos y la segunda casi transparente y con cuatro círculos (gonadas) en la parte externa y superior de la umbrela. Ambas se alimentan de plancton.

En las aguas gallegas también abundan otros animales próximos a los anteriores, tales como los sinóforos y los ctenóforos. Los primeros, cuyas campanas natatorias y brácteas a veces se encuentran a miles en la pesca de plancton, se hallan distribuidos tanto en las zonas neríticas como en las pelágicas de alta mar, siendo abundantísimos los individuos pertenecientes al género *Muggiaea*.

Los ctenóforos, aunque también se encuentran por todas las costas gallegas, no se hallan en grandes cantidades, sin embargo, dado sus tamaños relativamente grandes (hasta algunos centímetros), son

importantes desde el punto de vista trófico; entre ellos los *Beröe* y *Pleurobraquia*, constituyen los géneros más frecuentes y, como los grupos anteriores, son típicamente carnívoros.

Dando un gran salto en el orden sistemático, veamos otros grupos que también constituyen un importante eslabón dentro de la cadena alimentaria, y, como los anteriores, constituyen grandes devoradores de plancton; nos referimos a las salpas y doliólidos. Estos animales forman a veces extensos bancos que ocupan generalmente las primeras decenas de metros (30–60 m), principalmente las salpas, que en muchas ocasiones se hallan en concentraciones tales que incluso pueden dificultar las operaciones de las pescas comerciales de cerco al taponar las redes e impedir la evacuación del agua de la gran bolsa que se forma una vez cerrada la red. Los doliólidos, de tamaños más pequeños, forman también grandes enjambres aunque sin alcanzar la importancia de las salpas. Unos y otros grupos, junto con los apendicularios, constituyen importantes depredadores, principalmente del plancton vegetal.

Las zonas invadidas por estos bancos, especialmente en momentos de notable producción primaria, se empobrecen rápidamente. Las aguas se “vacían” de fitoplancton lo que repercute en el resto de las poblaciones que normalmente se encuentran en las mismas aguas. Así por ejemplo los copépodos y otros grupos importantes, faltos de su alimento básico, muestran concentraciones muy pobres comparadas con

las de otras zonas que, en las mismas fechas, no han sufrido aquellas invasiones.

Dentro del **plancton productivo** podemos incluir prácticamente el resto de grupos zoológicos que forman parte de esta comunidad animal, siendo el más importante, tanto por su número como por su variedad de especies, el de los crustáceos.

Entre estos animales se hallan grupos tan importantes como los copépodos y los eufasiáceos, cuyo número a veces constituye más del 90^o/o de la totalidad de planctontes. Figuran entre los más importantes transformadores del plancton vegetal en carne y constituyen un eslabón básico dentro de la cadena alimentaria marina.

Aparte de su importancia en el aspecto trófico, los copépodos forman, por su diversidad de hábitats, importantes indicadores biológicos: las comunidades específicas que viven en las zonas próximas a la costa sobre la plataforma, difieren notablemente de aquellas que viven en alta mar y, como es lógico pensar, en las áreas pelágicas, las poblaciones que habitan la superficie son también muy diferentes de las que viven en estratos subsuperficiales y profundos. La hidrografía puede beneficiarse de estos aspectos ya que la presencia de determinadas especies ayuda a interpretar la distribución de las masas de agua.

Los eufausiáceos o “krill” de los balleneros noruegos, forman, a su vez, grandes bancos que, si en ciertas zonas del globo son extraordinariamente

abundantes, en nuestras latitudes no dejan de ser importantes dentro de la cadena alimentaria. En amplias áreas de la plataforma gallega, especialmente en aguas de cierta profundidad así como en el talud, se encuentran poblaciones de *Eufausia* y *Meganycitiphanes* que constituyen un buen alimento para ciertas especies de peces de fondo (para las que durante determinadas épocas del año pasan a ser alimento exclusivo).

Otro grupo que reviste notable importancia es el de los cladóceros. Especialmente desde la segunda mitad de la primavera hasta finales de otoño, las aguas superficiales muestran ricas poblaciones de *Evadne* y *Penilia* que, alimentándose de fitoplancton tiene una relevante importancia en las dietas de muchos peces planctófagos.

Los ostrácodos constituyen un conjunto de organismos mucho menos importante que los anteriores, siendo además carnívoros y habitando niveles próximos al fondo.

Los anfípodos y misidáceos, aunque tienen sus representantes en el plancton, son grupos más bien bentónicos. Su interés dentro de la cadena alimentaria se ha de ver dentro del trasiego de alimentos que se da en los organismos que habitan el fondo marino. No obstante algunas especies de anfípodos pueden presentarse formando notables concentraciones (tal sucede por ejemplo con los géneros *Euthemisto* y *Vibilia*), que constituyen un alimento de cierta importancia.

Fuera ya de los crustáceos hay otro grupo todavía incierto dentro de la clasificación zoológica, que, si bien es carnívoro, lo consideramos dentro del plancton productivo dado que es un alimento de primer orden para los peces. Nos referimos a los quectognatos. Estos animales a veces se presentan en grandes cantidades y se hallan notablemente distribuidos tanto en las áreas nerfíticas (donde abundan las formas más bien jóvenes), como en las pelágicas. Aunque se hallan en grandes profundidades, las mayores concentraciones habitan los 200 primeros metros. El más importante, cuantitativamente hablando, es el género *Sagitta*, cuyos garfios son frecuentísimos en los contenidos estomacales de peces pelágicos, especialmente en la sardina.

Estos y otros grupos de menos importancia constituyen lo que hemos venido llamando plancton verdadero y holoplancton en el sentido —como se ha apuntado antes— de que desarrollan todo su ciclo vital en el seno de las aguas.

En las plataformas costeras principalmente, existen otros grupos zoológicos representados en la comunidad planctónica única y exclusivamente por sus formas larvarias que, durante ciertas épocas del año, resultan extraordinariamente frecuentes. Son las larvas de decápodos, moluscos y peces.

Teniendo en cuenta la sucesión planctónica marina, a continuación de las grandes explosiones primaverales de fitoplancton, se dan importantes

manifestaciones larvarias principalmente durante los meses de abril a julio. Muchas especies de decápodos frezan durante estos meses hallándose a veces concentraciones prácticamente uniespecíficas. Este hecho parece indicar, por una parte, que la freza de algunas especies es de corta duración y, por otra, que las larvas necidas se hallan formando enjambres más o menos numerosos y estos mostrarán una distribución heterogénea. Así pues, sus cantidades son tales que, como es lógico suponer, antes de que abandonen el medio planctónico, constituyen parte importante de la dieta de muchos depredadores. Si bien se observan larvas de decápodos durante todo el año, en la época indicada, por las concentraciones y por la diversidad específica hallada, parece ser que existe un mayor número de especies en puesta.

Las larvas de moluscos gasterópodos y sobre todo de lamelibranquios merecen mención aparte dada la gran producción que existe en las Rías Bajas.

Debido a los intercambios con el exterior, las zonas próximas a las bocas de las rías, así como las plataformas costeras cercanas a las mismas, presentan cantidades más o menos importantes de estas larvas, que, por lo general, pertenecen a las especies *Mytilus edulis*, *Tapes decussatus*, *T. pullastra*, *T. romboides*, *Tellina tenuis*, *Cardium edulis*, etc. que son las especies más importantes entre las que se encuentran en las zonas interiores.

Dejando aparte el papel que en estado larvario pueden representar como alimento para los animales

planctófagos, los lamelibranquios que viven en zonas ricas en fitoplancton, tales como estas aguas interiores, constituyen un ejemplo típico de ciclo biológico muy corto. Aprovechando directamente el fitoplancton y dadas las temperaturas de las aguas interiores, en breves períodos da lugar a una de las poblaciones de mayor rendimiento energético. Esta ha sido la causa que ha determinado su intenso cultivo en las Rías, cuya producción, dados los elevados crecimientos, puede considerarse entre las mayores del mundo.

Por lo que a los gasterópodos se refiere, poca información tenemos sobre estas áreas; si bien, recuentos efectuados en las aguas superficiales de la Ría de Pontevedra nos han dado valores medios de hasta 600 larvas por m³.

Otras formas larvarias menos importantes están constituidas por los equinodermos. Por lo general las más abundantes entre ellas son las “auricularias” y las “doliolarias” de los holoturidos, siendo menos frecuente los *pluteus* (*echinopluteus* y *ophiopluteus*) de erizos y ofiuroideos, y son raras las “bipinnaria” de las estrellas de mar. Se trata de larvas de aparición más o menos esporádica y sólo en determinados momentos pueden presentarse en números relativamente importantes. Su papel dentro de la cadena alimentaria, en su fase planctónica, es más bien secundario.

Citemos por último las formas larvarias de peces, tanto neríticos como pelágicos. Sobre este grupo y por lo que hace referencia a las aguas gallegas, tenemos poca información; aunque existen algunos estudios

realizados en el Golfo de Vizcaya que, por su proximidad y con el conocimiento de la biología de los adultos, pueden ser válidos para las costas gallegas.

Las especies de peces pelágicos son normalmente más fecundas que las de peces bentónicos por lo que no es raro encontrar una dominancia de huevos y larvas de sardina y, según en qué zonas, de anchoa.

No son raras las pescas de plancton con algunas centenas de huevos o de larvas de estas especies, mientras que, cuando se trata de otras como salmonete, serranos, rubios, lenguados, etc., las cifras capturadas apenas alcanzan algunas decenas.

Como era de esperar, pocas son las especies que realizan la puesta en el interior de las rías; las especies bentónicas lo hacen en la plataforma costera y posiblemente en las bocas de aquellas sólo puedan encontrarse huevos y larvas trasladados por las corrientes marinas, puesto que, en aguas interiores y debido a la existencia de fondos azoicos a causa del carácter reductor de los sedimentos, las poblaciones de peces bentónicos son notablemente escasas.

Cosa diferente ocurre con los peces pelágicos. Su carácter migratorio hace posible que en las zonas externas de las Rías, próximas a la boca, puedan realizar la freza algunas especies. Así por ejemplo, la sardina es especie que se ha capturado en la Ría de Vigo. Sus huevos han sido pescados en diferentes puntos de la misma, excepto en San Simón y en la boca sur (ANDREU, Com. personal), sin embargo el

hecho de que el 50^o/o de los huevos pescados hubieran muerto, parece indicar que las aguas de los estratos superficiales no son del todo favorables para su viabilidad; además, las cantidades capturadas han sido notablemente bajas.

Más del 60^o/o de especies comerciales inician la freza durante la primera mitad del año; especialmente en invierno y primavera. La presencia de larvas en el plancton es máxima durante la primavera y el verano, coincidiendo precisamente con los máximos de fito y zooplancton.

En este breve resumen sobre los diversos grupos del plancton animal, hemos comentado la existencia de determinados organismos que sólo llevan vida planctónica durante sus primeras fases del desarrollo: en sus estados larvarios. Buena parte de este meroplancton corresponde a animales que viven en el fondo, bien fijos o simplemente de vida bentónica. No obstante, la vida de muchas larvas transcurre en la zona fótica donde precisamente tiene lugar la verdadera producción marina.

Ahora bien, no sólo las larvas en sus primeros momentos acuden, por un fototropismo positivo, a estos niveles (p.e. zonas de muchos decápodos y veligeras de moluscos) sino incluso muchos peces ponen sus huevos con reservas lipídicas (gotas de aceite) que contribuyen a disminuir su densidad y favorecer la flotación. Ello determina que su eclosión tenga lugar en esta zona superficial, más rica en fitoplancton.

Según sean las especies, su tiempo de residencia en este nivel es más o menos largo, pudiendo alcanzar para algunos grupos (moluscos p.e.) hasta los 25–35 días. Durante este período, si bien es cierto que estas larvas están expuestas a ser comidas por otros animales, no lo es menos que su peso y por tanto su volumen, aumentan notablemente. En este sentido, cuando al final de su vida planctónica el animal se hace bentónico, de hecho traslada al fondo una parte importante de la producción originada en los estratos superficiales. Así pues, un ecosistema con notable grado de madurez como es el bentónico, explota con gran eficiencia el ecosistema pelágico, mucho más cambiante y por tanto menos maduro.

Si disponemos de pescas planctónicas efectuadas dentro de un período de tiempo relativamente corto (quince días p.e.) en una zona amplia, que abarque tanto las aguas interiores, más o menos confinadas —como son las Rías gallegas— como las de la plataforma costera y las de la provincia oceánica o de alta mar, y comparamos la composición cuantitativa y cualitativa de las capturas de unas y otras áreas, pronto nos daremos cuenta de dos hechos importantes: que la cantidad de individuos es mayor en las pescas realizadas en las aguas interiores o más cercanas a la costa que en las de alta mar, y que la diversidad específica aumenta a medida que nos alejemos de aquella.

Efectivamente, si observamos una pesca hecha en el interior o en la boca de las rías, según sea la hora de

captura, nos llamará fuertemente la atención que el plancton esté constituido por tan pocas especies. Así p.e. si nos fijamos con los copépodos (el grupo más numeroso y que presenta mayor diversidad específica), observaremos que, en muchos casos, hay dos o tres especies, una de las cuales, p.e. la *Acartia clausi* o el *Paracalanus parvus*, representa del 70 al 80 % de los individuos, además, si la pesca se ha hecho a plena luz solar, es muy posible que las especies acompañantes sean mínimas, mientras que, si se ha realizado de noche, estas están mejor representadas y hay mucha más variedad.

Cuando la muestra corresponde a aguas de plataforma y la pesca se ha realizado en aguas algo alejadas de la costa (1–2 millas), el número de copépodos diferentes puede alcanzar las 20–25 especies y las formas acompañantes pueden pertenecer a varios grupos zoológicos (sifonóforos, cladóceros, quetognatos, etc.). El volumen capturado (biomasa) resulta inferior al de las aguas cercanas a la costa pero la diversidad específica ha aumentado. Finalmente, si la pesca se hace en pleno océano, las especies de copépodos diferentes pueden estar entre 35 y 40, y los grupos del zooplancton allí representados son muchos más (además de los citados son frecuentes los anfípodos, ostrácodos, eufausiáceos, misidáceos, etc.) aumentando con ello la diversidad específica mientras que la cantidad total de plancton (especialmente del meroplancton) ha disminuido notablemente.

En otras palabras, en un ecosistema que está muy explotado, como es el nerítico, donde residen la mayoría de los peces pelágicos, que continuamente van consumiendo biomasa planctónica, y en donde se dan los mayores gradientes físico-químicos, es precisamente donde se manifiesta el mayor grado de competencia: es un ecosistema poco maduro, siempre cambiante y que muestra notables contrastes estacionales. Por el contrario, si consideramos el ecosistema pelágico, en el que los grandes cardúmenes de depredadores no se dan con la importancia con que se observan en las zonas neríticas, donde se ha reducido notablemente la competencia (las poblaciones no muestran la numerosidad que hemos visto en la zona nerítica) y el volumen total de biomasa se halla notablemente reducido, es donde hallamos precisamente un ecosistema mucho más maduro con un notable incremento en la diversidad específica y un mayor aprovechamiento de la energía trasegada.

Organización espacial. Las Rías gallegas como ambiente heterogéneo.

Las Rías gallegas constituyen, geologicamente hablando, fosas tectónicas originadas por fallas con direcciones predominantes N-S y NE-SW.

Según diferentes autores, se han originado por hundimiento de zonas situadas entre "penínsulas intercaladas", dándose posteriormente un hundimiento global de toda la zona ocupada por las Rías con

subsiguientes invasiones del mar debidas a sucesivos aumentos de nivel.

Aunque indudablemente existirán diferencias en el comportamiento hidrográfico, es lógico pensar que todas ellas, dadas sus semejanzas en orientación, profundidad y situación, respondan a un modelo general que podemos ejemplarizar en la más meridional de todas ellas, en la Ría de Vigo, tal la mejor estudiada de las 4 existentes.

La Ría de Vigo se compone, desde el punto de vista hidrográfico—ecológico, más que de dos, de tres partes diferentes: en el fondo, la ensenada de San Simón, que constituye una extensa cubeta totalmente cubierta por sedimentos; en ella desembocan los ríos Oitaben y Redondela. Otra intermedia es la situada entre el Estrecho de Rande y la línea que une Punta Borneira y Punta del Molino, y la tercera, casi circular y mucho más amplia, es la limitada por esta línea, ambas orillas y las islas Cíes, que comunica con el mar abierto por tres bocas: la norte y la sur (muy amplias) y un estrecho paso (Freu da Porta), que separa ambas islas.

Interesa señalar que la boca norte tiene una profundidad media de 23 m y la sur de 63 m puesto que es un dato importante a considerar cuando se trate de la circulación estuárica, generalmente de tipo positivo.

Indiquemos finalmente que, considerada en su conjunto, la Ría constituye una extensa “lámina de

agua" que entra unos 25 km tierra adentro y que, en su parte media, tiene una anchura de 5 km y una profundidad media de 25 m. Estas características deben tenerse en cuenta en los estudios de la dinámica de sus aguas en relación con los vientos fuertes, más o menos constantes.

SAIZ, LOPEZ-BENITO y ANADON (1957 y 1961, a) y ANADON, SAIZ y LOPEZ-BENITO (1961) han estudiado ciertos aspectos de la dinámica de las aguas, entro lo que cabe destacar el cálculo de los aportes y pérdidas de agua dulce a lo largo del año, proponiendo un nuevo modelo de distribución teórica de las concentraciones de agua dulce a lo largo de la Ría. Parece muy importante la influencia de las aguas costeras situadas frente a la Ría, de tal forma que pueden determinar importantes cambios térmicos (calentamientos y enfriamientos) observados en diferentes épocas del año, fenómenos que parecen repetirse anualmente y de forma notablemente regular.

Es conocido desde hace tiempo el intenso afloramiento que tiene lugar en la plataforma costera (frente a las Rías) entre junio y septiembre y ello explicaría por qué, en ciertos veranos, la temperatura de las aguas más cercanas a las islas Cíes (3ª), continúa con valores bajos hasta septiembre-octubre.

Por otra parte, los aportes de agua dulce, que tienen especial importancia en la parte interior de la Ría (recuérdese que la superficie de recepción es 5 veces superior a la de la Ría), dan lugar a una

circulación de tipo estuárico positivo, con entrada de agua por el fondo y salida por la superficie. Efectivamente, el estudio hidrográfico detallado, a lo largo del año, pone de manifiesto momentos más o menos continuados en que se observan notables gradientes de densidad cuyos valores mínimos se dan en la ensenada de San Simón. A medida que avanzamos hacia las Cíes, la densidad va aumentando, lo que nos traduce la presencia de una corriente superficial hacia el exterior (fig. 2 cap. 3). Esta agua dulce, mezclada con la salada, determina una pérdida más o menos continuada de sales que debe compensarse con una entrada de agua por el fondo de salinidad más elevada.

Según MARGALEF (1963), esto supone una difusión e intercambio continuo a lo largo de la Ría, semejante a lo que ocurre en un quemostato compuesto en el que se incluyen ciclos de mezcla entre elementos continuos, con el subsiguiente efecto sobre los organismos planctónicos, determinando la dispersión y homogeneización de las poblaciones pelágicas.

Al aplicar este aspecto a la distribución espacial del zooplancton de la Ría, tomando como punto de partida la distribución por zonas de los distintos organismos del plancton, consideraremos una distribución simétrica a lo largo del eje longitudinal, aunque aceptemos de antemano la existencia de una notable asimetría en la distribución de los factores físico-químicos, motivada por el tipo de circulación en su intercambio con el exterior.

En el zooplancton de áreas confinadas, y en especial de zonas estuáricas como la Ría de Vigo, se observan fenómenos de gran interés que la gran variabilidad y heterogeneidad de los factores ambientales, sobre todo de la salinidad, contribuyen a acentuar. En primer lugar, a pesar de que las poblaciones de zooplancton, especialmente de copépodos, resultan una serie monótona, compuesta por un corto número de especies dominantes, se observa que éstas suelen pertenecer a unos pocos géneros; las poblaciones de estas especies congénéricas suelen situarse escalonadamente a lo largo del factor ambiental cuyo gradiente es más acusado, con un cierto solapamiento entre ellas. El equilibrio en la distribución espacial media de estas especies, en zonas afectadas por un tipo de circulación de estuario positivo, como es la Ría de Vigo, requiere la existencia de mecanismos biológicos que se opongan a la pérdida de individuos por difusión. Si consideramos que la Ría está dividida en sectores independientes pero intercomunicados, es posible, conocido el valor del flujo de agua entre los diferentes elementos o compartimentos (valor que es posible calcular en función de los vertidos de agua dulce en el fondo de la Ría y de las isopletas de salinidad en un corte longitudinal del estuario), deducir las tasas de reproducción mínima necesaria para el mantenimiento de las poblaciones de las diferentes especies de zooplancton en estado de equilibrio. El modelo es el mismo que se cita en relación con la dinámica de las poblaciones de fitoplancton (pág. 137):

$$dN/dt = rN - V (dN/dx) - A (d^2N/dx^2)$$

siendo N = densidad de individuos, r = tasa de reproducción, V = flujo de agua según x , A = difusión turbulenta según x , x = distancia a lo largo del eje longitudinal de la Ría.

El modelo se puede complicar (FLOS y ALCARAZ, inédito), simulando las condiciones de segregación de las diferentes especies a lo largo del eje de la Ría en la serie de compartimientos; existe un compartimiento final, que actúa de “pozo” y que representa el océano. Los flujos de agua en los distintos compartimientos se pueden representar, como en el caso del fitoplancton (pág. 150) por una matriz de probabilidades de transición, y considerando que los organismos del zooplancton no son partículas inertes, estas probabilidades pueden quedar modificadas mediante una nueva matriz de probabilidades equivalente a las moviidades de las especies. Así, el traslado de los individuos de un compartimiento a otro dependerá de un producto de matrices de probabilidades de transición.

A cada una de las especies, en cada compartimiento, corresponde una tasa de reproducción neta, más unos coeficientes de competencia, calculados en función del grado de superposición de los “nichos” ecológicos. En la figura 12 se muestra un ejemplo de simulación de la segregación de tres especies de copépodos en la Ría de Vigo.

Esto permite confirmar los supuestos relativos a las condiciones que permiten la coexistencia y condicionan la segregación de especies de características muy semejantes, como las congénicas, en áreas sometidas a esquemas de circulación de tipo estuárico positivo.

La segregación debe considerarse, pues, como la etapa final resultante de un proceso de competencia en medios heterogéneos, al mismo tiempo que la forma más eficaz de explotar dichos sistemas. La zona en que, una vez alcanzada la situación de equilibrio, se sitúa cada una de las especies, obedece a las características de su estrategia, siendo más acusado el carácter oportunista y una mayor tendencia hacia una estrategia de la "r" conforme la especie ocupa zonas más confinadas, donde corresponde un grado mayor de variabilidad ambiental.

Redes tróficas en el sistema pelágico

Tradicionalmente, los ecosistemas se dividen en una serie de niveles tróficos, a través de los cuales circulan la materia y la energía necesaria para el mantenimiento de su organización; el flujo de energía, que es un ciclo abierto (parte de ésta se disipa en cada uno de los niveles de forma no recuperable, tanto en respiración como en forma de materia orgánica todavía portadora de energía), pone en movimiento un ciclo cerrado de materia que transcurre, en su mayor parte, en el interior de los organismos.

Estos, en el ecosistema, se agrupan en **productores**, autótrofos, y **consumidores**, heterótrofos; el ingreso de energía y materia se realiza a nivel del primero de estos grupos, correspondiente al nivel de productores primarios, constituido por vegetales que acumulan la energía electromagnética, procedente del Sol, en forma de energía química y utilizan componentes inorgánicos para la síntesis de materia orgánica. Los vegetales canalizan su producción hacia los niveles superiores, cuya existencia depende exclusivamente de aquellos. Su explotación directa corre a cargo de los herbívoros, el segundo nivel trófico o productores secundarios, que extraen materia orgánica, en forma de alimento, de los productores primarios, y ceden una fracción de ella al nivel trófico superior, el de los carnívoros, por quienes son explotados a su vez; aunque puede existir más de un nivel de carnívoros, lo normal es que el número de niveles tróficos no sea superior a cinco, más un nivel de descomponedores o reductores, encargados de cerrar el ciclo de la materia al obtener energía transformando la materia orgánica no viva (sobrante de cada uno de los niveles tróficos mencionados, y no aprovechable por estos), en compuestos inorgánicos, utilizables de nuevo por los vegetales.

La biomasa, expresada en forma ponderal, de los organismos pertenecientes a cada uno de los niveles tróficos, suelen decrecer desde los vegetales hasta los carnívoros de orden superior, adoptando disposiciones parecidas a las pirámides de ELTON que resultan de la cuantificación del número de individuos que pertenecen a cada uno de los niveles; sin embargo, si

concebimos el ecosistema más como proceso que como persistencia material, en una situación de equilibrio, las biomásas de los distintos niveles serán función de su velocidad de renovación o “turnover”, lo que explica que, en ecosistemas acuáticos, en los que la tasa de renovación del primero de los niveles tróficos es muy alta, las pirámides tróficas pueden no tener tal forma de pirámide, con una biomasa vegetal que en ocasiones es inferior a la biomasa de herbívoros (en contraposición con lo que ocurre en los ecosistemas terrestres, en que la biomasa vegetal es muy superior a la animal). Debe de tenerse en cuenta que, mientras las biomásas de los distintos niveles tróficos son sumables, las energías que circulan a través de todo el ecosistema no son más que una fracción de la que inicialmente ha sido incorporada por los vegetales, y a partir de estos ingresa en diversos ciclos, de aquí que las energías no sean sumables.

La eficiencia con que cada uno de los niveles tróficos de consumidores explota a su inmediato inferior, es decir, el cociente entre crecimiento y alimento ingerido, es aproximadamente del 10⁰/o lo que significa que a su paso por los diferentes niveles tróficos, la energía se va dividiendo sucesivamente por diez.

En realidad, en la Naturaleza no se observa nunca un esquema tan simple como el expuesto: la noción de niveles tróficos no debe asociarse a la existencia de una **cadena trófica** sencilla, sino que debe substituirse por la idea de **redes tróficas** cuya complejidad depende del

número de “nudos” a través de los cuales fluye la energía.

Existe, además, una relación estrecha entre la **estructura** y la **función** en los ecosistemas, es decir, entre el grado de complejidad —que se puede expresar mediante el índice de diversidad específica— y el flujo de energía necesario para mantener organizada una determinada biomasa, el cual está directamente relacionado con el valor del cociente **Producción primaria/Biomasa total**. Cuanto mayor sea el número de elementos de que conste el sistema, (mayor complejidad), menores serán las fluctuaciones que presente y, para mantener una biomasa determinada, será necesario un flujo menor de energía (cociente P/B menor).

En el ecosistema pelágico marino, el ingreso de energía se realiza a través del fitoplancton, que corresponde al nivel de productores primarios; estos, a su vez, son explotados por los elementos herbívoros del zooplancton, que constituyen el grupo de los fitófagos al que pertenecen los representantes más importantes del segundo nivel trófico.

Como ya hemos visto, el zooplancton es una comunidad muy heterogénea, tanto en lo que se refiere a la taxonomía de los organismos que lo integran (desde los Protozoos hasta los Cordados), como a su tamaño, que va desde unas decenas de micras (1 micra = $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$), hasta unos pocos decímetros, si bien hay que tener en cuenta que no es posible hacer una distinción clara entre lo que es zooplancton y lo

que es necton tomando unicamente en consideración el tamaño, puesto que los animales marinos presentan toda una gradación de tamaños sin solución de continuidad desde los protozoos más diminutos hasta los mayores cetáceos.

Con respecto a su modo de alimentación, más que una clara separación entre fitófagos y zoófagos, en el zooplancton se consideran dos grandes grupos: los **micrófagos**, que utilizan una estrategia poco discriminadora, obteniendo de modo automático el material particulado disperso (fitoplancton, detritus orgánicos y pequeños animales), y que desde el punto de vista de la calidad del alimento son poco selectivos (eurífagos), y los **macrófagos**, cuya estrategia requiere una selección de las presas, lo que implica una mayor velocidad de locomoción y un mayor grado de estenofagia que en el caso de los micrófagos; ahora bien, la microfagia suele coincidir con el predominio del régimen herbívoro, mientras que la macrofagia lo hace con el carnívoro, siendo mayor la coincidencia en este caso que en el primero; los términos macrófago y micrófago deben entenderse en su aspecto relativo, es decir, en función de los tamaños respectivos del organismo y su alimento.

Desde el punto de vista energético, existe un límite superior en el tamaño de los organismos que se alimentan por medio de la filtración automática, límite que está impuesto por la relación superficie—volumen que existe entre el aumento de la superficie del aparato filtrador, que es proporcional al cuadrado de la

dimensión lineal del organismo, y el incremento metabólico, proporcional al cubo de dicha dimensión. De la misma manera, debe considerarse el balance entre la energía que es capaz de proporcionar el alimento filtrado y la consumida por el organismo en su obtención.

De todo lo anteriormente expuesto, se deduce que el zooplancton es un eslabón necesario en la cadena que conduce a los organismos marinos explotables por el hombre; en la mayoría de los casos, éste se sitúa al extremo de una cadena formada, al menos, por tres elementos: fitoplancton — zooplancton — pez, cuando se trate de especies pelágicas tipo sardina, que cuando se trate de especies no pelágicas puede incluso alargarse.

El caso de las especies filtradores de grandes dimensiones, como son los cetáceos mistacocetos (poseedores de barbas) y algunos selacios, es interesante porque ha sugerido la explotación directa del zooplancton por el hombre, acortando la cadena trófica y beneficiándose de esta manera de la energía que inevitablemente se disiparía al pasar al nivel trófico superior. Los organismos del zooplancton que parecen más adecuados para su explotación, sea directamente para el consumo humano o bien como alimento para los animales domésticos, son los mismos que constituyen el porcentaje más importante dentro de la dieta de éstos grandes cetáceos: el “krill”, constituido por crustáceos pertenecientes al orden de los Eufausiáceos, cuyo tamaño oscila, según las especies,

desde algunos milímetros hasta alrededor de 5 centímetros.

Estos seres, que abundan especialmente en las altas latitudes de los océanos, donde se concentran en ciertas épocas en grandes bancos superficiales o subsuperficiales, son consumidos por las ballenas; sin embargo, debido a la drástica reducción de las poblaciones de éstos cetáceos, se ha pensado que deberá existir una sobreproducción de eufausiáceos al desaparecer sus principales depredadores.

El hombre, substituyendo a las ballenas en la explotación del "krill", conseguiría incidir sobre un eslabón cuya producción es una diez veces superior a la obtenida a través de los cetáceos al abreviar la cadena trófica; no obstante, aun considerando que las poblaciones de eufausiáceos realmente hayan aumentado al desaparecer la presión de sus principales depredadores, queda sin resolver el problema principal, es decir, que la energía necesaria para su concentración es, por el momento, demasiado elevada para que su explotación sea rentable, al igual que ocurre con el resto del zooplancton.

La cadena trófica marina que parece más eficaz, y tal vez comparable en ecosistemas terrestres con la formada por la serie **remolacha — cerdo — hombre**, sería la formada por **materia orgánica particulada — mejillón — hombre**. Los mejillones no solamente filtran fitoplancton, sino que además pueden cortocircuitar la cadena empleando como alimento bacterias y materia

orgánica particulada, siendo por tanto capaces de cerrar el ciclo **ciudad – mejillón – ciudad**.

Producción secundaria

Como ya ha sido comentado, la energía que circula a través de cada uno de los nudos o eslabones de las cadenas tróficas, a partir de los productores secundarios, representa fracciones sucesivas de la que ingresa en el ecosistema a nivel de los productores primarios. La cuantificación de éstos flujos de energía, así como su definición conceptual, no es sencilla, equiparándose en general al alimento asimilado.

El cociente entre la producción o incremento de biomasa neta y el alimento ingerido representa la eficacia con que un nivel trófico cualquiera explota a su inmediato inferior, pero su estudio requiere conocer datos precisos sobre ingestión, asimilación, respiración, contenido energético de los materiales excretados, etc., para cuya estimación, en el conjunto del zooplancton, no existen métodos sencillos. La mayoría de los procesos comentados se calculan indirectamente, lo que explica la insuficiencia existente y su escasa validez. En general, los conocimientos sobre producción secundaria en zooplancton son fragmentarios y se refieren, en su mayoría, a algunas especies de copépodos, siendo los únicos datos de conjunto que se pueden obtener, los relativos a la biomasa instantánea o “standing crop”, deduciéndose algunos valores de producción secundaria del contenido energético del zooplancton y de los valores

de producción primaria, y extrapolando los datos parciales y específicos de asimilación, respiración y excreción. Sin embargo, el gran interés que presenta este problema impulsa al ensayo de métodos que permitan, siquiera sea de forma parcial, estimar los balances energéticos en determinados grupos del zooplancton.

La necesidad de alimento mínimo de un organismo puede deducirse a partir de su tasa respiratoria, la cual depende tanto de la temperatura como del tamaño y de la época del año; sin embargo, ésto representa únicamente una fracción de los requerimientos totales, ya que es necesaria una energía extra tanto para el desplazamiento como para la reproducción. La cantidad de alimento obtenido y asimilada, así como la excreción, plantean también problemas que no pueden, por el momento, ser abordados en el conjunto de la población del zooplancton.

Dadas las evidentes dificultades que se presentan cuando se intenta el cálculo de la producción secundaria total, y siendo que los diversos métodos que pueden ser aplicados a simples especies (de las cohortes, de los crecimientos acumulados, del tiempo de renovación o "turnover" o incluso el fisiológico, que hemos esquematizado en estas líneas) resultan inaplicables por extraordinariamente complicados al tratarse de una comunidad tan heterogénea como es el zooplancton, en algunos casos se ha recurrido a comparar las producciones globales de fitoplancton con las del zooplancton herbívoro — expresándolas en

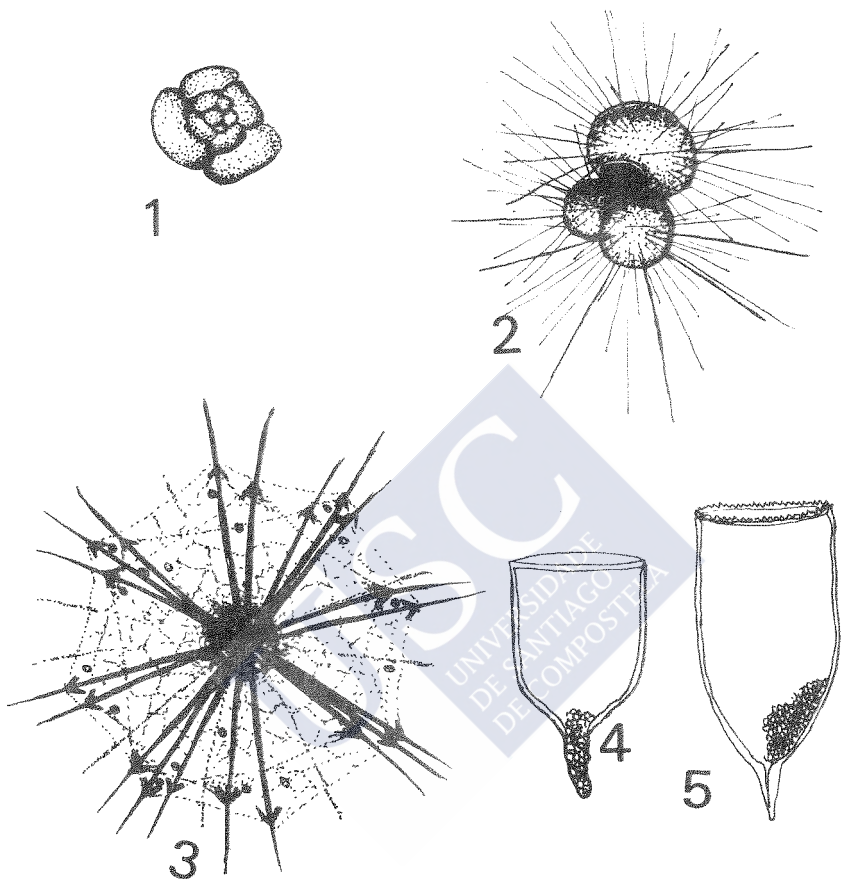
las mismas unidades de producción — valorando la tasa de respiración de una muestra global de este último. Con ello no se logra siquiera una estimación de la producción (pues, entre otros factores, desconocemos la tasa de asimilación) sino que se obtiene un límite superior dentro de esta producción secundaria. De esta forma, la comparación de las dos producciones planctónicas, vegetal y animal, a lo largo del año, nos permitirá una visión de síntesis de la producción secundaria.

Los estudios sobre metabolismo, en elementos del zooplankton, suelen estar basados en la comparación entre las condiciones finales en dos tipos de muestras, unas conteniendo organismos y otras sin ellos que representan la prueba en blanco, lo que presenta inconvenientes graves al encerrar gran número de organismos en pequeños volúmenes de agua, al objeto de conseguir en poco tiempo que la modificación de las condiciones iniciales de las muestras sea detectable por los métodos de análisis de que se dispone actualmente. Posibles adelantos en este tipo de estudios están basados en la cuantificación de determinadas actividades encimáticas, que presentan la ventaja de la sencillez de los análisis y su elevada sensibilidad, si bien todavía es necesario poner en claro su verdadera relación con los procesos metabólicos.

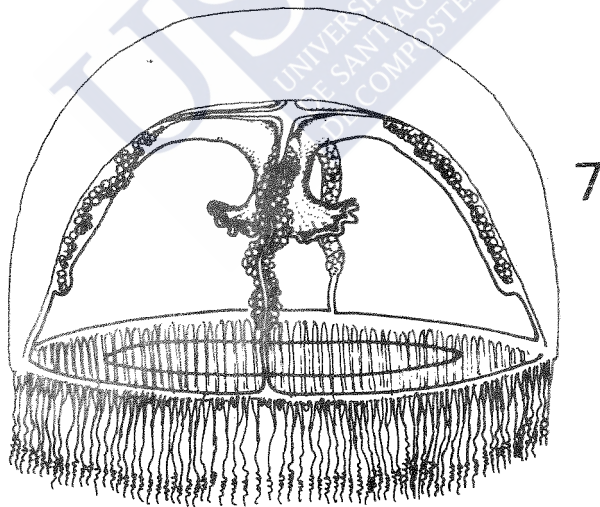
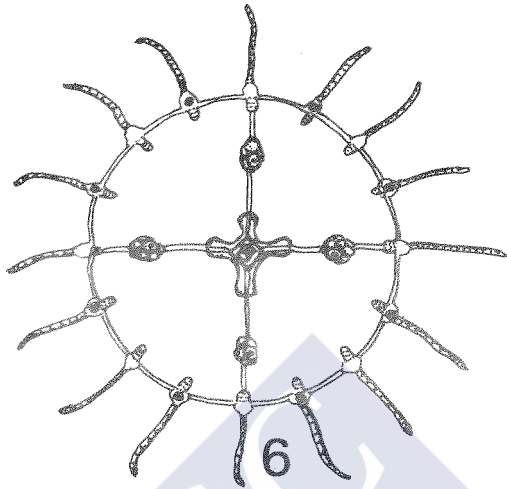
Asimismo, la observación directa de la alimentación y la filmación de los mecanismos mediante cámaras de alta velocidad, están permitiendo aclarar algunos procesos, aunque puede decirse que, en

general, los procesos relacionados con la producción secundaria siguen sin una solución satisfactoria.



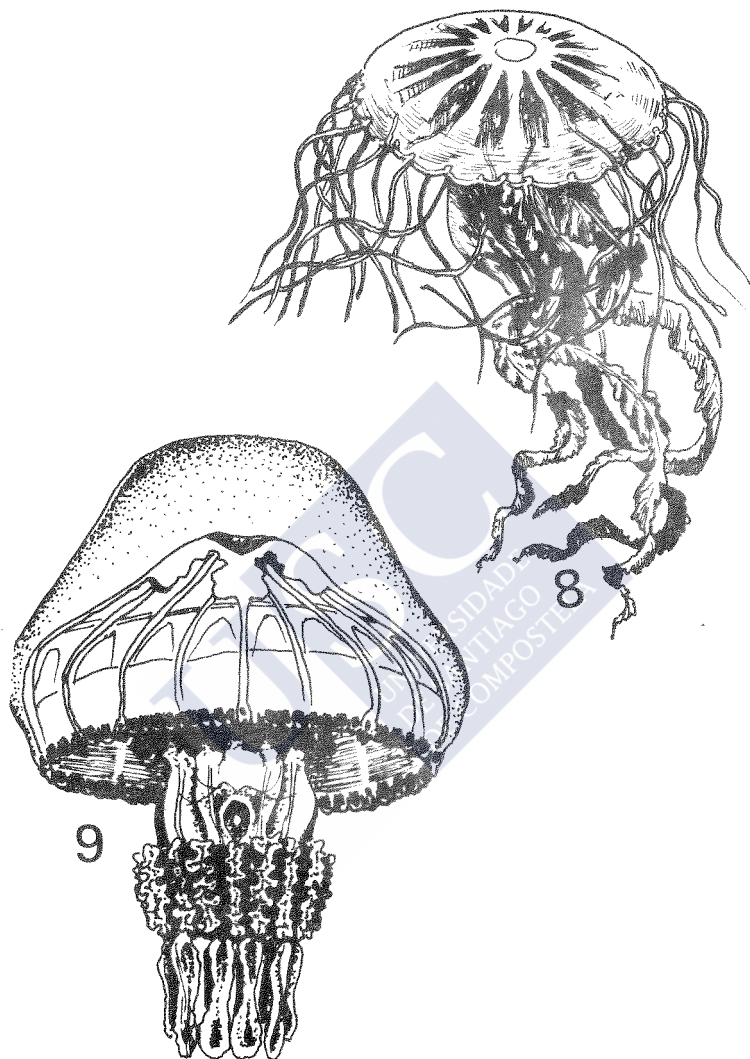


- 1.— *Globigerina inflata* (Foraminífero)
- 2.— *Globigerina bulloides* (Foraminífero)
- 3.— *Acanthoplegma kroni* (Acantario)
- 4.— *Favella adriatica* (Tintínido)
- 5.— *Favella serrata* (Tintínido)



6.— *Obelia* sp. (Leptomedusa)

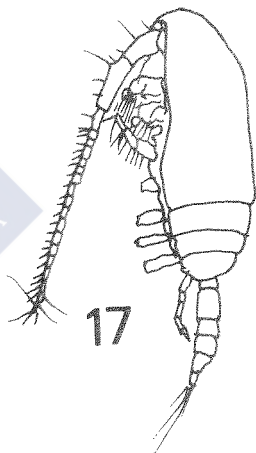
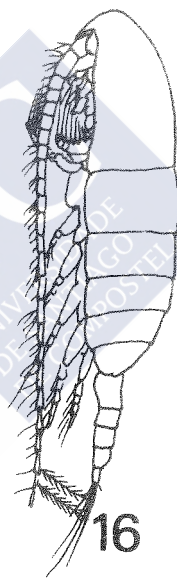
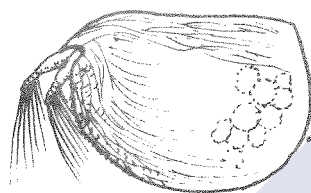
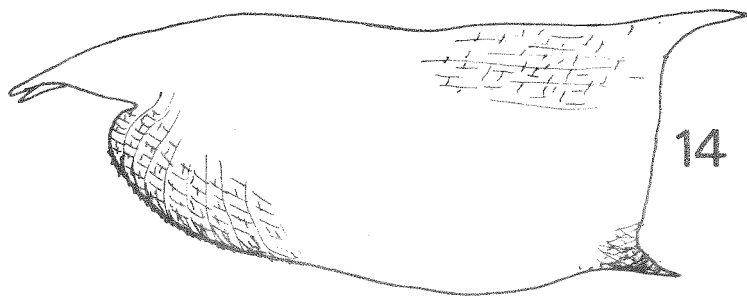
7.— *Laodicea undulata* (Antomedusa)



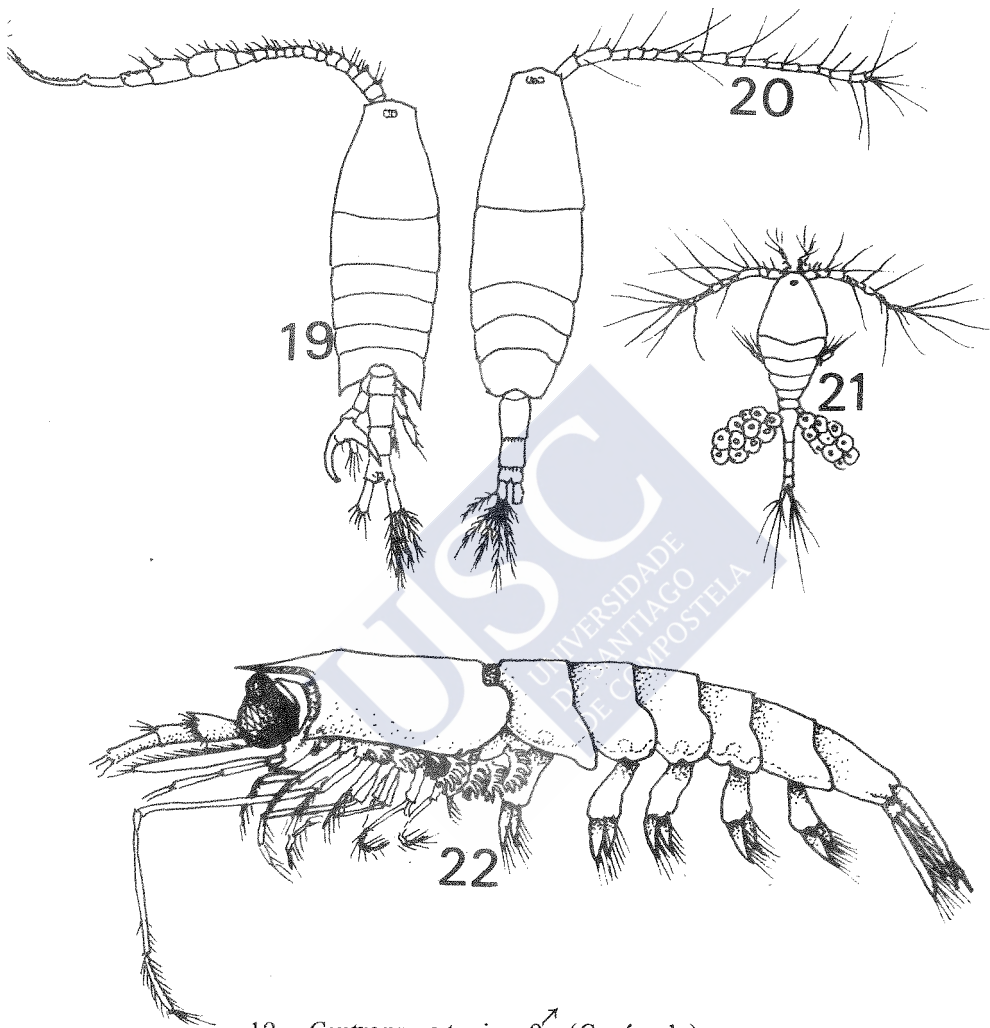
- 8.— *Chrysaora* sp. (Medusa)
9.— *Rhyzostoma* sp. (Medusa)



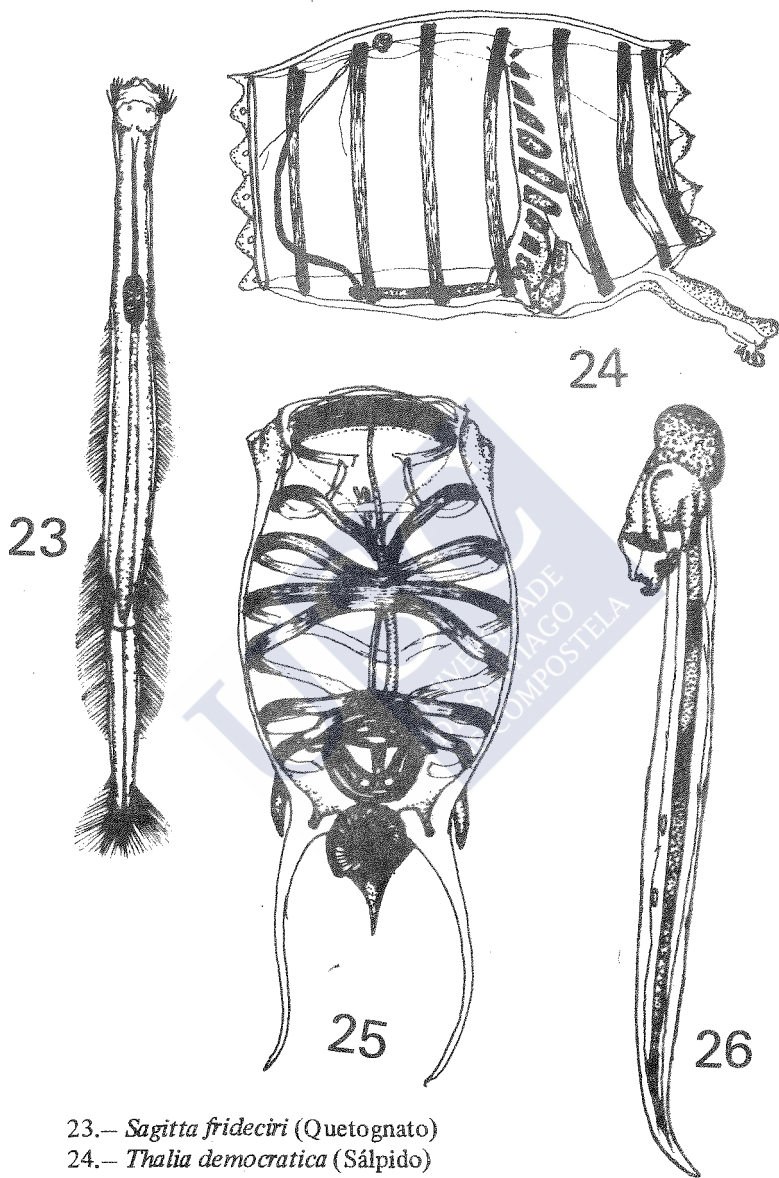
- 10.- *Physophora hydrostatica* (Sifonóforo)
 11 y 12.- *Muggiaea kochi* (Sifonóforo)
 13.- *Evadne nordmanni* ♀ (Cladóceros)
 †



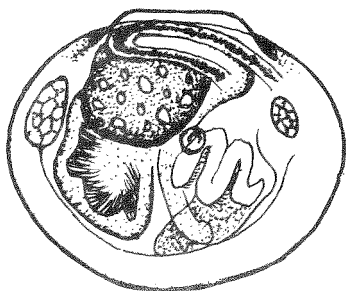
- 14.— *Conchoecia imbricata* (Ostrácodo)
 15.— *Conchoecia curta* (Ostrácodo)
 16.— *Calanus helgolandicus* ♀ (Copépodo)
 17.— *Paracalanus parvus* ♂⁺ (Copépodo)
 18.— *Acartia grani* ♂⁺ (Copépodo)



- 19.— *Centropages typicus* ♂ (Copépodo)
 20.— *Acartia clausi* ♀ (Copépodo)
 21.— *Oithona nana* ♀ (Copépodo)
 22.— *Thysanoëssa* sp. (Eufausiáceo)



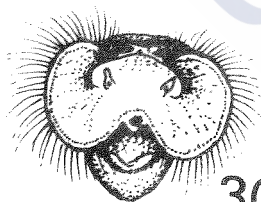
23.— *Sagitta fridecivi* (Quetognato)
 24.— *Thalia democratica* (Sálpido)
 25.— *Doliolum (Doliolina) mülleri* (Doliólido)
 26.— *Oikopleura dioica* (Apendicularia)



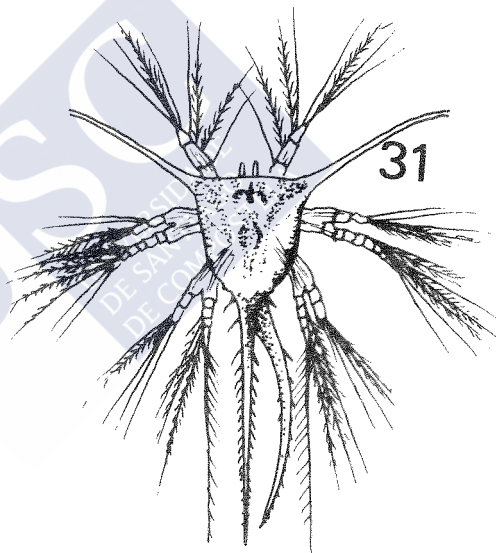
28



29



30



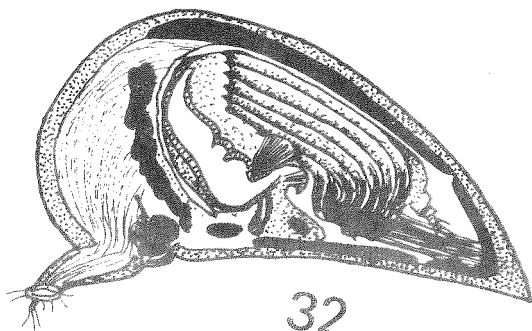
31

27.— Larva de poliqueto (*Harmothoe sp.*)

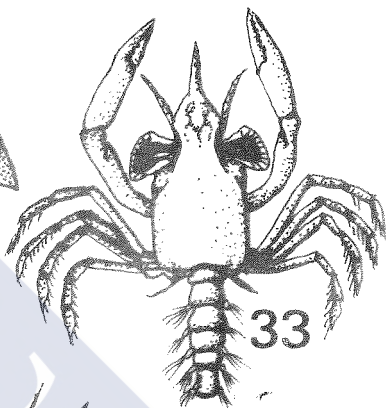
28.— Larva de molusco lamelibranquio (*Cardium edule*)

29 y 30.— Larva de molusco gasterópodo (*Purpura sp.*)

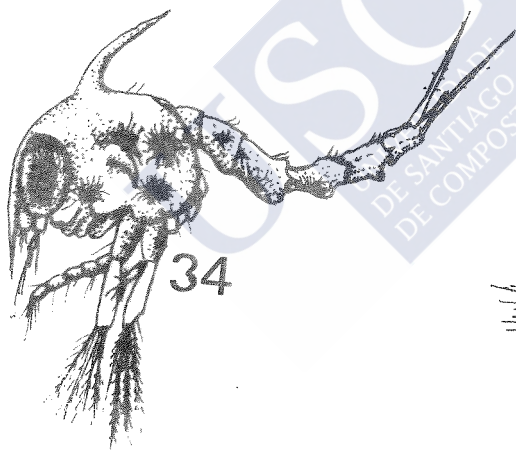
31.— Larva nauplius de *Lepas anatifera* (Cirripedo)



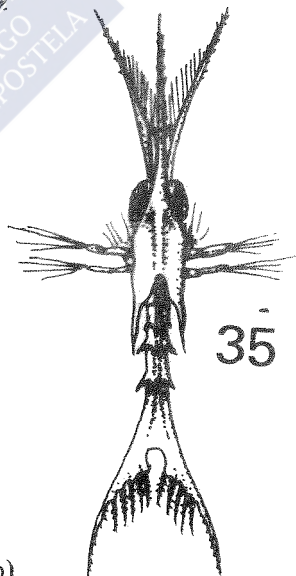
32



33

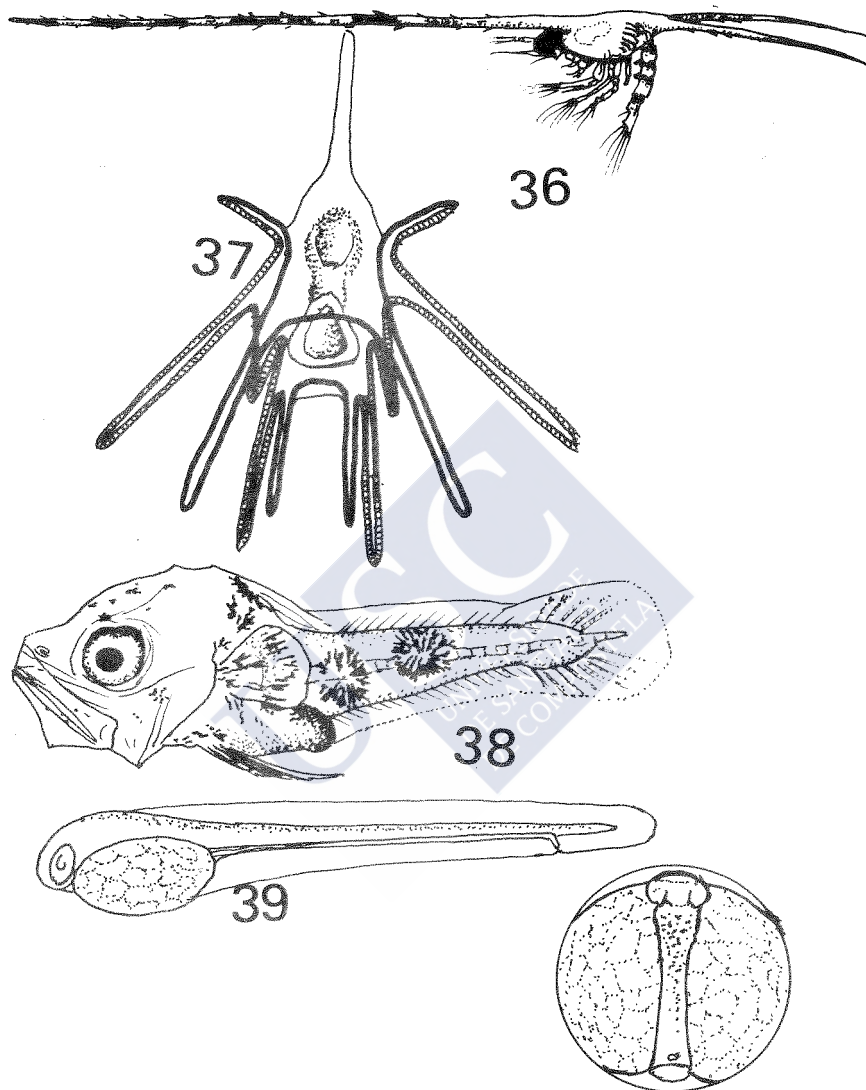


34



35

- 32.— Larva cypris de *Lepas anatifera* (Cirripedo)
 33.— Larva megalopa de *Macropipus puber* (Crustaceo decapodo)
 34.— Larva zoea de *Maia sp.* (Crustaceo decapodo)
 35.— Larva zoea de *Munida sp.* (Crustaceo decapodo)



- 36.— Larva metazoea de *Porcelana longicornis* (Crustaceo decapodo) 40
 37.— Larva equinopluteus de equinodermo (equinoideo)
 38.— Larva de pez (*Merlucius merlucius*)
 39.— Larva de pez (*Spratus spratus*)
 40.— Huevo de pez (*Spratus spratus*)

(1)				(2)				
	z_1	z_2	z_3	z_4	A	B	C	
z_1	0,35	0,65	.	.	z_1	1,35	1,22	1,30
z_2	.	0,85	0,15	.	z_2	0,25	0,35	0,80
z_3	.	.	0,87	0,13	z_3	-0,25	0,40	.
z_4	.	.	.	0,92	z_4	-0,35	0,50	.

S. Simón ----- Exterior

(3) A - B : 0.5 A - C : 0.80 B - C : 0.50

Ejemplo de modelo de simulación que describe la dinámica de la segregación de tres especies de copépodos de la Ría de Vigo. (1): Matriz de probabilidades de transición por flujo (igual para las tres especies); (2): Tasas de reproducción de las tres especies, A, B y C, en los cuatro compartimentos, Z_1 , Z_2 , Z_3 , y Z_4 ; (3): Coeficientes de competencia entre pares de especies. El modo de operar en cada una de las iteraciones del programa es el siguiente: Dada una distribución homogénea en la Ría de las tres especies, se aplica la matriz de flujo y movimiento, con lo que se obtiene la nueva distribución; se aplican las tasas de crecimiento por compartimento y especie, y los valores encontrados se corrigen aplicando los coeficientes de competencia entre pares de especies. La figura representa el estado final de equilibrio de la distribución espacial de las tres especies, partiendo de una distribución homogénea para toda la Ría.

BIBLIOGRAFIA

- ALCARAZ, M., 1977.— Ecología, competencia y segregación en especies congénicas de copépodos (*Acartia*). *Tesis Doctoral*. 191 págs.
- ANADON, E., F. SAIZ, M. LOPEZ—BENITO, 1961.— Estudio hidrográfico de la Ría de Vigo III. *Inv. Pesq.*, 20: 17—64.
- ARBAULT, S., N. BOUTIN, 1968.— Ichthyoplancton. Oeufs et larves de poissons teleostéens dans le golfe de Gascogne en 1964. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 32 (4): 413—476.
- BOUGIS, P., 1974.— *Ecologie du plancton marin*. Masson, Paris, 200 pp.
- GAULD, D.T., 1964.— Feeding in planktonic copepods, in: *Grazing in terrestrial and marine environments*. D.J. Crisp edit.: 227—238.
- HARDY, A., 1956.— *The open sea. The world of plankton*. Houghton Mifflin, Boston, 335 pp.
- JØRGENSEN, C.B., 1966.— *Biology of suspension feeding*. Pergamon Press, 357 pp.
- MARGALEF, R. 1963.— Algunas regularidades en la distribución a escala pequeña y media de las

- poblaciones marinas de fitoplancton y sus características funcionales. *Inv. Pesq.*, 23: 169–230.
- MARGALEF, R., 1974.— *Ecología*, Omega, 951 pp.
- MARGALEF, R., F. VIVES, 1967.— La vida suspendida en las aguas. 493–562 pp. En: *Ecología marina*. La Salle, Caracas.
- MAUCHLINE, J., L.R. FISHER, 1969.— The biology of euphausiids, *Advances in Mar.*, 7: 1–438.
- MARSHALL, S.M., A.P. ORR, 1964.— Grazing in planktonic copepods, In: *Grazing in terrestrial and marine environments*, D.J. Crisp edit.: 227–238.
- MENZEL, D.W., J.M. RYTHER, 1961.— Zooplankton in the Sargasso Sea off Bermuda and its relation to organic production. *J. Cons.* 26: 250–258.
- SAIZ, F., M. LOPEZ–BENITO, E. ANADON, 1957.— Estudio hidrográfico de la Ría de Vigo I. *Inv. Pesq.* 8: 29–88.
- SAIZ, F., M. LOPEZ–BENITO, E. ANADON, 1961.— Estudio hidrográfico de la Ría de Vigo II. *Ibidem*, 18: 97–133.

ESTUDIO DE RECURSOS PESQUEROS.

I. VARIACIONES

Manuel Gomez Larrañeta

Introducción

La variación de la producción pesquera es, ante todo, un resultado de la variación del número de barcos y de su eficacia (poder de pesca). A la combinación del número de barcos y su poder de pesca se le denomina **esfuerzo de pesca**. El aumento de la producción de una pesquería y, sobre todo, de la pesca mundial, es el resultado directo del aumento del esfuerzo de pesca: cada vez más barcos y más poderosos. Sin embargo, a un aumento indefinido del esfuerzo de pesca no se corresponde un aumento proporcional de la pesca sino que, con frecuencia, una pesquería puede empezar a rendir cada vez menos. A este fenómeno de corresponder una producción cada vez menor con un aumento del esfuerzo se le denomina **sobrepesca**. Esto es lo que ha sucedido en numerosas pesquerías. Incluso a nivel mundial se están observando síntomas de este fenómeno, puesto que el aumento del esfuerzo es continuo y, sin embargo, el progresivo aumento de la pesca mundial desde 1948, con 19,4 millones de

toneladas, hasta 1970, con 70,0 millones, lo que representa un promedio anual de 2,3 millones, se ha visto estancado, como se aprecia en los siguientes datos proporcionados por la FAO

<u>Año</u>	<u>Millones toneladas</u>
1971	70,9
1972	66,2
1973	66,8
1974	70,5
1975	69,7

Esta crisis es debida a que últimamente no ha sido posible poner en explotación nuevas pesquerías que superen la disminución de la producción, por sobrepesca, de las tradicionales. Es evidente que cada vez la pesca mundial depende más de la explotación adecuada de las pesquerías tradicionales que de la exploración de nuevos recursos. Esto significa que en cada pesquería hay que emplear una flota óptima, aunque la regulación adecuada suponga también otras medidas adicionales. Si las pesquerías estuvieran explotadas adecuadamente se podría llegar a los 100 millones de toneladas, y mejorando la tecnología para la captura de recursos especiales, tales como el krill del Antártico, a los 200 millones.

Concretándonos a Galicia resulta que, por lo menos, las especies de fondo (pescado blanco) están sometidas a una aguda sobrepesca, por un exceso de flota. Esto significa que la producción total es mucho más baja que lo que podría ser potencialmente, y si esta pobre producción hay que repartirla entre muchos

barcos se comprenderá la pobreza de las capturas de cada uno de ellos. Desde un punto de vista económico, las embarcaciones de arrastre, con redes fijas y de anzuelo, que son las que capturan las especies demersales, solo son rentables vendiendo el pescado a un precio muy elevado, lo que, por efecto de contribución a la inflación, termina por perjudicarles. Esto ha sido la consecuencia de una total falta de planificación de la flota, no existiendo otra acción pública que las facilidades crediticias que han producido un número desmesurado de barcos.

Pero aunque al pescador todo esto le atañe directamente, desde su punto de vista lo que le importa es lo que le suceda a su propio barco, sin tener una preocupación de flota óptima, que es lo idóneo de un biólogo pesquero.

Perspectivas de los pescadores sobre las crisis pesqueras

Historicamente la primera inquietud de los pescadores ha sido disponer de barcos y artes de pesca cada vez más eficaces, inquietud que continúa hoy, y continuará. La segunda el hallazgo de los cardúmenes o concentraciones de los peces objeto de explotación. Este hallazgo ha consistido tradicionalmente en una mezcla de conocimiento empírico y suerte, aunque con los modernos medios de localización cada vez sea más un problema tecnológico. Sobre el hallazgo de las agregaciones de peces se pueden distinguir dos tiempos. Uno cotidiano, capturar el cardumen que se mueve dentro del área de pesca (vulnerabilidad), y otro

estacional o anual, que la especie objeto de explotación entre en su momento en el área de pesca (accesibilidad). De los dos tiempos, el que verdaderamente ha aparecido como problema, o crisis pesquera, es el de la accesibilidad. Es el clásico comentario de que en un año la "costera" de tal especie ha sido buena o mala. Este fenómeno ha sido desde siempre muy espectacular en la pesquería de arenque de las costas noruegas.

La tercera inquietud ha sido la de no capturar en exceso a las hembras ovadas, para permitir una reproducción suficiente. Esta inquietud ha sido tenida en cuenta por el legislador y muchas vedas están decretadas para evitar la captura de ejemplares en freza, especialmente crustáceos. Parte de los pescadores también desearía que se prohibiera el uso de artes que capturan ejemplares maduros, tal como la volanta, alegando la protección de reproductores.

Como últimas inquietudes podemos citar el exceso de flota y la no captura de ejemplares demasiado pequeños. La preocupación por el exceso de flota nunca ha tenido una traducción práctica, puesto que siempre sería con la condición de que se retirase de la pesquería otro pescador que no fuera uno mismo. La no captura de ejemplares pequeños se ha traducido a veces en la veda estacional de áreas, especialmente en el caso de los moluscos, pero en general el pescador ha sido poco sensible a este problema. La legislación ha tratado extensamente de la prohibición de la captura y desembarco de ejemplares inferiores a una talla dada,

así como de la reglamentación de los artes de pesca para evitar tales efectos, pero, por lo menos en España, tales prohibiciones no han sido generalmente respetadas por falta de una vigilancia eficaz.

Crítica científica de las crisis pesqueras

La mejora tecnológica de los artes y barcos de pesca ha sido decisiva en el desarrollo mundial de las pesquerías a partir de la segunda mitad del siglo pasado y, espectacularmente, desde 1945 con el uso de detectores ultrasónicos y las técnicas de congelación. Sin embargo, este avance no ha sido compensado por un conocimiento progresivo de las condiciones biológicas de productividad. En realidad la Biología Pesquera se encuentra retrasada más de un siglo con respecto a la Tecnología Pesquera. Quiere decirse que el dominio que tenemos de las leyes de productividad de los recursos marinos es parecido al que se tenía de la Física en la primera mitad del siglo pasado. Sin el avance tecnológico no se hubiera alcanzado el actual desarrollo pesquero, pero este desfase con la Biología Pesquera es una grave amenaza, por el efecto de la sobrepesca. No se puede renunciar al progreso tecnológico pero es urgente realizar un avance muy profundo de la Biología Pesquera.

La explicación que daban los pescadores a las fluctuaciones de los recursos del arenque en Noruega era la de que las poblaciones se acercaban en mayor o menor grado a la costa (accesibilidad). La que encontraron los biólogos fue que las criazones (clases

anuales) variaban grandemente. Así, la presencia de una o varias clases anuales abundantes en el **stock** pescable determinaba unos años de abundancias también en las capturas, y la ausencia de escasez. Esta explicación se hizo clásica para las pesquerías de peces pelágicos pequeños (clupeiformes y engraulidos).

En la pesca de arrastre los pescadores sostenían que la reducción de los **stocks** se debía principalmente a la menor cantidad de hembras frezantes y, por tanto, del reclutamiento. Los primeros estudios se hicieron a principios de siglo sobre la solla (**Pleuronectes platea**) llegando a la conclusión de que la reducción de la biomasa pescable era debida a la disminución del tamaño medio de los peces. Además, por los años 30, se observó que las clases anuales de la solla eran independientes del número de progenitores; es decir que, dada la gran cantidad de huevos que freza cada hembra, siempre habría suficiente número de huevos y larvas, sobreviviendo cada año una cantidad relativamente constante. Esta teoría se hizo también clásica para explicar el efecto de la pesca en las poblaciones bentónicas, que culminó en la obra de **Beverton y Holt** (1957) sobre la relación entre el esfuerzo de pesca y el **rendimiento** (producción anual total de una pesquería). La relación entre el esfuerzo y el rendimiento es una curva (figura 1) con un máximo a un esfuerzo dado, que se suele valorar por la mortalidad por pesca (F) que produce. La forma de la curva y la posición del esfuerzo óptimo dependen de la edad (tamaño de malla) en que se empieza a capturar la especie (figura 2). Por tanto, la regulación de una

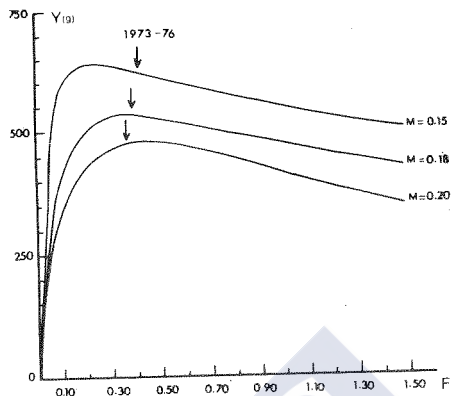


Figura 1.— Relación entre la mortalidad por pesca (F) y el rendimiento por recluta (Y) del bacalao del Golfo de San Lorenzo, a diferentes mortalidades naturales (M), según Minet (1977).

pesquería uniespecífica depende del esfuerzo y de las mallas. En la figura 3 queda sintetizado este concepto.

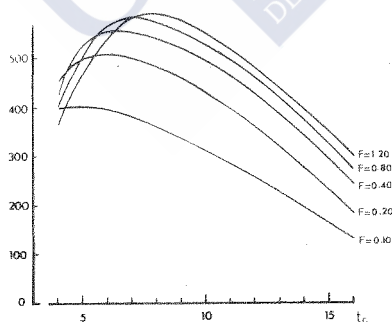


Figura 2.— Relación entre la edad de primera captura (t_c) y el rendimiento por recluta (Y) del bacalao del Golfo de San Lorenzo, a diferentes mortalidades por pesca (F), según Minet (1977).

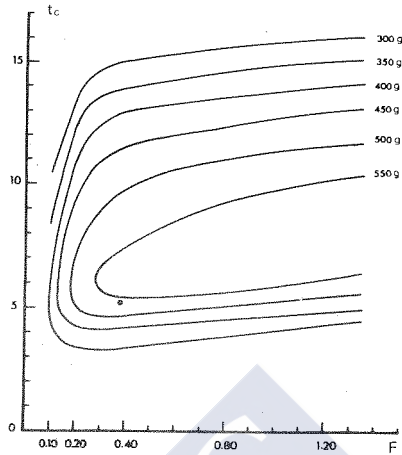


Figura 3.— Isoplethas del rendimiento por recluta (Y) del bacalao del Golfo de San Lorenzo, a diferentes mortalidades por pesca (F) y edades de primera captura (t_c), según Minet (1977).

El ambiente hará variar el reclutamiento, dando fluctuaciones anuales, pero el rendimiento medio, y más el rendimiento por recluta, como se expresa en las figuras, será una consecuencia de la mortalidad por pesca y de la edad de primera captura.

A una consecuencia semejante llegó Schaefer (1954) al estudiar de forma más simplificada la relación entre el rendimiento y el esfuerzo de pesca, consistiendo tal relación en una curva de parábola. Este modelo ha sido aplicado a los túnidos.

Un cierto acercamiento entre las ideas de los pescadores y los biólogos

Resumiendo lo anterior, podemos sintetizar las causas de las crisis pesqueras de la siguiente manera

Especies pelágicas: Pescadores, **accesibilidad**

Biólogos, **variaciones naturales de las clases anuales**

En tónidos, **sobrepesca**

Especies bentónicas: Pescadores, **disminución de los reproductores**

Biólogos, **sobrepesca**

El anterior resumen se mantuvo válido hasta 1950. A partir de este momento comienza una posición más flexible por parte de los biólogos.

En 1950 J. Marr reconoce la influencia de fenómenos de accesibilidad en la sardina de California (*Sardinops caerulea*), junto a las variaciones naturales del reclutamiento.

Larrañeta (1979) ha estudiado la sardina de Castellón y encontrado que durante un período de 15 años las variaciones del reclutamiento y de la accesibilidad han sido del mismo orden.

También durante la década de los cincuenta se propuso la sobrepesca para explicar la caída del rendimiento de la sardina de California, lo que antes sólo se atribuía a las especies bentónicas.

Pero fue Ricker (1954) quien hizo la contribución más importante al proponer un modelo basado en la mortalidad compensatoria, que consiste en que a medida que haya más progenitores y, con ellos, más huevos y larvas, la mortalidad de estas últimas será más alta. El resultado es que la relación entre las poblaciones progenitoras y filiales tiene forma de curva convexa, con una población filial máxima a una determinada población progenitora. En la figura 4 se muestran algunas de estas curvas.

En el eje de ordenadas se mide el volumen de la población filial en el momento de sustituir a la parental y ser, por tanto, a su vez, parental de otra generación. Allí donde la curva corte a la bisectriz, las poblaciones parental y filial serán iguales y la población permanecerá constante. En la realidad, la sobrevivencia de las larvas depende de factores fisiológico-constitutivos (A) además de la mortalidad compensatoria (B).

Ricker (1958) formuló que

$$z = w e^{a(1-w)}$$

donde z y w son las poblaciones filial y parental medidas en unidades de población en equilibrio, es decir, las poblaciones absolutas filial y parental divididas por la población correspondiente a la ordenada de la curva cuando corta a la bisectriz; y a es la relación entre la población en equilibrio y la parental que da una filial máxima, y constituye un índice de mortalidad independiente de la densidad.

Otra forma (Cushing, 1971) de la curva de Ricker, también desarrollada por Beverton y Holt (1957) es:

$$R = A P e^{-BP}$$

siendo R y P las poblaciones filial y parental en valores absolutos, y A y B parámetros relacionados con las mortalidades independiente de la densidad y compensatoria.

Si disponemos de valores empíricos de R y P durante una serie de años, como

$$\log R = \log A + \log P - BP \quad \text{entonces}$$

$$\log R - \log P = \log A - BP$$

que es una ecuación lineal en la que se pueden deducir A y B, siendo $a = \log A$.

Estas relaciones fueron aplicadas en el Canadá a las poblaciones de salmones del Pacífico. En efecto, son especies que tienen la característica de que al cabo de unos años de su nacimiento vuelven al río, se reproducen y mueren, de modo que cada año se sabe que la población reproductora es filial de la que había, por ejemplo (*Oncorhynchus gorbusha*), cuatro años antes. Pero resultan muy difíciles de aplicar en aquellas poblaciones en las que cada año la población filial es el resultado de la freza de varias clases anuales (varias generaciones parentales), como es el caso de la casi totalidad de los peces comerciales marinos. Una solución consiste (Garrod y Jones, 1974) en relacionar

el número de huevos, como población parental, con el reclutamiento a una edad determinada. Larrañeta (1979) ha desarrollado una metodología que, continuando este camino, permite, en determinadas circunstancias, llegar a la solución completa de la curva de Ricker.

Aunque las curvas de Ricker son difíciles de aplicar en las especies marinas, cuando menos se ha podido constatar que existen tres tipos fundamentales (figura 4).

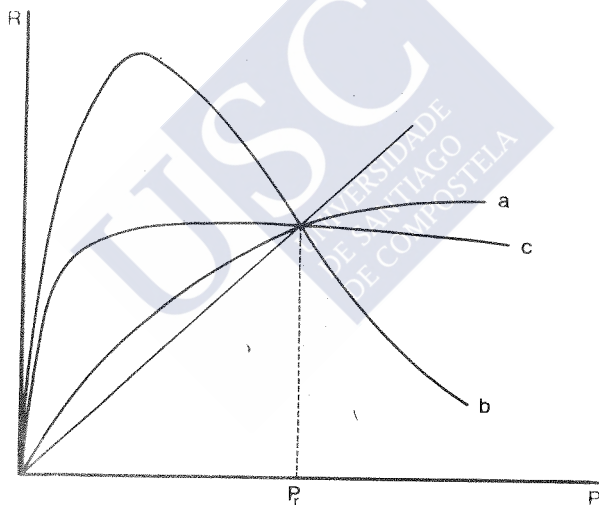


Figura 4.— Relaciones típicas entre la población parental (P) y filial (R). P_r , población parental de remplazamiento.

a) Curvas con domo suave (clupeiformes, engraulidos)

b) Curvas con domo agudo (gadiformes)

c) Curvas aplanadas (pleuronectiformes).

Las consecuencias son las siguientes: las de domo suave son las que corren mayor riesgo de no tener suficiente número de reproductores si es que por efecto de la pesca o causas naturales estos son reducidos, y producir reclutamientos escasos; las de domo agudo son las que ante una reducción de la población adulta reacciona dando fuertes reclutamientos; las de domo aplanado tienen reclutamientos relativamente constantes, dentro de un amplio intervalo de densidades de adultos.

Desde un punto de vista pesquero y volviendo a tener en cuenta las opiniones de los biólogos (por lo menos hasta 1950) y los pescadores, resulta lo siguiente:

Salmones, sardinas y anchoas.— Es cierta la teoría de las variaciones del reclutamiento por efectos ambientales, pero también tienen una participación aceptable el fenómeno de la accesibilidad. Sin embargo, el hecho más destacado es el riesgo de colapso, esto es, reducciones de la población con carácter irreversible, por lo menos durante una larga serie de años, que no se solucionan con la suspensión de la pesca. Ello es debido a la insuficiencia de reproductores, riesgo que los pescadores atribuyen a las

pesquerías de gadiformes, pero que en realidad se da en los clupeiformes. El colapso puede ser por causas naturales debido a condiciones ambientales adversas que producen una serie de reclutamientos pobres y, con ello, una reducción posterior del stock frezante que se automantiene. A veces puede ocurrir que otra especie ocupe el nicho ecológico dificultando con ello la recuperación de la primera, como puede ser el caso de las alternancias de largo período de la sardina de California y la anchoa (*Engraulis mordax*). Pero la causa más frecuente parece estar siendo una tasa excesiva de explotación.

Bacalao, merluza, atunes, peces planos.— Lo fundamental son las relaciones entre el esfuerzo de pesca y el rendimiento, y la modificación de esta relación al variar la edad de primera captura. Excepto en los atunes, se corre el riesgo de capturar ejemplares demasiado pequeños acentuando así el riesgo de sobrepesca. La preocupación de los pescadores de proteger a los reproductores no tiene aquí verdadero fundamento, salvo que se empleen en demasía artes selectivos de peces adultos (volantas) y por sobrepesca haya una reducción extremada del stock frezante. El eglefino del Georges Bank ha sufrido también este fenómeno con la mera sobrepesca de arrastre.

Un nuevo concepto de la sobrepesca

De lo anteriormente expuesto se deduce que el fenómeno de la sobrepesca puede ser debido a que al aumentar la mortalidad la edad media de la población

descienda tanto que el aumento de la captura en número no compense la disminución del peso medio de los pescados, a lo que se llama **sobrepesca de crecimiento**, o bien, a que la reducción del número de peces adultos haga disminuir el de reclutas de forma crítica, a lo que se llama **sobrepesca de reclutamiento**.

La sobrepesca de reclutamiento sería la explicación clásica de los pescadores, y la de crecimiento la de los biólogos hasta la década de los 50. Ahora bien, la sobrepesca de reclutamiento ha sido reconocida como el mayor peligro para los peces de superficie (sardina y otros) y la de crecimiento para los de fondo (merluza y otros). Desde luego, ambos tipos de sobrepesca pueden actuar sobre un mismo recurso, pero con intensidad diferente. Así, los salmónidos, que tienen una fecundidad relativamente baja, son muy sensibles a la sobrepesca de reclutamiento. Su curva de mortalidad compensatoria es del tipo a (figura 4), es decir, inclinada con domo suave; pero si son pescados tanto en los ríos como en el mar, la talla media de captura también puede disminuir. Por eso una acción eficaz y, afortunadamente, posible es asegurar el reclutamiento mediante el cultivo de alevines, para luego dejarlos en libertad. Actualmente se tiende a prohibir su captura en la mar, lo que suavizaría también la reducción del tamaño medio de los capturados.

En el otro extremo tenemos a los gádinos (bacalao, merluza, etc.) con una altísima fecundidad, longevos y

con crecimiento muy constante. Dejada la población sin explotar se compone de muchos ejemplares de gran tamaño. Son las clásicas capturas de la explotación inicial de una de estas pesquerías. Al aumentar el esfuerzo de pesca los efectos más visibles son la disminución progresiva de la talla media y su consecuencia, la disminución de la captura por calada. Pero esto todavía no es la sobrepesca, sino un efecto lógico. La sobrepesca empezará cuando la disminución de la captura por calada sea tal que el rendimiento disminuya también, es decir, la captura total anual. Es la sobrepesca de crecimiento, porque a los peces no se les dió oportunidad para crecer lo suficiente. El reclutamiento no sólo no disminuye, al reducirse el stock frezante, sino que aumenta (curva b, figura 4), comportándose los peces jóvenes como una especie "oportunistica", es decir, invasora de espacios vacíos.

Ahora bien, si la intensidad de pesca sigue aumentando puede reducirse tanto el stock reproductor que a la sobrepesca de crecimiento se le añada la de reclutamiento, es decir, estemos en la pendiente izquierda de la curva b de la figura 4. Además, dada la inclinación de la rama izquierda, esta reducción del reclutamiento puede ser dramática. Es entonces cuando se cumple el temor de los pescadores de la captura excesiva de "madres" de las especies de fondo.

Se comprende que la manera más eficaz de eliminar la sobrepesca de crecimiento consista en emplear artes de pesca que no capturen hasta que los

individuos hayan alcanzado una edad como para haber crecido lo suficiente y esto se consiga empleando unas mallas claras. Sin embargo, la tragedia de las pesquerías de arrastre consiste en que ante la disminución del tamaño medio del pescado los pescadores reducen la abertura de las mallas con lo cual se acelera la llegada de la sobrepesca y su agravamiento posterior.

La sobrepesca de crecimiento se mitiga o elimina, por tanto, imponiendo un tamaño mínimo legal de captura. En la práctica, suele ser preciso, en muchos casos, reducir también el esfuerzo de pesca.

La sobrepesca de reclutamiento no tiene más solución que limitar el esfuerzo de pesca para conseguir que haya suficiente número de reproductores. En la práctica esto puede conseguirse o, bien, limitando el número de barcos o, bien, estableciendo una cuota de captura. En el caso especial de los salmónidos y peces de río cultivando alevines. Una norma de explotación para evitar la sobrepesca de reclutamiento consiste en no reducir nunca la biomasa a menos de la mitad de la que hubiera sin pesca. Pero teniendo en cuenta que a la pesca pueden unirse causas naturales adversas, una norma de prudencia sería mantener el recurso a los dos tercios de la biomasa original.

Por último, planteemos una cierta paradoja ecológica. Se dice que los medios estables son más propios de especies con la llamada estrategia de la *k*, es decir, especies poco fecundas pero que aseguran con diversos medios la sobrevivencia de la progenie,

mientras que los inestables son de especies con estrategia r , es decir, muy fecundos pero con alta tasa de mortalidad juvenil. Por poner un parangón humano, el nivel de vida estable de los países occidentales produce poblaciones con estrategia de la k , y los países del tercer mundo, con sus hambres y epidemias, poblaciones con estrategia de la r . Una de las características de las especies con estrategia de la r es la de ser oportunísticas, es decir, la de ocupar rápidamente espacios no habitados, gracias a su elevada tasa de reproducción.

Pues bien, en estos problemas pesqueros resulta que las especies bentónicas se comportan más como estrategias de la r que las especies pelágicas, anadromas o fluviales, cuyos medios son más inestables. Recordemos, no obstante, como dato a considerar, que las especies bentónicas tienen, siquiera corta, una vida larvaria pelágica.

Factores de la mortalidad compensatoria

La mortalidad compensatoria significa escuetamente que el número de adultos generados no es uniformemente proporcional al de progenitores. Llegamos un momento en que por mucho que aumente el número de progenitores la población filial o no aumenta o incluso disminuye. Esto sucede por un incremento de la mortalidad en las primeras etapas de la vida.

Como los primeros estudios frezantes-reclutamiento se hicieron en los pleuronéctidos, que tienen curvas tipo c (figura 4), se impuso el “dogma” de que el reclutamiento era prácticamente independiente del stock frezante. Beverton y Holt (1957) propusieron el modelo

$$R = 1/(\alpha + \beta/P)$$

donde R es el reclutamiento, P los frezantes, alfa es un parámetro relacionado con la mortalidad denso-dependiente y beta con la denso-independiente. La curva tiende a una asíntota puesto que si P es infinito R será igual a la inversa de alfa. Por tanto, alfa determina el nivel de esta asíntota, y beta la curvatura.

En cambio, en la curva de Ricker $R = AP \exp(-BP)$ si la población parental tiende a infinito la filial lo hará a cero.

Harris (1975) ha estudiado los componentes de la mortalidad compensatoria y encontrado que la competencia larval responde al modelo de Beverton y Holt, y la atracción de predadores y el canibalismo al modelo de Ricker, tal como este autor había fundamentado la mortalidad compensatoria (1954). En efecto, si la sobrevivencia larval es una cuestión de disponibilidad de alimentos, este alcanzará para un número determinado, cuyo índice es alfa. Pero si la sobrevivencia larval es una cuestión de canibalismo se entiende perfectamente que un exceso de adultos sea

un predator hambriento de sus larvas, llegando, en caso límite, a aniquilarlas.

Así pues, una curva aplanada (tipo c, figura 4) indica una predominancia de los factores de competencia larval, o mortalidad auténticamente denso-dependiente, mientras que una curva tipo b (figura 4) indica una predominancia de la predación como factor de mortalidad larval, o mortalidad "stock-dependiente". Con ello se vierte cierta luz sobre la paradoja ecológica antes citada, y es que las especies bentónicas sufren un gran cambio de nivel, siendo primero especies presa (como las estrategias de la r) y luego especies predatoras, dentro de su propia jerarquización trófica.

Naturalmente, la mortalidad compensatoria es consecuencia en todas las especies de los factores denso y stock-dependientes, pero a la vista de las observaciones resulta que las denso-dependientes (competencia larval) son (Cushing, 1973) una explicación insuficiente de las relaciones frezantes-reclutamiento encontradas pareciendo, por tanto, más realista el modelo de Ricker que el de Beverton y Holt.

El orden e intensidad de estos factores podría explicarse así (Cushing, 1973), primero actuarían los dependientes del stock para fijar el nivel general de larvas sobrevivientes y, luego, la competencia para afinar la abundancia final de reclutas.

BIBLIOGRAFIA

- BEVERTON, R.J.H., y S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *U.K. Min. Agr. and Fish., Fish. Invest., Ser. 2*, 19: 533 pp.
- CUSHING, D.H.— 1971. The dependence of recruitment on parent stock in different groups of fishes. *J. Conseil*, 33 (3): 340–362.
- CUSHING, D.H.— 1973. Dependence of recruitment on parent stock. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30 (12): 1965–1976.
- GARROD, D.J. y B.W. JONES.— 1974. Stock and recruitment relationship in the Northeast Arctic cod stock and the implications for management of the stock. *J. Conseil*, 36 (1): 35–41.
- HARRIS, J.G.K.— 1975. The effect of density-dependent mortality on the shape of the stock and recruitment curve. *Ibidem*, 36 (2): 144–149.
- LARRAÑETA, M.G.— 1979. Estimating virgin average biomass in exploited stocks. *Inv. Pesq.*, 43 (1): (en prensa).

- MARR, J.C.— 1950. Apparent abundance of the pilchard (*Sardinops caerulea*) off Oregon and Washington, 1935–43, as measured by the catch per boat. *Fishery Bull*, 52: 385–394.
- MINET, J.P.— 1977. Dynamics and yield assessment of the northern Gulf of St. Lawrence cod stock (ICNAF Div. 4R–4S–3Pn). *ICNAF Res. Doc.*, 77/VI/24: 22 pp.
- RICKER, W.E.— 1954. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, 11 (5): 559–623.
- RICKER, W.E.— 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 119: 300 pp.
- SHAEFFER, M.B.— 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-American Tropical Tuna Comm.*, 1 (2): 27–56.

ESTUDIO DE RECURSOS PESQUEROS.

II. GALICIA

E.C. López Veiga

INTRODUCCION

La riqueza o pobreza de la plataforma pesquera de Galicia es, con frecuencia, motivo de comentarios en los medios de difusión cada vez que se habla de pesca. El objetivo del presente capítulo es dar un repaso a lo que se conoce en torno al potencial pesquero de nuestras costas, concretando lo dicho en el capítulo anterior de una manera general, adaptándolo al caso de Galicia y apuntando soluciones a los diversos problemas existentes, cuando exista alguna base para ello. Solo trataremos aquí de la actividad pesquera que se desarrolla sobre nuestra plataforma continental, excluyendo por ejemplo la pesquería del bonito, desarrollada fuera de la misma y a gran distancia de la costa.

Muchas veces se hace referencia a la estrechez de nuestra plataforma costera como una fatal circunstancia que determinaría la escasez de recursos en la misma. Sin embargo, y como se ha visto en el

capítulo anterior, la costa gallega constituye un área de afloramiento marino, por tanto debería de ser una zona rica en pesca. Efectivamente la costa de Galicia es un área potencialmente rica en pesca, pero que en estos momentos tiene sus recursos a un rendimiento muy bajo. Evitamos aquí deliberadamente la calificación de “agotados”, porque este término puede inducir a pensar que la presente situación no tiene arreglo, siendo que las pesquerías son recursos autorrenovables y, por tanto, la presente situación es, afortunadamente, reversible.

Comenzaremos pues con una breve descripción de los artes utilizados para la captura de las especies que viven sobre la plataforma costera de Galicia, siguiendo por la situación actual de las pesquerías así como las posibles soluciones que puedan remediar el bajo rendimiento de las mismas.

LAS PESQUERIAS GALLEGAS: ARTES Y ESPECIES

Conviene, en primer lugar, hacer una clasificación de las pesquerías de Galicia. Toda clasificación es un tanto subjetiva; sin embargo, creemos que lo más adecuado es una clasificación que tenga en cuenta el recurso sobre el que actúan. Según esto podríamos distinguir tres tipos de pesquerías.

a) Pesquerías de fondo o demersales

La especie que caracteriza a este tipo de pesquerías es la merluza (*Merluccius merluccius*), especie

fundamental cuya importancia relativa depende del tipo de arte utilizado en cada unidad pesquera. En la pesquería demersal se utilizan tres tipos de artes, fundamentalmente:

1.— Arrastre:

Se trata de una red en forma de saco que se arrastra por el fondo, capturando los peces que encuentra a su paso. Existen tres modalidades de arrastre (Fig. 1): baca, bou y pareja. Las dos primeras se diferencian en que la primera hace el arrastre con ambos cables sujetos a la popa, mientras que en la segunda los cables, puertas, etc., se sujetan al costado. Las maniobras de pesca son distintas, existiendo por lo general diferencias en el aparejo utilizado por ambos. La pareja consiste en dos barcos que arrastran un mismo aparejo de mayores dimensiones que en el caso anterior. No se usan puertas.

2.— Volantas:

Son redes fijas que se tienden perpendicularmente sobre el fondo como una muralla, quedando los peces enganchados a estas a nivel de las agallas.

3.— Palangres:

Son artes que consisten en una serie de anzuelos que cuelgan de un cable tendido paralelamente al fondo. Es preciso por tanto encarnar los anzuelos, antes de calar el arte.

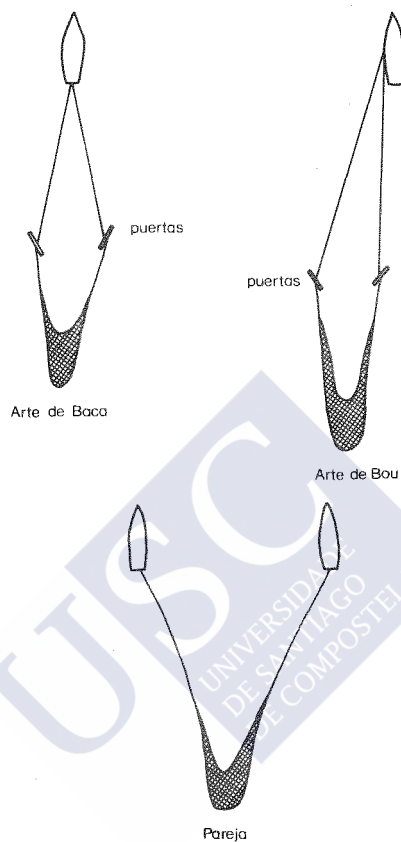


Fig. 1.— Esquema de los tipos de arrastre.

Estos dos últimos tipos de arte son mucho más selectivos que el arrastre, o sea, el rango de tallas que capturan es mucho más limitado que en el caso del arrastre. Asimismo el arrastre está más tecnificado que las volantas y palangres, que son de una estructura más artesanal, usando embarcaciones de menor porte.

El arrastre, además de la merluza, captura otras especies de indudable interés comercial. El arte de baca captura además: rapante (2 especies, *Lepidorhombus boscii* y *L. whiffiagonis*), cigala (*Nephrops norvegicus*), rape (*Lophius boudegassa*), mouvento (*L. piscatorius*), pulpo blanco o cabezón (*Eledone cirrosa*), faneca (*Trisopterus luscus*), Xurelo (*Trachurus trachurus*) y otras especies. El bou, además de la merluza, captura fundamentalmente xurelo, muy poca cigala y es menos eficiente que la baca respecto a las demás especies. La pareja depende fundamentalmente del pescado blanco, merluza y lirio o bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), capturando muy poco de las otras especies. La volanta y el palangre dependen en mucho mayor grado de la merluza que el arrastre, sus capturas se realizan fundamentalmente sobre esta especie aunque en los palangres, el ollomol o besugo (*Pagellus cantabricus*) se captura en cantidad apreciable.

b) Pesquerías de superficie o pelágicas

La especie que caracteriza a este tipo de pesca es la sardina (*Sardina pilchardus*). Fundamentalmente se emplean dos tipos de artes:

1.— Cerco.

Es una red que se larga alrededor del cardumen una vez localizado este. Es el arte más eficiente de esta pesquería.

2.— Xeito:

Es un arte empleado por embarcaciones muy pequeñas, y similar, en cierto modo, a la volanta. Se tiende en superficie quedando los peces enganchados por las agallas.

Otras especies en esta pesquería son el xurelo, la caballa (*Scomber scombrus*) sobre todo en sus etapas juveniles y en menor cantidad el espadín (*Sprattus sprattus*).

c) Pesquerías costeras

Por este nombre, aunque no sea el más indicado quizá, designaremos a aquellas que se llevan a cabo a muy poca distancia de la costa y dentro de las rías. Se utilizan una serie de artes menores, es una actividad totalmente artesanal y las capturas van dirigidas a una serie de especies muy variadas, lábridos, mugílidos, espáridos, etc. Existe muy poca información sobre este tipo de pesquerías desconociéndose su potencial, por lo que no la trataremos en el presente trabajo.

ESTADISTICA DE DESCARGAS

Es muy difícil estimar el volumen de descargas de pescado provenientes de nuestra plataforma costera, debido a que en las estadísticas oficiales no separan estas de las capturadas en el Grande Sole (SW Irlanda y S. Inglaterra). Sin embargo existen algunas estimaciones sobre descargas medias anuales de algunas especies, y en ciertas especies como sardina, caballa,

CUADRO 1

Especie	Años										
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Sardina	25.9	25.98	28.9	17.4	20.2	34.9	25.6	33.8	31.3	36.2	30.2
Caballa	6.7	9.2	12.5	17.5	12.6	12.3	16.3	20.2	13.9	13.9	16.03
Jurel	41.7	37.03	32.9	36.52	42.6	*	68.2	48.7	67.2	45.8	45.8
Lirio	9.24		12.73	15.18	15.57	12.92	7.84	8.85	15.52	12.65	10.92

(descargas en miles de toneladas)

* falta de datos

jurel, bacaladilla que no se capturan en aquel área, las cantidades que aparecen en la estadística oficial son sin duda capturadas en nuestras costas. En el cuadro 1 se dan las estadísticas de capturas de estas cuatro especies entre los años 1964–1974.

La captura media de sardina en este período ha sido del orden de las 28.000 toneladas métricas, la de caballa 14.000 toneladas, la de jurel 47.000 toneladas métricas y de bacaladilla o lirio unas 12.000 toneladas. En cuanto a la merluza, algunas estimaciones indican una cantidad entre 7.000 y 14.000 como descarga anual media de esta especie (LOPEZ VEIGA et al 1977 y FERNANDEZ et al 1977). Teniendo además en cuenta que se realizan asimismo capturas importantes de cigala, rapantes, rape, mouventó, faneca, diversos cefalópodos y otras especies de interés secundario, creemos que no sería aventurado estimar que se están capturando en la costa de Galicia alrededor de 120.000 toneladas métricas de diversas especies. Para dar una idea del orden de magnitud de estas capturas, diremos que esta cantidad constituye un 10^o del total desembarcado en España, proveniente tanto de aguas costeras como de caladeros lejanos, y un 26^o del total desembarcado en Galicia. La cifra de 120.000 toneladas es pues realmente importante.

DERIVACION DE LAS CURVAS DE RENDIMIENTO

Cuando existen datos fiables de capturas y esfuerzo a lo largo de una serie de años, se pueden derivar estas curvas de una manera sencilla y rápida. Desgraciadamente este no es el caso de Galicia, y entonces hay que recurrir al uso de los llamados modelos analíticos, que requieren más información de tipo biológico, y que realmente proporcionan una mayor precisión. De estos modelos analíticos el más ampliamente usado es el desarrollado por BEVERTON y HOLT (1957).

Uno de los datos que hace falta para poder construir la curva de rendimiento es el crecimiento de la especie en cuestión, que es necesario expresarlo de una manera matemática. La ecuación de crecimiento que hay que emplear en este modelo concreto es la de VON BERTALANFFY (1938):

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

que expresa la longitud (l_t) en función del tiempo (t), y cuyos parámetros son K , L_{∞} y t_0 . L_{∞} es la longitud a la que tiende l_t cuando $t \rightarrow \infty$, o sea la longitud asintótica. Para transformar la longitud (l_t) en peso (w_t) se emplea la relación talla peso que tiene la forma

$$w_t = a l_t^b \quad (*)$$

(*) b es aproximadamente igual a 3 en la mayoría de las especies de peces.

o bien se establece una fórmula para el peso en función del tiempo

$$w_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})^b$$

A la longitud asintótica L_{∞} le corresponde un peso asintótico W_{∞} .

Un dato imprescindible para derivar estas curvas es la talla de primera captura (l_c), o sea la talla a la que por primera vez los individuos de una especie son capturados por los artes de pesca, que depende de los tamaños de malla o anzuelos empleados. Para esto hay que construir las llamadas curvas de selección, que se construyen, poniendo en ordenadas, el tanto por ciento de individuos de cada talla retenidos por el arte, y en abscisas la talla correspondiente. Para el caso de los artes de arrastre esta curva tiene forma de ese (fig. 2), y a la talla a la que quedan retenidos el 50% de los individuos se la conoce como talla de primera captura.

El modelo de BEVERTON y HOLT (1957) descansa en una serie de supuestos. Uno de ellos es que el reclutamiento (R) es constante, o sea el número de individuos que se agregan cada año a la pesquería es constante, cosa que como se ha visto en el capítulo anterior no es cierto en la mayoría de las especies, sino que depende en gran parte del número de progenitores. Sin embargo se puede asumir que el reclutamiento es constante, como una primera aproximación.

También se supone que la variación en el tiempo del número de individuos es directamente proporcional

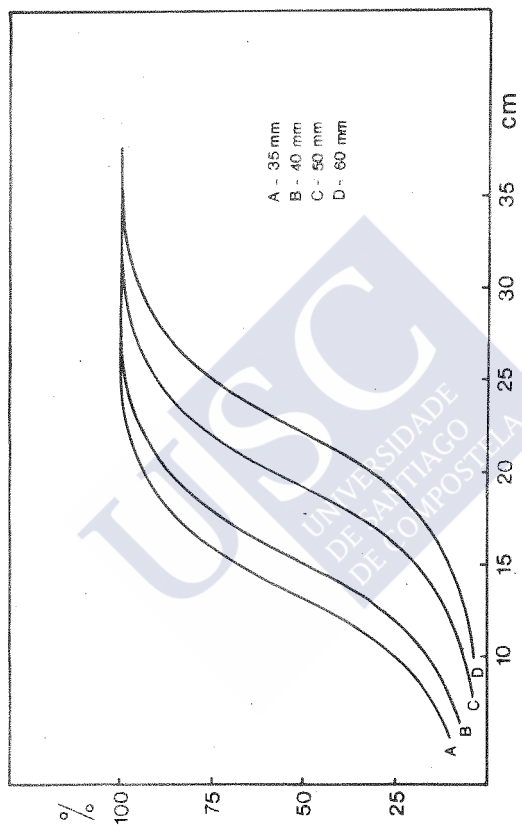


Fig. 2.— Curvas de selección de los artes de arrastre.

al número de individuos presente, o sea:

$$\frac{dN}{dt} = -ZN$$

donde Z es el coeficiente instantáneo de la mortalidad total ejercida sobre el stock, que a su vez se puede desdoblar en dos componentes:

$$Z = F + M$$

siendo F la mortalidad debida a la pesca y M la debida a otras causas. Ambos son asimismo coeficientes instantáneos. Generalmente se acepta que el coeficiente instantáneo de mortalidad por pesca es directamente proporcional al esfuerzo pesquero, que es más o menos el número de barcos (cuya efectividad habrá que normalizar) en la pesquería (f) de tal manera que

$$F = q f$$

A través de una serie de pasos se llega a una expresión que relaciona el rendimiento (Y) anual en función de la mortalidad por pesca:

$$Y = F R e^{-M(t_c - t_r)} W_{\infty} \sum_{n=0}^3$$

$$\frac{U_n}{Z + nK} e^{-nK(t_c - t_0)} (1 - e^{-(Z + nK)(t_1 - t_c)})$$

donde t_r , t_c y t_1 son las edades de reclutamiento al área de la pesquería, de primera captura y edad límite de la

vida respectivamente, y U_n un término que toma los valores $U_0 = 1$, $U_1 = -3$, $U_2 = +3$ y $U_3 = -1$.

Existen otras formas simplificadas de esta expresión, y generalmente se usan no las curvas de rendimiento, sino las curvas de rendimiento por recluta Y/R , dada la dificultad de conocer R . Evidentemente, siendo R constante, aquel valor de F que maximice Y/R , también maximizará Y . La forma de estas curvas es la que se muestra en la figura 1 del capítulo anterior. Usando formas aún más simplificadas de esta expresión, las curvas pueden derivarse rápidamente con ayuda de unas tablas (BEVERTON y HOLT 1964).

Como se puede deducir de la expresión anterior, si variamos el tamaño de las mallas empleadas, variará t_c y por tanto la forma de las curvas (ver figs. 1, 2 y 3 del capítulo anterior).

REGULACION DE LAS PESQUERIAS

El modelo descrito anteriormente ha sido ampliamente utilizado en la regulación de las pesquerías. En opinión de GULLAND y CARROZ (1968) las conclusiones derivadas del uso de las curvas de rendimiento son válidas por ser prudentes o conservativas, en el sentido de que proporcionan un límite inferior o garantizan un mínimo a los beneficios obtenidos de las medidas de conservación.

Tal y como hemos visto el rendimiento anual de una pesquería dependerá del tamaño de las mallas usadas (lo que influenciará directamente la edad de

primera captura t_c) y de la cantidad de pesca, o esfuerzo de pesca, (que determinará F ejercido). En general esto es así, sin embargo en el momento de regular una pesquería, hay una serie de medidas que pueden influenciar en una u otra cosa. Dados los problemas socioeconómicos que la regulación de una pesquería conlleva es necesario considerar las posibles acciones a tomar, para estudiar la más conveniente en cada caso. Las más comunes son:

a) Limitación legal del tamaño de los peces capturados:

Esta medida consiste en prohibir el desembarco de peces menores de una cierta talla, obligando a devolver estos al mar. La medida sería aceptable cuando la supervivencia de los devueltos al mar es alta, cosa que raras veces ocurre. De no ser así solo es efectiva desde el punto de vista que desanima a los pescadores a pescar estos individuos de menor tamaño.

b) Vedas:

Pueden vedarse tanto áreas como temporadas. En general solo tienen utilidad cuando se intenta evitar una mortalidad excesiva en ciertas concentraciones de peces, por ejemplo de juveniles. Especialmente cuando se veda un área, esto siempre trae como resultado una intensificación del esfuerzo de pesca en otras áreas, con los siguientes efectos negativos.

c) Regulación de los tipos de artes:

Esto engloba tanto las regulaciones del tamaño de mallas o anzuelos, como las restricciones sobre los tipos de artes más “dañinos” o eficientes. Este tipo de regulación es muy efectiva y se ha aplicado con éxito en diversas pesquerías.

d) Limitación del esfuerzo pesquero:

Es otra de las medidas más eficaces en el control de las pesquerías. Este objetivo puede lograrse bien mediante el establecimiento de cuotas de captura, o bien limitando directamente el número de barcos o el tiempo que estos emplean en los caladeros. La adopción de una u otra medida depende del tipo de pesquería que se desarrolle.

En líneas generales hemos sistematizado las medidas de regulación más comunes usadas en pesquerías. Detallaremos más a medida que consideremos cada una de las pesquerías gallegas.

Queremos señalar que a pesar de la tremenda complejidad de los problemas biológicos, el uso de las técnicas anteriormente señaladas proporciona resultados positivos. Al introducir medidas de regulatorias basadas en estos modelos, al menos la dirección del cambio en la pesquería se conocerá. Por ejemplo al aumentar el tamaño del **stock** (al reducir la mortalidad por pesca e incrementar el tamaño medio de los peces) el volumen del reclutamiento y por tanto los futuros tamaños de **stock** y capturas, serán casi con

seguridad mayores que las precedidas tomando como base un reclutamiento constante. En general, cuando se dan las primeras medidas regulatorias para la recuperación de una pesquería, estas suelen ser simples. A partir de aquí se requerirán estudios cada vez más detallados para llevar la pesquería en su conjunto a su nivel óptimo, profundizando en los estudios sobre la complejidad biológica del sistema.

ESTADO DE LAS PESQUERIAS DEMERSALES

En el capítulo anterior ya se había señalado que las especies de fondo de Galicia se encontraban en un estado de aguda sobrepesca. El origen de este problema es doble, por una parte un número de barcos excesivo en la pesquería y por otra un tamaño de mallas claramente inadecuado.

Las redes de arrastre empleadas en la pesquería demersal de Galicia emplean mallas en el copo muy pequeñas, 40 mm (medidas en diagonal y estirada la malla), la legal, o incluso inferiores (35 mm). Esto determina una talla de primera captura para la merluza muy pequeña, alrededor de los 15 cm.

Las estimaciones de la mortalidad total hechas sobre la población de merluza gallega muestra unos valores extremadamente altos. Ambos hechos determinan que en la pesquería de merluza de Galicia se está en un clarísimo ejemplo de **Sobrepesca de crecimiento** tal y como se definió en el capítulo anterior. Afortunadamente, y dados los niveles de reclutamiento que se vienen observando, no parece de

momento existir el peligro de **sobrepesca de reclutamiento**, lo cual alivia considerablemente la situación general, si bien de incrementarse los niveles de esfuerzo es un hecho que podría producirse. Estos niveles de reclutamiento que se vienen observando podrían ser debidos a la elevada productividad primaria de la zona, unida a la elevada fecundidad de esta especie, lo que paliaría los efectos que cabrían esperarse de los bajos niveles a que se encuentra el stock parental en estos momentos.

La figura 3 muestra las curvas de rendimiento por recluta para la merluza gallega, para mallas de 40 y 60 mm en el copo, marcándose con una raya vertical una de las estimaciones más pequeñas hechas para el valor de F . Otras estimaciones hechas para este parámetro muestran unos valores muy superiores a 0,4. La curva correspondiente a la situación actual sería la curva A. Se puede ver claramente que se está en una fase de sobrepesca ya que los valores actuales de F están muy por encima del valor de $F = 0,13$ (F_{max}) que proporcionaría el rendimiento por recluta máximo.

Una situación semejante se ha detectado para el gallo o rapante (*Lepidorhombus boscii*) usando un análisis similar (FUERTES 1977). Para otras especies aún no se ha realizado este tipo de análisis, sin embargo puede esperarse que la situación sea semejante a la de las especies anteriores. Dada la intensidad de esfuerzo que hay en la plataforma gallega y las mallas usadas caba esperar que las especies más importantes de la plataforma de Galicia se encuentren sometidas a una sobrepesca de crecimiento.

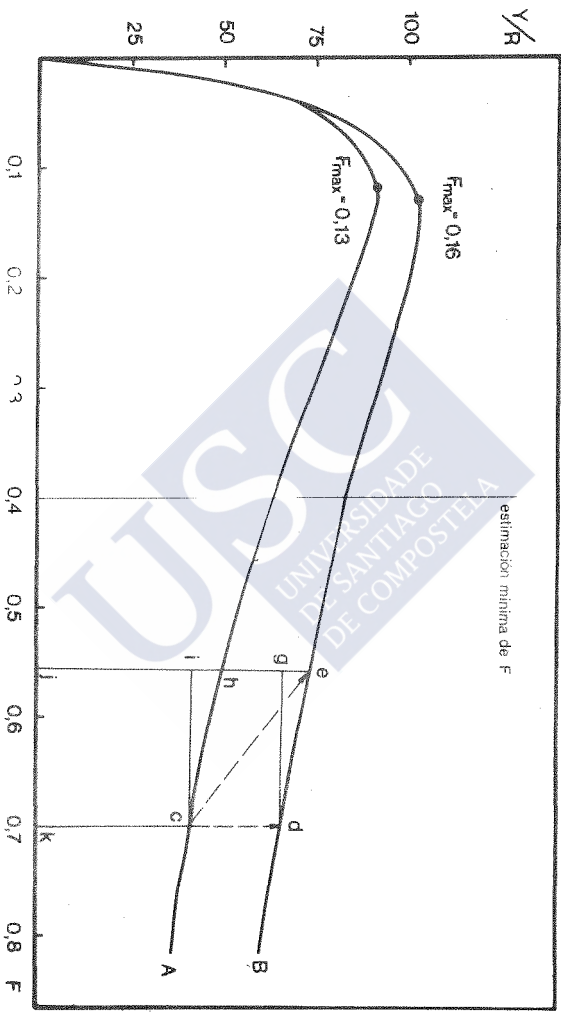


Fig. 3.— Curvas de rendimiento por recluta para la menbriza de Galicia. ($M/K = 3.00$). (A) para mallas de 40 mm en el copo, (B) para mallas de 60 mm en el copo.

No existiendo sobrepesca de reclutamiento, las situaciones a adoptar para el inicio de la recuperación de la pesquería de merluza son más o menos simples. Como habíamos visto los dos medios más efectivos de regulación eran la regulación del tamaño de mallas y la regulación del esfuerzo pesquero. Supongamos que el valor del coeficiente instantáneo de mortalidad por pesca es $F = 0,7$. Con las actuales mallas de 40 mm estaríamos en el presente momento en el punto *c* de la curva A en la figura 3, y el rendimiento en estas circunstancias sería el segmento \overline{ck} . Si se aplica simplemente una reducción del esfuerzo, por ejemplo de un 20^o%, la pesquería se estabilizaría al cabo de un cierto tiempo en el punto *h* de la curva A. La ganancia en rendimiento vendría descrita por el segmento \overline{ih} . De aplicarse simplemente un aumento de mallas en el copo de 40 mm a 60 mm, la pesquería al cabo de un tiempo se estabilizaría en el punto *d* de la curva B (figura 3), siendo la ganancia en rendimiento $\overline{cd} = \overline{ig}$. Si se tomaran ambas medidas simultáneamente la pesquería tendería a estabilizarse en el punto *e* de la curva B produciendo un aumento \overline{ie} , que es casi el doble del rendimiento actual.

Ha de subrayarse el hecho de que las consideraciones hechas lo han sido sobre el rendimiento por recluta. Si el reclutamiento fuera constante el rendimiento total sería directamente proporcional al rendimiento por recluta. Como se ha visto en el capítulo anterior el reclutamiento depende del tamaño del stock de reproductores, y cabe esperar

como señalan GULLAND y CARROZ (1968) que al aumentar este por la aplicación de cualquiera de las medidas descritas aumente el volumen del reclutamiento, obteniéndose así mayores beneficios que los previstos usando el análisis de rendimiento por recluta, suponiendo el reclutamiento constante.

Puede afirmarse sin temor que, exceptuando el lirio o bacaladilla y el xurel, el resto de las especies demersales de Galicia se encuentran sometidas a sobrepesca. Las soluciones a este problema ya han sido apuntadas en diversos trabajos: por una parte una ampliación de mallas en los copos de arrastre hasta 60 mm beneficiaría a la pesquería demersal en general produciendo un aumento en los rendimientos, y por otra parte es deseable al menos una congelación de los niveles de esfuerzo presentes en la pesquería o mejor una reducción de alrededor de un 20⁰/o del mismo (LOPEZ VEIGA et al 1977, FERNANDEZ et al 1977).

Existen estimaciones sobre el rendimiento potencial de la pesquería de merluza gallega: el rendimiento máximo sostenible podría ser al menos 55.000 toneladas métricas o hasta 100.000 Tm., lo que significa cantidades notablemente superiores a las 7.000-14.000 toneladas capturadas en la actualidad. No existen estimaciones similares sobre otras especies pero sería de esperar que el rendimiento de las mismas se pudiera elevar sensiblemente sobre las capturas actuales, a menos que algunas especies fueran ahora abundantes por la menor competencia de los stocks de merluza que es ciertamente la especie dominante.

ESTADO DE LAS PESQUERIAS PELAGICAS

La especie que caracteriza esta pesquería es la sardina (*Sardina pilchardus*), de la que existe un conocimiento bastante adecuado de su biología, faltando sin embargo un muestreo poblacional en los últimos años.

De los datos disponibles sobre la biología de esta especie se pueden derivar las curvas de rendimiento por recluta, sin embargo este método no es tan válido en este tipo de poblaciones como lo es en el caso de las demersales, debido a las relaciones entre el stock parental y el reclutamiento subsiguiente. Como ya se vió en el capítulo anterior, los clupeiformes en general presentan unas curvas de stock -reclutamiento de domo suave. En estos casos puede suceder que el nivel de pesca de F_{max} no sea adecuado, ya que podría disminuir sensiblemente el stock de reproductores produciendo a largo plazo una disminución del rendimiento en esa pesquería que en ocasiones puede ser sensible. De hecho en este tipo de pesquerías se recomienda un nivel de pesca conocido como $F_{0,1}$ menor que F_{max} , y en ocasiones sensiblemente inferior, que disminuye este riesgo.

Por otra parte la pesca a niveles altos en este tipo de especies de vida corta tiende a acentuar las fluctuaciones naturales haciendo variar más la captura de año en año. Hemos de recalcar el hecho de que en las poblaciones pelágicas de especies de vida corta, las fluctuaciones en los niveles de población debidas a

causas naturales son mucho más pronunciadas que en el caso de las poblaciones de especies de fondo de vida larga. En definitiva las variaciones en el reclutamiento son mayores, lo cual hace que este tipo de pesquerías sea difícil de controlar, y en este caso el modelo clásico de BEVERTON y HOLT (1957) tiene mucho menos valor predictivo.

Hechas estas salvedades, se puede sin embargo hacer algunas conjeturas sobre el estado de la pesquería de sardina en Galicia. A partir de los datos publicados por ANDREU y FUSTER DE PLAZA (1962) y ANDREU (1954) pueden derivarse las curvas de rendimiento por recluta correspondientes a la sardina (Figura 4), para cuya elaboración se han tenido en cuenta los valores de la talla de primera captura más

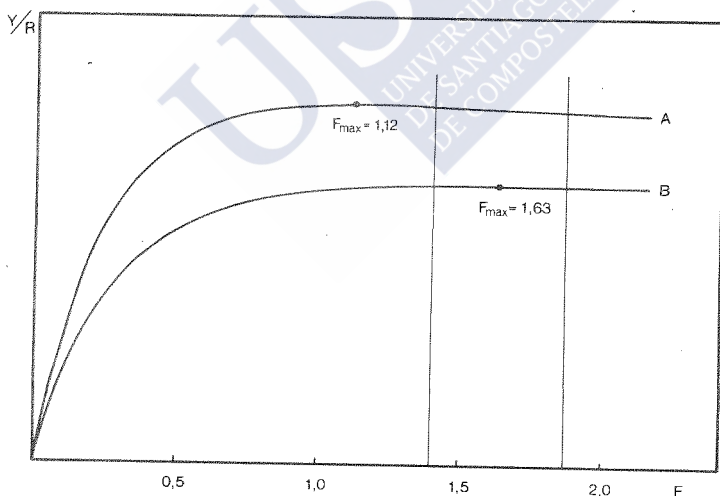


Fig. 4.— Curvas de rendimiento por recluta para la sardina de Galicia. (A) para $M = 0,6$ (B) para $M = 0,7$.

probable y el crecimiento de la especie. La curva A resulta de asumir un valor del coeficiente instantáneo de mortalidad natural $M=0,6$ y la curva B de asumir $M=0,7$. Este tipo de curvas resultan un tanto desconcertantes ya que parecería que de aumentar indefinidamente el esfuerzo, el rendimiento no disminuiría sensiblemente, no obstante hemos de volver a insistir que este tipo de análisis ignora las relaciones de stock – reclutamiento.

De los datos de los autores anteriormente mencionados pueden hacerse estimaciones de los niveles de mortalidad en los años 1952–53, señalándose en la figura 4 las estimaciones máxima y mínima de F en estos años, mediante rayas verticales. Según esto la pesquería de sardina en estos años estuvo explotada muy probablemente a niveles de F_{max} o superiores. La tendencia desde entonces parece haber sido de aumento de esfuerzo.

La figura 5 muestra las estadísticas de descargas de esta especie. Desde 1945 existen datos globales de capturas para toda Galicia, y antes de este año se muestran las descargas provenientes del puerto de Vigo. Se puede apreciar que en la década de los 30 y a principios de los años 40, solo las descargas en el puerto de Vigo estaban a un nivel similar a las actuales para toda Galicia, lo que quiere decir que en aquellos años la abundancia de esta especie era mucho mayor que la actual. A finales de los cuarenta y hasta 1957 aparece la “crisis” de la pesquería, con una posterior recuperación a niveles más bajos que en los años 30.

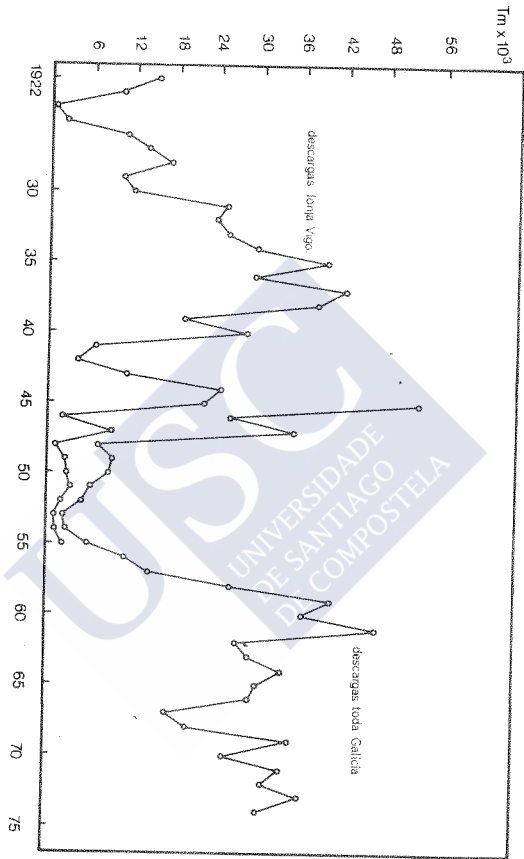


Fig. 5.— Estadísticas de descarga de la sardina de Galicia.

Dicha crisis muy bien pudiera haber sido debida a causas naturales, quizá agravadas por un nivel de mortalidad por pesca inadecuado.

Se puede conjeturar que la pesquería de sardina en Galicia sea susceptible de un aumento de su rendimiento, a niveles superiores a los existentes en la actualidad. Es bastante probable que en estos momento el nivel de mortalidad por pesca esté mantenido a niveles superiores a F_{max} . Es de hacer notar sin embargo la necesidad de un esfuerzo considerable en materia de investigación científica en esta especie.

Otras especies que se capturan en esta pesquería son: el espadín (*Spratus spratus*) que es un recurso de escasa importancia, del que se puede afirmar que está siendo explotado a niveles superiores a F_{max} y cuyo rendimiento es susceptible de mejora, y la caballa y el xurel cuyo estado como recursos no parece indicar que se encuentren en una situación que inspire preocupación.

Como comentario final diremos que la regulación de este tipo de recursos suele ser mucho más compleja que en el caso de las pesquerías demersales. A veces la limitación del esfuerzo no suele ser práctica teniéndose que recurrir al sistema de cuotas de captura, tal y como ha mostrado LARRAÑETA (1977) para poblaciones del Mediterráneo.

REGIONALIZACION DE LA PESCA

La regulación de la pesca es algo que no es estático, sino que el control ha de ejercerse constantemente, sobre todo porque las pesquerías son multiespecíficas, y las diversas especies tienen un valor distinto. Es por esto que a la hora de tomar una decisión para regular la pesquería de una especie determinada, habrá que tener en cuenta los posibles efectos de esta regulación con respecto a las pesquerías de otras especies.

Por otra parte, constantemente se producen mejoras tecnológicas en los métodos extractivos de los que habrá que evaluar su incidencia en el recurso, previamente a la autorización de su uso.

Finalmente el continuo progreso en la investigación, puede determinar nuevas medidas de regulación, con objeto de mejorar el rendimiento global de los recursos.

Ahora bien, tal y como señalan GULLAND y CARROZ (1968), cuando un área determinada de pesca se regula, y como consecuencia aumenta el rendimiento, esto trae como consecuencia que los pescadores de otras zonas donde los rendimientos son más bajos, se sientan atraídos por el área regulada, con el consiguiente aumento del esfuerzo pesquero que puede dar al traste con los beneficios obtenidos por la regulación. Evidentemente este hecho debe de estar previsto, y esto solo se conseguirá acotando áreas de

pesca y determinando qué, cómo y quienes han de pescar en ese área determinada. Esto evidentemente es un problema técnico y sin duda un problema político. Asimismo lo son las decisiones sobre qué medidas de regulación conviene adoptar, ya que aunque el origen de las mismas es técnico sus consecuencias son de una importancia socioeconómica indudable. Las soluciones en otros países como Canadá o Estados Unidos, muy avanzados en legislación pesquera, han consistido en la creación de Ministerios o Consejos de pesca regionales, autónomos y coordinados a nivel estatal.

Galicia, sin duda, constituye una nacionalidad bien definida, pero además su plataforma pesquera también es un área de pesca que tradicionalmente ha sido explotada por sus habitantes. La mejor solución para la regulación de las pesquerías sería la creación de un organismo autónomo para este área, tal como una oficina o centro de las Pescas de Galicia. Aunque el tema es sin duda político, en un alto grado lo es también técnico, y por tanto, en líneas generales, aprovechando nuestra larga experiencia en contactos con otros países y organizaciones pesqueras internacionales, propondremos un modelo de organismo perfectamente aplicable a Galicia, cuyo cometido básico sería la regulación de las pesquerías gallegas. Su organización se esquematiza en la figura 6 y comprendería un organismo administrativo, que denominaremos: "Ministerio" de la Pesca de Galicia, y otro de tipo consultivo que denominaremos: Consejo de la Pesca de Galicia. Las funciones del primero serían las de tipo administrativo, con la misión de coordinar

todas las actividades y estudios relacionados con la pesca en Galicia.



Fig. 6.— Organigrama para un “Ministerio” de la Pesca de Galicia.

En el “Ministerio” cabrían tres departamentos a) el Departamento de Política y Economía Pesquera, que sería el encargado de elaborar las directrices de la política pesquera de Galicia, b) el Departamento de Relaciones Exteriores, que estudiaría las relaciones con otras áreas de pesca del Estado Español, y actuaría como asesor del correspondiente departamento a nivel estatal en las relaciones pesqueras internacionales, y c) el Departamento de Servicios en el que quedarían englobados la investigación, estadística, y el control y vigilancia.

El Consejo sería un órgano representativo que asesoraría al “Ministerio” en todas las actividades de este. Cabrían aquí representantes de los trabajadores,

organizaciones empresariales, etc. que serían capaces de evaluar las medidas de conservación propuestas en un momento dado.

El esquema es por supuesto muy general, y los detalles tendrían que ser estudiados a fondo y sopesados por las diversas fuerzas políticas del país, por lo que no entraremos en ello. Sin embargo, tal esquema puede ser una buena base de estudio y un excelente medio de regular las pesquerías gallegas y de poner la investigación en este campo al servicio de la sociedad.

FUTURO DE LA INVESTIGACION EN GALICIA

Finalmente consideraremos el futuro de la investigación en Galicia. Es frecuente la distinción que se hace bien sea entre investigación básica y aplicada o bien entre biólogos pesqueros y otros biólogos marinos. Recalcaremos aquí que la regulación pesquera es algo que engloba muchas disciplinas dentro del campo de la investigación marina: Oceanografía, Planctología, etc. y del progreso de este conjunto de conocimientos dependerá nuestro conocimiento de los recursos y en general de la regulación de los mismos. No existe pues una investigación básica y una aplicada, sino determinados campos de la investigación que dan resultados a muy corto plazo y otros que los dan a un plazo más largo. Encerrarse en los primeros exclusivamente descuidando los segundos es un grave error que se paga caro, ya que si bien se pueden conseguir de esta manera resultados inmediatos que

pueden ser muy prácticos a corto plazo, esto conduce a un estancamiento del conocimiento a un plazo más largo, con toda seguridad.

Los recursos marinos de Galicia son sin duda de extraordinaria importancia, y su adecuada administración dependerá a la larga del impulso que se le dé a todas y cada una de las áreas de investigación marina en este país.



BIBLIOGRAFIA

- ANDREU, B.— 1954. The sexuality of sardines. *FAO General Fisheries Council. Mediterranean Tech. Pap.*, 1: 13 pp.
- ANDREU, B. y M.L. FUSTER DE PLAZA.— 1962. Estudio de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del NW de España. *Inv. Pesq.*, 21: 49–95.
- BERTALANFFY, L. von.— 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth Laws II). *Hum. Biol.* 10(2): 181–213.
- BEVERTON, R.H.J. y S.J. HOLT.— 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Inv, Ser. II.*, 19: 1–533.
- BEVERTON, R.H.J. y S.J. HOLT.— 1964. Tables of yield functions for fishery assessment. *FAO Fish. Tech. Paper.*, 38: 1–49.
- FERNANDEZ, A., S. IGLESIAS, F.J. PEREIRO y J.M. GARCIA.— 1977. On the hake population dynamics from Galicia (NW Spain) with a preliminary assessment. *ICES C.M.* 1977/G:9.

- FUERTES, J.R.— 1977. Age, growth and mortality of *Lepidorhombus boscii* (Risso) off the Galician Coast, NW Spain. *ICES C.M.* 1977/G: 8.
- GULLAND, J.A. y J.E. CARROZ.— 1968. Management of fishery resources. *Adv. Mar. Biol.*, 6: 1–71.
- LARRAÑETA, M.G.— 1977. Natural mortality in a Mediterranean sardine population. *ICES C.M.* 1977/J: 8.
- LOPEZ VEIGA, E.C., A. VAZQUEZ, E. LABARTA, J.M. ALONSO ALLENDE, J.R. FUERTES, G. PEREZ—GANDARAS y J. TOURON.— 1977. Análisis de la pesquería demersal de Galicia. Resultados de la campaña Galicia II (agosto—septiembre 1975). *Res. Exp. Cient. B/O Cornide*, 6: 65–133.

**EXPLOTACION DE LOS RECURSOS
MARINOS RENOVABLES DE LA ZONA
COSTERA DE GALICIA**

A. Figueras

INTRODUCCION

La riqueza en recursos marinos renovables de las costas de Galicia y en particular de sus rías es proverbial y superior a la de otras regiones del mundo de gran producción.

Lo demuestra la comparación de las cifras de producción primaria de algunas zonas dadas en gramos de carbono por metro cuadrado y año: Perú, 600; Ría de Vigo, 300; Atlántico Norte de 100 a 150 y Mediterráneo Occidental 25.

Como ejemplo de producción (secundaria o terciaria) es decir de especies útiles para el consumo que se alimenten de fitoplancton directa o indirectamente, tenemos que de anchoveta del Perú se producen 200 Kg por hectárea y año; 80 de pesca de arrastre en Islandia; 60 en las islas Feroe; 55 en Marruecos; 40 en Galicia (Pesca de arrastre); 17 en el

Mar del Norte; 22 en Terranova; 10 en el Mediterráneo y 186 de mejillón cultivado en la ría de Vigo (G. LARRAÑETA com. pers.).

Ahora bien, por un lado la industrialización y el crecimiento de la población ribereña con el empleo cada vez mayor de sustancias contaminantes, y por otro la incidencia del sector extractivo estimulado por el creciente aumento de la demanda y el alza de los precios de los frutos del mar considerados como artículos de lujo, hacen peligrar esta riqueza.

Este capítulo tratará, pues, de la racional explotación de estos recursos, y de alguno de los puntos que están en la base de una buena regulación. Nos referiremos principalmente a los moluscos y crustáceos que en términos generales se conocen en español como mariscos o shellfish en inglés. Las algas se considerarán aparte.

En nuestra opinión tratándose de recursos marinos, no cabe la alternativa entre cultivo y explotación. En el mar, aún en el caso de que se realice un cultivo (por lo menos en el estado actual del desarrollo de cultivos marinos de moluscos y crustáceos) para la mayoría de las especies se requiere una posterior o simultánea explotación, ya que de momento ni todas las fases del cultivo son rentables, ni es suficiente el producto obtenido mediante cultivo. Hay que complementarla con la extracción que en nuestro caso se llama marisqueo.

A grandes rasgos consideraremos las especies y su entorno ecológico, los factores ambientales que más les afectan, el tipo de explotación actual con una somera crítica de artes y métodos de extracción, incidencia en la explotación, etc.etc.

El entorno ecológico de las Rías Gallegas

Según FRAGA (com. pers.) basándose en las cifras actuales de productividad primaria el producto que se puede extraer de las rías es muy superior al actual. Dicha productividad depende de unos factores que vamos a señalar someramente.

En primer lugar la luz y la profundidad hasta donde pueda llegar una intensidad suficiente de la misma, que depende de la limpidez de las aguas, de ahí la importancia de evitar en lo posible los aportes terrígenos y los vertidos de desagües tanto de origen industrial como doméstico. En los tres últimos años (del 74 al 77) el incremento de la turbidez en la Ría de Vigo ha hecho reducir el espesor de la capa fotosintética en un 20^o/o, con el correspondiente descenso en la productividad primaria. De estas partículas sólidas la más perjudicial es sin duda la arcilla, ya que no sólo hace disminuir la productividad primaria, sino que interfiere directamente en la alimentación de los moluscos filtradores.

Otro factor, es la concentración de sales nutrientes minerales (minerales de fósforo, nitrógeno y potasio).

En las Rías Bajas tanto la forma como las dimensiones, el aporte de agua dulce, la dirección de la costa, etc. todo tiende a favorecer el sistema de transporte de nutrientes del fondo a la superficie. La diferencia de salinidad media entre el agua de la boca y el fondo de la ría es tal, que en régimen ordinario el agua rica en sales nutritivas procedente del fondo, al elevarse en el interior de las rías hasta la zona iluminada da lugar a una gran producción de fitoplancton. Incluso parte de los detritus y demás restos orgánicos particulados que se encuentran en el agua superficial, sedimentan antes de que el agua de la ría salga al exterior, siendo descompuestos en la capa inferior y transportadas las sales de nuevo hacia el interior de la ría. Es decir, existe una entrada continua de agua rica por el fondo y una salida de agua superficial empobrecida, de modo que las rías actúan a modo de trampas que retienen los nutrientes.

El intercambio de agua es mayor cuanto mayor es el aporte de agua dulce y el mezclado del agua.

Los vientos del nordeste refuerzan considerablemente dicho sistema, mientras que los del suroeste lo frenan e incluso lo alteran. La renovación diaria del agua de la ría, según SAIZ et al. (1957) viene representando algo menos de un 2^oo.

El afloramiento costero que se produce durante el verano y abarca toda la costa de Galicia desde el Cabo Ortegal hasta la frontera con Portugal y que tiene su máxima intensidad frente a las Rías Bajas, también

influye favorablemente y su acción es doble: por un lado facilita la salida de agua superficial de las rías y por consiguiente la entrada de agua por el fondo, la cual procede de un agua oceánica mucho más rica en nutrientes.

La configuración de las rías también contribuye a esta riqueza. En efecto: debido a que la rotación de la tierra se efectúa de E a W, las corrientes de agua en el Hemisferio Norte, tienden a desviarse hacia la derecha por lo cual cuando la marea baja el agua fluye con un poco más de intensidad por la orilla norte, mientras que cuando sube tiende a hacerlo contra la orilla sur, como lo demuestra la distribución de salinidades. Pues bien, salvo en la ría de Muros, en todas las demás hay un umbral en la boca norte de poca profundidad (en la de Arosa entre Sálvora y Aguiño no llega a los 10 m) que impide la salida de agua profunda, mientras que en la boca sur las profundidades superan los 50 m lo cual favorece la entrada de agua profunda oceánica rica en nutrientes.

Vemos por tanto que la gran productividad de las rías es la consecuencia de un conjunto de circunstancias que favorecen el aporte constante de sales nutrientes y su retención dentro de las rías para su posterior aprovechamiento.

Los factores que limitan la productividad de las rías son en invierno: la insuficiente intensidad de luz, la baja temperatura y la menor duración del día, y en verano la concentración de sales nutrientes.

Las Rías Bajas podrían producir cerca del millón de toneladas de moluscos al año: es decir multiplicar holgadamente por cinco la producción actual.

Téngase por tanto en cuenta que no basta con proteger a las especies, sino que no hay que olvidar la producción primaria; los factores que favorezcan a esta de rechazo influyen en el aumento de la producción de especies comerciales. Por ejemplo algunos compuestos organoclorados a concentraciones altas pueden inhibir la fotosíntesis en un 90^o/o con lo que la producción comercial, aún sin contar con los efectos tóxicos de la sustancia, quedaría reducida al 10^o/o por efecto del déficit en el suministro alimentario.

Recordemos que, además de la cantidad de nutrientes, también influye en la producción primaria la estructura de las rías en cuanto determinan el sistema de circulación del agua; por tanto todas aquellas modificaciones de la estructura natural de la costa que pueda alterar el sistema natural de la circulación podrá alterar el flujo del aporte de sales nutrientes a las rías. Mucho cuidado por tanto con la proliferación de estructuras portuarias que no tienen en cuenta más que las condiciones de abrigo y accesibilidad, pero que modifican el régimen de circulación de las zonas colindantes, valga también la advertencia para los muretes a que tan aficionados resultan ser algunos concesionarios de explotaciones marisqueras.

Las especies marisqueras

Las especies marisqueras pertenecen la mayoría a dos grandes grupos del reino animal: los moluscos y los crustáceos. Existen otras como los erizos de mar que se pueden considerar mariscos y que pertenecen al grupo de los equinodermos.

LUIS VILLAVERDE (1974) en su libro “Mariscos de Galicia” reconoce como tales las siguientes especies:

EQUINODERMOS

Erizo de mar (*Strongylocentrotus lividus* (1) y *Echinus esculentus*).

MOLUSCOS

Gasterópodos

Lapa (*Patella vulgata*), oreja de mar o peneira (*Haliotis tuberculata*), Bígaro (*Litorina littorea*).

Lamelibránquios

Berberecho (*Cardium edule*), (2), berberecho marolo (*C. tuberculatum*)

Berberecho macho (*C. echinatum*)

Almendra de mar o berberecho rabioso (*Pectunculus glycymeris*)

Almejas (*Tapes decussatus*, *T. pullastra*, *T. aureus*, *T. rhomboideus*) (3) (almeja fina, babosa, margarita y almeja roja respectivamente)

(1) = *Paracentrotus lividus*; (2) = *Cerastoderma edule*; (3) = (*Venerupis decussata*, *V. pullastra*).

Escupiña grabada o carneiro (*Venus verrucosa*)
Maelo (*Artemis*(= *Dosinia*) *exoleta*)
Severiña o arola macha (*Cytherea chione*)
Chirla (*Venus gallina*; en Galicia también se conoce con este nombre vulgar a *Macra solida*)
Mejillón (*Mytilus edulis*)
Cadela (*Scrobicularia piperata* o *S. plana*)
Coquina, cadelucha (*Donax anatinus* o *D. vittatus*)
Navajas y longueirones (*Solen ensis* (4), *S. siliqua*, *S. vagina*)
Arolas (*Lutraria elliptica* y *L. oblonga*).
Folada (*Pholas dactylus*)
Vieira (*Pecten maximus*), volandeiras (*Chlamys opercularis*), zamburiña (*Chlamys varia*)
Ostra (*Ostrea edulis*), morruncho (*Ostrea plicata*), ostión (*Crassostrea angulata*), ostra brava o tarxa (*Anomia ephippium*)
Cefalópodos
Calamar (*Loligo vulgaris*), lura (*Loligo subulata*)
Pota (*Todarodes sagittatus*), sepia, xibia o choco (*Sepia officinalis*)
Pulpo (*Octopus vulgaris*), pulpo blanco o cabezón (*Eledone cirrosa*)

(4) = *Ensis ensis*

CRUSTACEOS

Percebe (*Pollicipes cornucopia*)

Camarón (*Palaemon* (= *Leander*) *serratus*), quisquilla (*Crangon vulgaris*)

Gamba (*Parapenaeus longirrostris*), santiaguino (*Scyllarus arctus*)

Cigala (*Nephrops norvegicus*), bogavante (*Homarus gammarus* = *H. vulgaris*), langosta (*Palinurus vulgaris*), cangrejo (*Carcinus maenas*), Buey (*Cancer pagurus*), nécora (*Portunus* (= *Macropipus*) *puber*), Centolla (*Maia squinado*).

Dicho autor añade la lamprea y las angulas y anguilas que aunque peces, también son considerados mariscos en Galicia.

En total unas cuarenta y dos especies.

Para más detalles en cuanto a biología, ecología y aplicación práctica remitimos al lector a libros tales como los de P. AGUIRRE (1973) o el ya citado de L. VILLAVERDE (1974).

El marisqueo y el mariscador.

Definamos como mariscador el pescador que se dedica a extraer el marisco si bien en dicho nombre puede incluirse una gama de sectores de la sociedad que van desde el veraneante que escarba en la arena de la playa para buscar conchitas (comestibles o no) hasta el profesional dotado de embarcación potente y dragas

modernas de gran poder de extracción, pasando por toda una gama intermedia entre ambos extremos. Este es uno de los primeros escollos con que tropieza la explotación racional del recurso marisquero: la falta de delimitación del sector social encargado de dicha explotación.

Hay que pasar del concepto de que el marisco es un recurso estacional para paliar la escasez que padecen los productores de otros sectores (pescadores de bajura, labradores, empleados, emigrantes, etc.) al de que el marisco es un material que entre su cultivo y su explotación sostiene a un sector de la producción como otro cualquiera. El marisqueo debería ser de una vez por todas una profesión. Claro que para eso también hay que profesionalizar a los que han de estudiar los problemas inherentes al sector (biología marisquera, economía marisquera, etc.) totalmente ignoradas en nuestros centros docentes medios y superiores. No es así como se desenvuelven las cosas en Japón y otros países que tienen en aprecio los productos del mar. ¿Cómo se van a resolver los problemas si no se estudian las causas de los mismos? .

A grandes rasgos el “marisqueo” se ejerce de dos maneras con características diferentes que condicionan su poder de extracción, la técnica y consecuentemente la incidencia en la explotación conjunta.

Uno es el marisqueo “a pie” y otro el marisqueo “a flote”, y dentro del marisqueo “a flote” el que emplea el angazo y el que arrastra cualquier tipo de draga.

El marisqueo a flote se realiza sobre especies nadadoras o que viven enterradas en los fondos permanentemente sumergidos; el marisqueo a pie en cambio sobre especies que habitan en la franja litoral que se conoce con el nombre de intermareal, bien enterradas o fijas sobre rocas u otro substrato duro (ostras, percebes, etc.).

El problema principal de toda explotación estriba en primer lugar en una responsabilización de la producción sea a título individual sea colectivo. Esto que la ley ha intentado ya hacerlo (Orden de 25 de Marzo de 1970 sobre concesiones de establecimientos marisqueros y bancos naturales en la zona marítima terrestre), por ahora no se ha logrado porque falta la segunda parte que es la profesionalización. La necesidad de atender a diferentes ocupaciones para la subsistencia ha sido la causa. El problema del marisqueo no se puede solucionar sólo desde el mar. Hay que contar también con un buen planteamiento socioeconómico de la zona ribereña en general. Y no sólo desde el punto de vista de la incidencia de esfuerzo extractivo del sector, sino también en cuanto a industrialización y tipo de industrialización. Hay que industrializarse, pero con criterio. En primer lugar industrias subsidiarias de la producción marisquera (conserva, cocción, frigoríficos, preparación y transformación) en segundo lugar industrias de tipo "no contaminante". Cualquier vertido aunque sea de agua dulce pura, si no es en la cantidad que la naturaleza cuenta con ella según hemos visto al principio ya es contaminante; la contaminación como

dice el Prof. MARGALEF es cualquier casa fuera de lugar. Por tanto hay una contaminación cuantitativa además de la cualitativa. De ordinario sólo se piensa en esta última.

Según MARGALEF (1968) "la explotación en cuanto opuesta a la conservación es un gran dilema", pues si bien no cabe duda que la explotación es necesaria para la subsistencia de la especie humana, hay que tener en cuenta también los efectos de la explotación sobre los ecosistemas naturales como son la simplificación de la estructura, el aumento del cociente entre lo que el sistema asimila y la cantidad de materia orgánica por unidad de superficie, etc. La ecología puede idear medios de explotación más eficientes, pero la conservación si se quiere que sea de verdad, requiere una no interferencia con la Naturaleza, o sea una abstención de "protegerla". Probablemente la mejor solución fuera un mosaico equilibrado o más bien un "panal" de áreas no explotadas y áreas explotadas.

La conservación de la Naturaleza es muy importante desde el punto de vista práctico: los ecosistemas naturales son necesarios como referencia en el estudio de los ecosistemas explotados; más aún, los ecosistemas maduros son factores de estabilidad; los genotipos perdidos son tesoros irrecuperables. Por todo ello la conservación de la Naturaleza tiene aspectos verdaderamente utilitarios y no solo estéticos o sentimentales.

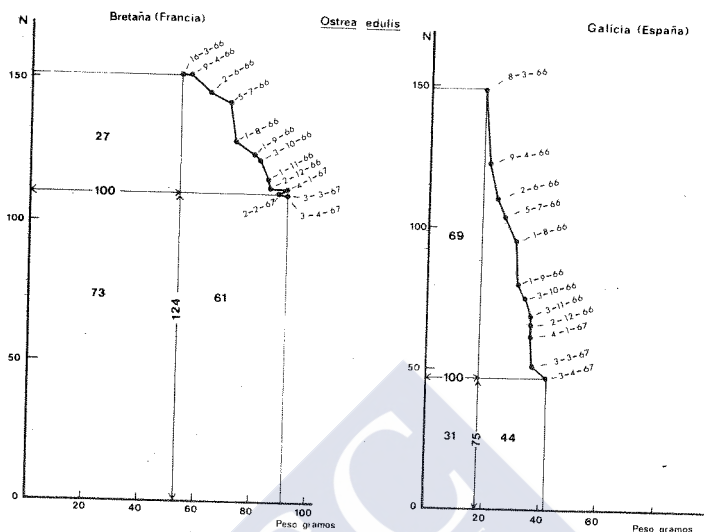


FIG. 7.— Gráficas de producción de ostra plana (*Ostrea edulis*) mantenida en el Parque Ostrícola de Villajuan (Ría de Arosa) procedente de Francia y de Galicia. Se han obtenido siguiendo el método de Allen que consiste en determinar periódicamente el número de ejemplares supervivientes (N en ordenadas) —en una población controlada— y el peso medio (peso gramos en abscisas). Reduciendo la biomasa inicial a 100, el resultado final en un caso es de 124 y en el otro de 75. En la ostra francesa hubo una mortalidad del 27^o/o mientras que en la gallega fué del 69^o/o. También se puede seguir en la gráfica los períodos en que el crecimiento es más acelerado o más lento.

La determinación de la tasa de explotación de un banco natural de moluscos puede deducirse de una serie de cálculos pero así como en las poblaciones de

peces abundan este tipo de estudios, son más escasos en la literatura de moluscos.

En los moluscos enterrados en fondos no emergentes, una de las mayores dificultades para determinar la magnitud de una población es la de encontrar el arte o artefacto que mida con exactitud la densidad de los moluscos por metro cuadrado o por unidad de superficie. Para aguas someras, en la actualidad se está introduciendo el buceo como medio de hacer las calicatas y medir la densidad por unidad de superficie; el buceo también sirve para el estudio del modo de operar y efectividad de los artes, etc.

Por otro lado hay escasez de investigadores que se dediquen a estos estudios. Ultimamente parece como si se intensificaran los esfuerzos en dirección al cultivo de especies marisqueras descuidando los estudios de la dinámica poblacional marisquera y su ecología; pero no debería existir tal desequilibrio, ya que si el cultivo sirve para incrementar las poblaciones naturales, la explotación racional tiende a mantenerlas (fig. 7). Tan perjudicial puede ser agotar casi hasta el límite los efectivos de una población, como el desarrollo del monocultivo como ha sucedido en Galicia con la ostra (agotamiento) y está sucediendo con el mejillón (monocultivo).

El mejillón y su desmedida proliferación en artefactos flotantes va en detrimento del desarrollo de cultivos de otras especies, provocando un desequilibrio en favor de una especie muy resistente pero propicia como cualquier otra invasora a la propagación de

parásitos o agentes patógenos específicos en caso de infestación.

Afortunadamente hasta ahora *Mytilicola intestinalis* se mantiene en un grado de infestación muy parecido al de 20 años atrás, pero no se puede afirmar que vaya a ser siempre así.

Métodos y artes marisqueros

Además del marisco y del elemento humano, hay otro elemento que incide sobre la explotación que es el “arte marisquero”.

El arte más adecuado sería el que dañando mínimamente a la especie, seleccionara por tamaños los ejemplares que son extraídos, con lo cual siempre se aseguraría la permanencia en el banco de una población en crecimiento y reproducción. Esto es el equivalente a la selectividad de mallas en la pesca.

En el marisqueo a pie (fig. 1) resulta relativamente fácil controlar el tamaño; en el marisqueo a flote de moluscos, hay que tener en cuenta el arte, que recoge no sólo las conchas sino también parte del sedimento que las cobija y que este sedimento es de naturaleza y granulometría muy variada. En cuanto a los crustáceos pueden recogerse bien con nasas, bien con redes fijas o de cerco y en ese caso la selectividad no presenta grandes dificultades, porque el arte es selectivo.

Entre los artes marisqueros los hay de una simplicidad extrema (la clásica cuchara de la señora

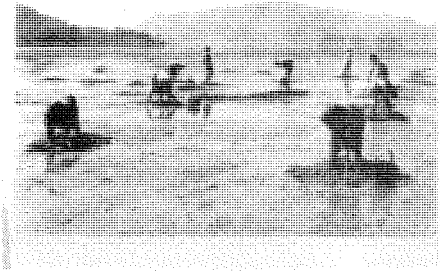


FIG. 1.— Ejemplo de marisqueo a pie en la playa de Arcade de la Ría de Vigo. El arte que se emplea es un azadón de mango corto que se conoce con el nombre de “sacho”.

que se pasea por la playa golpeando con el pie para desenterrar el molusco con la misma cuando ve saltar el chorrillo que expulsa el sifón exhalante de la almeja al cerrarse). Hay otras que por la distancia entre los agujeros de los sifones ya conocen la especie y no necesitan el pataleo. Hay especies como *Tapes decussatus** y los Tellínidos que tienen sifones separados, mientras que *T. pullastra** y los Solénidos los tienen soldados hasta el extremo. Otros como *Cardium** tienen los sifones separados pero muy cortos, de modo que la separación es mínima.

También hay quien se entretiene en echarle sal al agujero relativamente grande de los Solénidos con lo que el animal sube a la superficie. Otros emplean la “fisga” especie de lanza con los dardos plegables de

* Sinonímias pág.

modo que penetran como una aguja y se separan las alas como un ancla o rizón.

El sachó o azadón, el rastrillo de pocos dientes, etc., todos son artes que se emplean a mano y en el marisqueo a pie.

En el marisqueo a flote, (fig. 3) de ordinario sólo se permite para fondos someros el endeño, rastro o angazo consistente en una pequeña draga con copo de red y dientes provisto en vez de cuerda de un largo mango de madera (a veces hasta de 15 metros) que se acciona a mano teniendo como punto de apoyo el hombro del

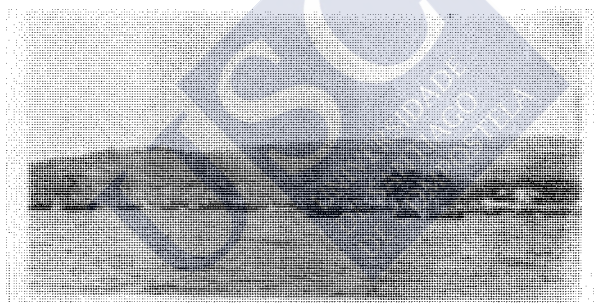


Fig. 3.— Vista de la flota marisquera de Redondela. Obsérvese la longitud de las varas que actúan de brazo de palanca para favorecer la acción del angazo (Fig. 2). Los mariscadores que lo emplean son conocidos con el nombre de “vareiros”.

mariscador (fig. 2 y 4). A pesar de protegerse con pedazos de cuero o de tela gruesa, el callo que se les forma en el hombro y en las manos es de tal naturaleza que en una sociedad semicivilizada dicho arte tendría que ser

desterrado. Aparte de toda consideración de tipo económico y de rentabilidad sólo por consideración a la dignidad del hombre habría que suprimirlo. Por otro lado la consideración de que con otros artes se agotaría antes el recurso, no resulta válida ya que la economía no consiste en hacer durar un recurso sino en obtener el máximo provecho con el menor gasto de tiempo y de esfuerzo, para poder dedicar el sobrante al perfeccionamiento humano y cultural de las personas, alcanzar la profesionalización perfeccionando sus conocimientos y abandonando el pluriempleo. Cosa que así no se puede conseguir.



FIG. 2.— Vista de un angazo o endeño almejero mostrando los dientes y el copo. El modo de empleo es con el bote anclado a dos rizonas (popa y proa), se araña el sustrato manteniendo la “vara” sobre el hombro del mariscador como punto de apoyo. El “can” es parecido con los dientes más largos y se usa arrastrado por popa con un cabo; no tiene vara.

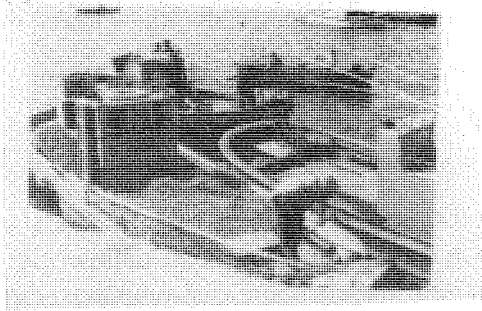


FIG. 4.— Vista de un barco cargado de berberecho (*Cardium edule*)* de la flota marisquera de Carril en la ría de Arosa. Obsérvese en primer término un angazo berberechero, un poco más ligero que el almejero porque el berberecho vive enterrado más cerca de la superficie que la almeja. En los del barco en segundo término puede verse el empalme de las varas.

* = *Cerastoderma edule*

El concepto de que el mar es libre y la playa de todos, debe canjearse por el del marisco es de quien lo trabaja y de nadie más.

En el marisqueo a flote también se emplean dragas arrastradas ahora, al fin, por motores. No hace tantos años que sólo podían ser arrastradas por veleros movidos por la fuerza eólica; así como por los años 1930 estaba prohibido el angazo con vara.

Entre esas dragas se cuenta la horquilla y el famoso “can”.

El “can” es un arte de arrastre consistente en una draga de barra corta (no más de 50 cm) pero de dientes juntos y muy largos, de 40 cm o más. Como es lógico en fondos blandos se entierran mucho y para su arrastre se necesitan barcos de potencia considerable, entre 100 y 200 caballos de fuerza.

Por último, no aquí, al menos hasta ahora, se emplean dragas hidráulicas que al tiempo que insuflan en el sustrato una corriente que remueve el molusco y facilita su recogida por la draga, puede en ciertos casos también aspirarlo a bordo, limpio y clasificado por tamaño mínimo devolviendo al mar el de menor talla. La mecanización debe poder permitir abaratar el coste de la extracción sin llegar a desemplear mano de obra necesaria en el sector.

Sobre el “can” se ha estudiado muy poco y se ha hablado mucho; pero por la información obtenida de los que lo emplean a pesar de su prohibición actual, se puede colegir lo que exponemos a continuación:

Distinguiremos tres aspectos de la cuestión: el económico, el social y el biológico.

En cuanto a rendimiento absoluto el “can” como las demás artes modernas como la draga hidráulica (Fig. 6), etc., es más rentable que los rastros y angazos convencionales y más por supuesto que el marisqueo a pie porque alcanza fondos y captura especies que escapan a otros artes.

Por tratarse de un arte de gran poder de extracción se autolimita pronto; sus costos de equipamiento y de

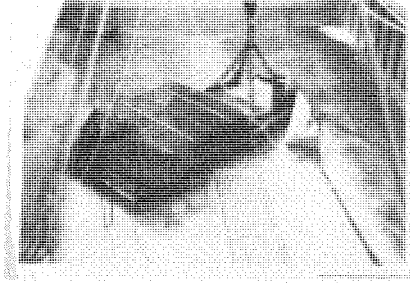


FIG. 6.— Moderna draga hidráulica empleada en Holanda e Inglaterra para mariscar el berberecho (*Cardium edule*)*. Mediante una bomba se insufla una corriente de agua que remueve la superficie del sustrato, de tal manera que aún sin enterrarse la draga va recogiendo el berberecho. Una vez cargada se iza a bordo y se vacía por el fondo practicable de su extremo. El berberecho (*Cardium edule*)* está muy poco enterrado en el sustrato en fondos no emergentes. En fondos emergentes, en marea baja, se entierra un poco más.

* = *Cerastoderma edule*

empleo son altos por lo que deja de ser rentable y por lo tanto no se emplea cuando aún quedan fondos remanentes de población considerables.

Aunque se diga que el poder extractivo de un “can” equivale a tres o cuatrocientos jornales de mariscador a pie, la competencia no es tan grande como puede parecer porque las zonas de incidencia de uno y otro sistema no coinciden casi nunca del todo. No tendrían que coincidir en nada si el “can” se empleara para aquellas zonas (fondos superiores a los 15 m.) y aquellas especies (navajas o solénidos) que se

entierran a profundidades superiores a los 20 cm en el sustrato.

La conflictividad se presenta cuando el “can” opera en las zonas propias del rastro común de diente corto desde una embarcación a flote; en este caso hay que dilucidar si la presencia en dicha zona de especies que se entierran a mayor profundidad de la que permite su accesibilidad con rastro de diente corto, justifica su empleo en cada caso.

Si todos los fondos marisqueros fueran objeto de “concesión” es decir si estuvieran adjudicados para su explotación, bien sea a un particular o a una agrupación (Cofradía, Cooperativa, etc.) serían ellos los que tendrían que decidir acerca de su empleo dentro de su concesión y el problema pasaría a ser de tipo social a una cuestión meramente técnica y la Administración no tendría que decidir sobre la legalidad de su empleo.

Desde el punto de vista bioecológico no es conveniente el uso del “can” en fondos someros de granulometría fina y para aquellas especies que sólo se entierran superficialmente en el sustrato (almejas, berberechos, etc.), sobre todo en aquellas épocas (diferentes según las especies) en las cuales predomina la población juvenil. Un berberecho de pocos milímetros que por efecto de la remoción “profunda” del sustrato quede enterrado a varios centímetros de profundidad, tiene pocas posibilidades de sobrevivir.

Para aquellos fondos que no se alcanzan con otros artes, y para aquellas especies que se entierran en el sustrato a mayor profundidad de la que permite su captura con rastros de dientes cortos, es obligado el uso del “can”. La remoción del terreno y la renovación de la población eliminando los individuos viejos, es beneficiosa.

Existen ciertas zonas de características especiales en las que ni el “can” ni los rastros convencionales tienen acceso y a las que sin embargo debe atenderse ya que su marisqueo resulta beneficioso para su productividad y la de zonas circundantes: son por ejemplo bastantes de las zonas emergente (entremareas) de granulometría heterogénea, playas con cantos, etc., que sólo pueden beneficiarse con el marisqueo a pie y el trabajo artesanal de la pequeña concesión.

De todo lo expuesto con referencia al “can” puede deducirse que existen tres “situaciones” distintas en el ordenamiento socioeconómico de la explotación marisquera en cada una de las cuales el uso del “can” merece diferente tratamiento:

1. Si existen zonas de “marisqueo libre” (explotación comunal) y una vigilancia insuficiente, debe prohibirse el “can” por motivos de índole social (no perjudicar a los mariscadores de fondos someros y rastros reglamentarios).
2. Si todos los fondos estuvieran “concedidos” bien a particulares bien a agrupaciones de explotación

(llámense Cofradía, Cooperativas o lo que sea), cada concesionario para sacar el máximo rendimiento a su “concesión” se encargaría de su defensa tanto de los demás concesionarios como de los furtivos, quedando el uso del “can” al arbitrio o mejor conveniencia de explotación de cada establecimiento marisqueero.

3. Aun habiendo una vigilancia suficiente, si existen zonas de marisqueo libre, habría que autorizar el uso del “can” sólo en las circunstancias de número, tiempo y lugar que se estimara conveniente por los técnicos. Por ejemplo despachando cada barco con “can” con un responsable (autoridad, guarda jurado marino, técnico medio, etc.).

En la actualidad la situación es muy parecida a la reseñada en el número uno, por lo que habría que reforzar la vigilancia y despachar canes con autoridad a bordo. Lo ideal sería tender a la situación número dos.

Las vedas

Las vedas a plazo fijo tal como se vienen sustentando por determinados sectores sólo se conciben cuando entre el sector productor y el transformador o manufacturador (conservero, frigorífico, etc.) no existe una planificación, cuando el sector productor no produce en el propio sentido de la palabra, sino que se limita a extraer, sin ningún otro cuidado, y aún extraer de modo arbitrario, pudiendo incidir sobre la producción natural un esfuerzo incontrolado.

Ello no quiere decir que el sector productor no deba tener en cuenta las exigencias o necesidades del sector conservero o del consumidor en fresco. Es lógico que el sector conservero aumente su demanda en épocas en que el marisco está "en comida" o sea en las mejores condiciones fisiológicas de rendimiento, para montar sus líneas y establecer el calendario compaginándolo con el enlatado de otras especies. También es concebible que la demanda de ciertas clases de marisco para consumo en fresco sea más abundante en ciertas épocas (fiestas navideñas, temporadas turísticas, etc.). Todo ello debe tenerlo bien presente el sector productor a la hora de planificar la salida de su producción y contar con ello para la estabilización de los precios con el almacenamiento en congelado o ultracongelado, conserva o semiconserva, independientemente del sector correspondiente.

Todo ello requiere un estudio y correspondiente planificación que es obvio que no se puede pretender que salga de los despechos de la Administración central. Debe poder hacerse y administrarse a pie de costa y contando con los elementos directamente interesados, con lo cual se evitaría la consabida "picaresca" que tiende sólo a la ganancia fácil y con el menor esfuerzo.

También hay que insistir en que los estudios de esta clase que pretendan tener elementos de juicio para el logro de una explotación racional no se hacen nunca unilateralmente. Hay que tener en cuenta tanto la biología de las especies como la hidrografía de la zona,

la composición socioeconómica de la población ribereña y la clasificación laboral de la población que explota el recurso; es decir es tarea conjunta de un equipo armónico de biólogos, oceanógrafos, economistas, sociólogos, etc. Esta idea no acaba de ser comprensible por las mentes rectoras de la Administración (el Plan de Explotación Marisquera de Galicia es una muestra de ello). No hay que olvidar tampoco que lo mismo se necesitan estudios de laboratorio y de gabinete como trabajos de campo; es tan necesaria una labor de mentalización, como de culturización y debate; la divulgación y difusión de conceptos básicos que, logren desarraigar prejuicios erróneos en su gran mayoría, es indispensable.

El concepto de veda en las especies marítimas y concretamente en las especies marisqueras nació del concepto de la protección de los individuos y por tanto de la especie durante el tiempo de la reproducción, como sucede en la caza. A esto se han agregado otras conveniencias como la de que la preparación en conserva coincidiera con una estación del año en la que el enlatado de especies de peces no interfiera con el enlatado de moluscos y de ahí la célebre “apertura de la veda” que ha hecho famosa la fecha del primero de octubre.

En general las especies marisqueras (moluscos y bastantes crustáceos comerciales) tienen una época de freza alrededor de la primavera y los huevos que transportan las hembras de los crustáceos suele

eclosionar según las especies a temperaturas que en estas aguas se alcanzan en los meses de verano.

Ahora bien, en una explotación racional los criterios que deben imperar son los de reservar suficientes reproductores actuales o potenciales y extraer un producto de buena calidad junto con una rentabilidad en la comercialización.

Para conseguir esto basta con conocer la época de reproducción y lo que tardan en recuperarse, para no recoger las especies inmediatamente después de la misma (ya que están flacas), así como la edad y/o talla en que se reproducen por primera vez.

Ahora bien, al hablar de la reserva de reproductores hay que tener en cuenta que de ordinario las especies que tienen una tasa de reproducción muy elevada (la hembra produce una cantidad elevada de huevos) es porque las mermas que la mortalidad tanto natural como por depredación produce en fase de huevo y de larva es muy alta. En la ostra plana (*Ostrea edulis*) se calcula que llega al estado adulto sólo uno de cada cien mil huevos fecundados (una ostra adulta puede producir \approx un millón de huevos).

Por tanto el criterio de establecer las vedas con vistas a la protección de los individuos en época de reproducción no es conveniente; hay otros muchos factores en el éxito de una criazón, por inviabilidad de las larvas: factores tanto ecológicos del agua (temperatura, salinidad, riqueza planctónica del alimento): como causas de muerte accidental

(depredación de huevos y larvas en su fase pelágica principalmente); como por no producirse la fecundación del huevo cuando éste es pelágico, etc. Todos ellos no son regulables por el hombre en el caso de una explotación natural, no así cuando se trata de un cultivo en criadero.

La veda actual, veraniega y prolongada permite la proliferación de muchos otros organismos competidores que no favorecen en nada ni el crecimiento ni la supervivencia de los individuos. Todos los mejilloneros o poseedores de viveros saben que durante esta época es cuando más se necesita de la "limpieza".

Si el laboreo del sustrato es siempre conveniente, lo es mucho más en la estación cálida del año, pues de lo contrario, la tasa de oxígeno en el agua disminuye mucho. La falta de aireación del sustrato y la subreabundancia de ejemplares —tanto comerciales como de especies acompañantes— se traduce en un empobrecimiento tanto de la tasa de oxígeno como de la flora bentónica, base primaria de la alimentación de los moluscos enterrados.

La mortandad de los ejemplares que, bien por falta de oxígeno, o bien por excesivo número por unidad de superficie y consiguiente disminución de la ración alimenticia se produce en determinadas playas y fondos, es también causa de una merma en la producción, ya que la materia orgánica en descomposición contribuye a acentuar más aún la deficiencia de oxígeno del sustrato.

Todo ello se agrava por ser esta la época de mayor crecimiento, y de necesidades metabólicas (alimentarias y respiratorias) más elevadas.

El resultado final es que con una veda veraniega prolongada la biomasa de moluscos que viven enterrados en las playas y en los fondos en vez de aumentar disminuye.

Y de todos modos la veda es insuficiente si no va acompañada de un control de la cantidad extraída de acuerdo con la riqueza estacional de bancos y playas y de un respeto a la talla mínima establecida de acuerdo con los límites de talla y edad mínima para cada especie.

Efectos de los artes sobre el marisco

Veamos ahora la influencia de las operaciones del marisqueo sobre moluscos que viven enterrados en el sustrato. Para ello expondremos algunos ejemplos de experiencias realizadas en Canadá.

NEEDLER y INGALLS (1944) estudiando operaciones simuladas de marisqueo comercial de *Mya arenaria* demostraron que la perturbación del fondo que se producía al mariscar almejas de talla comercial mataba aproximadamente la mitad de las almejas de mejor talla, en el sustrato mariscado. Esta mortalidad incidental debida al marisqueo era más alta en verano; era mayor en niveles medios que en los niveles bajos de marea y más elevada para las almejas pequeñas que para las grandes. El sustrato donde se hicieron estas

comprobaciones era una mezcla de fango y arcilla que contenía mucha concha vieja.

Se aprecian algunas variaciones con la naturaleza del sustrato: la mortalidad es más elevada en sustratos compactos que en otros más sueltos de textura más uniforme. GLUDE (1954) había encontrado la mejor supervivencia en fondos de arena fangosa, intermedia en arena pura y más pobre en fango.

El volteo del sustrato con un sachó o una horquilla destroza la mitad de los de talla no comercial. No resulta claro sin embargo que los pequeños queden más perjudicados que los de talla comercial por los artes marisqueros. Por lo menos con el sachó o la horquilla tanto se perjudican los grandes como los pequeños. Parece ser que los mariscadores al cavar sacan el 60^o/o de los de talla comercial, pero del 40^o/o que quedan, la mitad (20^o/o) también muere por daños causados por la acción del marisqueo.

Existe una creencia común de que mediante el cavado se dejan muchas *Mya* expuestas en la superficie que mueren bien por efecto de las heladas o por exceso de insolación o por los depredadores. También se cree que el marisqueo mata muchos ejemplares por roturas en la concha.

La experiencia dió como resultado que sólo el 13^o/o quedan en la superficie; aún suponiendo pues que todas las que no se entierran han de morir, serían una pequeña parte del 48^o/o que muere debido al

marisqueo. Es cierto que algunas son pasto de las gaviotas.

FRIEDMAN (1933) demostró que pueden sobrevivir congeladas más de siete semanas.

El 14^o/o de las que quedan expuestas al aire están dañadas físicamente por la acción del marisqueo y según GLUDE (1954) de las almejas con la concha rota sobreviven menos del 1^o/o.

Aún así las muertes por rotura serían solo una pequeña parte del 48^o/o de muertes incidentalmente por el marisqueo.

Al observar los métodos de sahear el marisco, se ve que muchas almejas quedan enterradas a niveles más profundos de lo que estaban antes y que muchas quedan en posición invertida. KERSWILL (1941) describe la dificultad que las pequeñas *Mercenaria* enterradas profundamente tienen de alcanzar su posición normal en el sustrato, ya que sólo pueden moverse en una sola dirección, que es con el pie por delante; y por otra parte deben quedar con los sifones (que están en el extremo opuesto) hacia arriba. Tienen pues, que volver a la superficie, una vez allí enderezarse y finalmente volverse a enterrar en posición adecuada hasta la profundidad preferida. KERSWILL las vió hacer todas estas operaciones en acuarios.

Es probable que muchas de las pequeñas *Mya*, más débiles que las adultas, si tienen que hacer las mismas operaciones que *Mercenaria*, se debiliten, queden exhaustas y perezcan. La dificultad para las almejas

que quedan enterradas profundamente pero en posición correcta sería menor ya que se empujarían a si mismas hacia arriba en el sustrato. Aunque no se ha estudiado el comportamiento de *Mya* no se descarta el que pudiera ser esta la causa del sofoco y la inanición la que provocara el 48^o/o de mortalidad por la acción del marisqueo.

En resumen, según MEDCOF & MacPHAIL (1964) al cavar la playa se marisquea el 60^o/o de los ejemplares presentes y la mitad del 40^o/o restante mueren por la acción del marisqueo; es decir que el marisqueo merma el banco en un 80^o/o (60^o/o de extracción y 20^o/o de mortalidad provocada).

Es decir que las causas principales del declive de los bancos de *Mya* serían: el crecimiento lento, la gran efectividad de los artes marisqueros y la elevada mortalidad incidental debida al marisqueo.

Los autores concluyen que hay que experimentar con nuevos artes marisqueros que no causen tanta mortalidad incidental por marisqueo, que sean más eficientes y menos destructivos.

No cabe comparar la acción de la horquilla accionada a mano en zonas emergentes entre mareas, con la acción del "can" operado en fondos sumergidos.

Sin embargo todo esto sugiere que habría que hacer experiencias submarinas para ver el efecto de las dragas, y en las zonas intermareales la efectividad y la peligrosidad de cada arte para cada especie.

La acción del marisqueo a pie también es diferente según que se haga totalmente en seco o con una capa de agua de pocos centímetros, tanto en efectividad como en daños ocasionados. Este es uno de tantos campos que podrían explorar los Planes Marisqueros de reciente creación.

DARE (1972) expone los daños causados al mejillón (*Mytilus edulis*) por efecto del dragado y de la clasificación mecánica, tan extendidos en Holanda y Gran Bretaña. Ya DOGSON (1928) había hecho observar que si el mejillón se acarrea o maneja con poco cuidado quedaba afectado varios días y no se comportaba bien en los tanques de depuración. Lo mismo hizo notar BAIRD (1951) cuando se empezaron a emplear las máquinas clasificadoras y limpiadoras mecánicas. Todos estos efectos se producen aún cuando no se dañen las conchas.

Entre las conclusiones de DARE (1972) destacaremos el que los mejillones de roca en la zona intermareal soportan mejor las operaciones de clasificación y limpieza que las del stock sublitoral ya que han desarrollado una concha más resistente (BAIRD y DRINNAN, 1957).

Más del 13^o/o de los mejillones que pasan por una máquina clasificadora rotatoria, sufren algún daño en la concha y la mayoría parece que experimentan algún perjuicio interno que reduce su supervivencia prolongada fuera del agua. Estos daños pueden sumarse a los causados si la cosecha se efectúa con dragas grandes. Los mejillones sublitorales sufren daños en la

concha significativamente mayores que los mejillones intermareales y también sobreviven menos tiempo fuera del agua. Dejando el stock sublitoral en la zona intermareal baja, por un período de unos 6 meses, aumenta notablemente la resistencia al daño por clasificación y a la exposición al aire. Más del 90^o/o de los mejillones clasificados sobrevivieron durante 8 días fuera del agua en invierno en el Norte de Gales.

Los dragados y el marisqueo

Al operar con dragas para la extracción del marisco hay que tener siempre presente la acción de las corrientes. En nuestras zonas, a las corrientes provocadas por los vientos y otros agentes se añade con extraordinaria importancia —sobre todo en las aguas someras de las rías— las corrientes de marea.

En un estudio sobre los efectos de los dragados en peces y mariscos INGLE (1952) establece que no ha sido capaz de encontrar un solo caso en que la draga haya perjudicado a los animales estuáricos, pero advierte que el daño mayor que puede derivarse proviene de efectuar la operación del dragado sin tomar precauciones.

KUENEN (1950) afirma que el contenido orgánico de los sedimentos del fondo aumenta inversamente al tamaño del grano del sedimento y también con la proximidad de la costa. A más de 100 km. de la costa el contenido es generalmente menor del 1^o/o mientras que aumenta hasta 2,5^o/o a unos 200 km. de la costa y

permanece constante casi en el resto de la plataforma costera.

Está reconocido que el fango es un fertilizante (TRASK, 1950). Las avenidas periódicas de los grandes ríos del mundo han sido siempre una fuente de alimento para las tierras inundadas —tanto que se trate de los valles del Nilo como del Missisipi o del Missouri— sólo en los ríos limpios de fango como el Columbia este efecto fertilizante no aparece. Aunque no se disponga de cifras, se sabe, sin embargo, que si se elimina el fango del agua para regar, los agricultores tendrán que emplear una mayor cantidad de abono químico para mantener la cosecha al nivel anterior.

Las ostras y otros organismos sesiles si quedan completamente cubiertas por una capa de fango mueren enseguida, pero si sólo lo son parcialmente quedan poco afectadas. Por eso es de capital importancia determinar la distancia que debe estar una ostra de una draga en actividad para que la cantidad de fango removida sea capaz de enterrar por completo las ostras.

Cuando una corriente de agua pasa sobre una elevación en el terreno por pequeña que sea su velocidad aumenta con lo que la acción limpiadora aumenta también (TRASK, 1950).

Las ostras depositadas en cestos o canastos emplazadas dentro de los 200 metros de unas dragas en actividad presentaron mortalidad baja (9^o/o) a pesar de que cualquier corriente que pase por encima de un

recipiente disminuye su velocidad, con lo que provoca un depósito de fango.

Siempre que se tengan que hacer arrastres con draga en aguas estuáricas donde el cieno se devuelve al agua hay que tener en cuenta:

- 1^o que la dirección de la corriente del agua determina la dirección del transporte del material en suspensión. En las bahías con régimen de mareas y en los estuarios la dirección del flujo del agua se invierte con frecuencia y no es el mismo en el fondo que en superficie lo que provoca una dispersión más amplia del material en suspensión.
- 2^o Cuando una draga opera en el sentido paralelo a la corriente de marea puede esperarse que aproximadamente el 50^o/o del material suspendido caiga dentro de la trayectoria de la draga y el 50^o/o restante en el área recién dragada.
- 3^o Cuando una draga opera en un sentido que forma ángulo recto con la dirección de la corriente principal puede esperarse que, como la marea sube y baja, el depósito se realice por igual cantidad a ambos lados.
- 4^o Para una determinada distribución de tamaño en el sedimento y para una velocidad de corriente y profundidad del agua dados el tamaño medio de las partículas que son transportadas disminuye progresivamente con la distancia. Las partículas finas se depositan más lejos.

- 5^o En general la distancia a que es llevado el material en suspensión depende de dos factores: a) del tamaño de las partículas del material en suspensión y b) de la velocidad de la corriente a que las partículas son transportadas.
- 6^o Los sedimentos depositados sobre lomos o elevaciones del fondo comunmente son eliminados por las corrientes que fuerzan a las partículas finas a ser removidas y depositadas en otra parte.
- 7^o El agua que corre a un determinado nivel, puede ser desviada hacia arriba, cuando pasa sobre un caballón u ondulación del fondo. Esta acción provoca la suspensión de las partículas más finas. Esta capacidad de transporte se ve favorecida por el hecho de que las corrientes aceleran su velocidad cuando pasan por una elevación del fondo.
- 8^o Por lo visto con anterioridad (4^o y 5^o), es lógico suponer que para cualquier situación en el trabajo de una draga, hay un punto más allá del cual las partículas más pesadas del sedimento no se depositarán en cantidad apreciable; en ese punto sólo habrá en suspensión materiales finamente particuladas. Estas puede esperarse que continúen siendo transportadas indefinidamente.
- 9^o También se puede esperar (6^o y 7^o) que la materia finamente particulada probablemente no permanecerá sobre los bancos de ostras por un

período de tiempo suficiente como para provocar la mortalidad de las ostras.

- 10^o La distancia exacta a que las partículas más pesadas levantadas por una draga se depositarán variará de marea a marea, de lugar a lugar y aún de minuto a minuto. Y este es el punto que hay que determinar para saber la influencia que un dragado puede ejercer sobre la mortalidad de las ostras.
- 11^o También se ha observado que las ostras de diferentes localidades pueden reaccionar de diferente manera a la misma cantidad de fango en suspensión y otras sustancias (LOOSANOFF y TOMMERS, 1948).
- 12^o Hay que tener en cuenta que el marisqueo de un banco o las depresiones en el sustrato causan un cambio en las corrientes y los flujos de marea, por lo cual el estudio de los fondos debe ser constante.

Sedimentación y enfangamiento

Recientemente en el puerto de Vigo el relleno para unos muelles hechos sin poner un muro de contención previamente, ha provocado el que la arcilla que se mantenía en suspensión por las aguas del centro de la ría hagan disminuir la productividad primaria en un porcentaje bastante elevado; si esta arcilla se deposita sobre bancos marisqueros los perjuicios estarán en relación con la magnitud del banco.

En Rianxo, en la Ría de Arosa, se han hecho hace poco fuertes inversiones de dinero tratando de corregir un sustrato con arena traída del río Ulla. ¿Se pensó antes si no era más efectivo y rentable la eliminación de la parte fina del sustrato mediante un dragado con una corriente descendente?. Ciertamente es difícil convencer a los mariscadores de que con este procedimiento no se perjudica a otros bancos de marisco. Si el dragado se hace bien, tal como lo hacen en Francia y en Holanda (fig. 5), no solo se enriquece el sustrato en la proporción de elemento grueso con un sistema económico y eficaz, sino que se hace limpieza de algas.

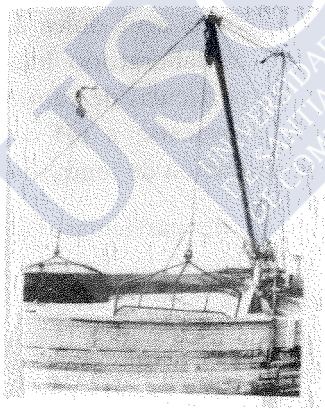


FIG. 5.— Vista parcial de la cubierta de un barco con dos dragas de las que se emplean en Francia (Bretaña) para acondicionar los parques de ostra. Estas dragas en vez de copo llevan unas cadenas que arrastradas en marea alta y descendente remueven el sedimento fino que se va a depositar fuera de donde están los parques ostrícolas.

¿Se ha pensado en hacer presas de decantación a la salida del río? . El agua turbia del río es la fuente más importante de elemento fino del sustrato. Muchas de las ensenadas más productivas de nuestras rías podrían mejorar mucho el sustrato con trabajos de esta índole.

El problema de la sedimentación en las playas de zonas de marea es muy complejo, ya que viene influido grandemente por los cambios periódicos en la velocidad de las corrientes, turbulencia, salinidad, temperatura, densidad y viscosidad del agua, tamaño, forma, rugosidad y peso específico de las partículas en suspensión. Hay otro factor de particular interés en este caso que es la floculación debida a la mezcla del agua salada oceánica con el agua dulce de procedencia fluvial. Experiencias de laboratorio han demostrado que la floculación de partículas de caolín de 4 micras de diámetro puede provocarse a pH constante (8,5) aumentando la concentración de iones sodio.

La sedimentación de partículas finas inutiliza muchas áreas aptas para la fijación de semilla. GALTSOFF (1964) cita ejemplos de bancos de ostras de la costa atlántica de los Estados Unidos destruidos por efecto de la sedimentación.

En las rías y estuarios puede medirse el enfangamiento de una manera muy fácil comparando las profundidades del agua que daban las cartas de navegación de hace 25 ó 50 años con los sondeos hechos al presente. Las causas de dicho enfangamiento derivan de la erosión de los terrenos adyacentes bien

por prácticas agrícolas, tala de bosques, aumento de la población ribereña, falta de mecanismos de regulación del caudal de los ríos efluentes, etc. El endurecimiento de los fondos fangosos con conchas en un espesor de 30 cm puede resultar un fracaso, y lo mismo el empleo de otros medios como ramas y otros materiales. El mejor medio de evitar el enfangamiento es provocar donde no exista de modo natural, una corriente de agua que arrastre el sedimento fino, previo el estudio del régimen de corrientes de la zona.

La acumulación de fango sobre un banco de ostras puede ser debido a veces a la actividad de algunos invertebrados que se alimentan de la materia orgánica de sedimentos tales como *Polydora*, y otros poliquetos, etc. Las mismas ostras acumulan gran cantidad de sedimento orgánico en forma de heces. La ostra al alimentarse produce tiras fecales a un ritmo de varios centímetros a la hora. Si la corriente es débil, estas cantidades de materia fecal se depositan en los intersticios libres entre las ostras y rellenan el fondo. La situación puede llegar a extremos peligrosos, como lo han demostrado ITO & IMAI (1955).

La materia orgánica constituye una gran parte de los fangos marinos; pero las propiedades físicas del sedimento son aún de menor importancia para la ecología de las ostras y demás moluscos, que los cambios bioquímicos complejos acompañados de la descomposición bacteriana de sus componentes orgánicos, que dan como resultado la formación de anhídrido carbónico, amoníaco y diversos ácidos

orgánicos. Si la oxidación es anaerobia se forma metano y ácido sulfhídrico. El efecto de estos productos de descomposición es probablemente la causa de la tasa más lenta de crecimiento de las ostras estabuladas sobre fondos muy fangosos.

Los métodos para medir la sedimentación propugnados por GALTSOFF (1964) tanto los embudos sedimensoros como las plataformas presentan serios inconvenientes en los llanos que descubren con las mareas. En las plataformas las corrientes lavan el sedimento fino con lo cual la composición del sedimento recogido queda falseada; y por otro lado los embudos sedimensoros se llenan de crustáceos y gasterópodos si no se tapan con una red; y si se tapan, la red se tupe de algas y otros organismos que hacen necesaria su limpieza.

Las algas que se fijan en los parques de ostra de la ría de Arosa (FIGUERAS y ANDREU, 1968) en primavera y en principios de verano, son *Ectocarpus* (que cubre aproximadamente un 80^o/o) acompañada de *Enteromorpha* y *Gracilaria*, mientras que en otoño domina *Eteromorpha ramulosa* (forma robusta) con *Ulva rigida* (NIELL, com. pers.). La invasión por *Ectocarpus* en primavera parece la más peligrosa ya que forma un tapiz espeso que impide la circulación del agua en contacto con las ostras determinando un calentamiento excesivo de la misma y por consiguiente un déficit de oxígeno.

Conclusión

Como final podemos concluir que en el terreno de la explotación marisquera, en el momento presente, dentro del conjunto de la producción no se puede desligar la explotación del cultivo.

Hay que racionalizar la explotación pero fomentar al mismo tiempo el cultivo. Lo pide el desarrollo del sector marisquero.

Hay que tratar también de reducir el grado de contaminación de las zonas de producción marisquera. Se impone una ordenación industrial y poblacional de las riberas así como un respeto a la estructura natural y la configuración geográfica de las rías y ensenadas dentro de las mismas.

Hay que ir al desarrollo de la tecnología de los artes de extracción haciendo disminuir hasta que desaparezcan aquellos de tipo artesanal que requieren un esfuerzo físico extraordinario y condiciones de trabajo infrahumanas, en favor de aquellos otros con predominio del esfuerzo mecánico.

Previo un estudio hay que regular la distribución del elemento humano que incide en la extracción, controlando el trasvase de mano de obra de/y a otros sectores (industrial o agrícola) sin perjuicio de la ecología de la zona.

Tender a la profesionalización del sector mediante la integración del marisqueo en el cultivo. Tanto la

estacionalidad del marisqueo como la comunalidad del régimen de explotación favorecen el desarrollo del intrusismo.

Llegar a la jurisdiccionalidad de las explotaciones, que aunque está de momento en el papel de la normativa marisquera vigente, no se cumple. Si en la pesca en el océano, el concepto de mar libre ya no existe, menos puede imperar en el marisqueo en espacios confinados como las rías. Delimitar, pues, las zonas aptas para los diversos métodos y artes de extracción (a pie, a flote con vara y a flote con arrastre) así como los límites de la población ribereña con derecho a la explotación y al cultivo. Podrán existir conciertos entre algunas zonas; pero la adjudicación de las concesiones debe ser estricta y eminentemente territorial.

Debe considerarse la explotación de las concesiones como verdaderas industrias con su equipo empresarial, técnico y trabajador. En la hora actual y con el grado de desarrollo alcanzado no cabe la artesanía en este sector. La explotación comunal con la normativa de la administración central como único elemento regulador es anacrónica y un caso único en la reglamentación marisquera del mundo.

Para lograr estos objetivos habría que emprender las siguientes acciones inmediatas:

- La depuración de los carnets de mariscador
- La demarcación de zonas para las diversas agrupaciones de mariscadores, que tuvieran un

tamaño intermedio para que fueran rentables (ni toda la ría, ni una en cada puerto)

- La reglamentación dentro de cada zona, según sus propias características, de la actividad del mariscador según el método de trabajo y el arte empleado.

Con esto, por ejemplo se suprimirían las vedas a fecha fija y a nivel nacional, con lo que se sostendrían los precios al no abocar en el mercado todo el producto en un corto espacio de tiempo. La industria conservera, no se vería perjudicada porque establecería previos conciertos con las diversas agrupaciones para que le sirvieran el tipo de marisco en su sazón y en la época y precio convenientes.

Una explotación reglamentada por zonas permitiría procedimientos de regulación y sostenimiento de mercado (estabulación, frigorífico, conserva) que permitirían mantener precios dignos durante todo el año en beneficio del mariscador profesional y no del furtivo, con lo que también saldría ganando el consumidor que ahora, en tiempo de veda, o tiene que pasar sin marisco o pagarlo a precio de oro.

Ahora bien, ¿quién ha de llevar a cabo estas acciones? ¿El mariscador? ¿La Administración? ¿De común acuerdo? no voy a contestar a esta pregunta, sólo voy a advertir que el problema es de los polifacéticos si los hay, y roza un terreno el del cultivo y explotación del mar que lleva muchos años de retraso con respecto a la tecnología de la explotación de los

recursos de tierra. En España la Ciencia del Mar aún no ha entrado como tal en los estamentos docentes salvo honrosas excepciones.

Es político porque se trata de una explotación de un recurso de Galicia que hay que hacer desde, para y por Galicia sin esperar que se resuelva desde fuera.

Es económico porque interesa cantidades de dinero del orden de miles de millones, y está integrado en la economía de mercado.

Es social porque implica a varios estratos sociales desde el mariscador hasta el industrial de industrias anexas pasando por empleados en otros sectores de producción, pescadores, etc.

Es biológico porque afecta a especies vivas con cuya historia natural, modo de vida y ambiente hay que contar.

Es técnico porque depende de la tecnología de los artes de extracción tanto como de la tecnología de transformación que pueden darle bastante valor añadido al producto.

Cuantos expertos haya, en por lo menos estos cuatro aspectos de la cuestión, deben prestar su colaboración a la resolución del problema.

En resumen, en este capítulo hemos pretendido contestar a estas preguntas ¿Por qué las Rías Gallegas son tan productivas? ¿Puede aumentarse dicha producción? ¿Qué se puede hacer para ello?

El cultivo y una explotación racional mediante la regulación del esfuerzo de extracción, el control de la calidad de lo extraído y el empleo de métodos y artes efectivos, rentables y selectivos que ocasionen menos daños son la respuesta.

Y si se quiere aumentar más la riqueza, no contentarse con la exportación del producto en bruto sino aplicarle valor añadido mediante la elaboración o manufactura.

Si según SANCHEZ RODRIGUEZ (1977), en la explotación del océano “la futura regulación de los recursos naturales del mar encontrarán su marco en la zona económica exclusiva” cabe pensar que en buena parte el problema de la explotación marisquera en Galicia es de orden jurídico y estriba principalmente en la ordenación de las jurisdicciones sobre las zonas de explotación.

Si la explotación de la riqueza marisquera de una zona fuera competencia exclusiva de la población ribereña, su reglamentación pasaría a ser de orden técnico: sería dicha población ribereña la que decidiría si prefería una explotación industrial, mecanizada, con reparto proporcional del producto entre todo el colectivo, o si por el contrario optaba por la explotación artesanal, con abundante empleo de mano de obra y escaso rendimiento.

De la misma manera que las naciones han establecido ya su zona exclusiva de pesca para proteger la producción de sus aguas, se puede suponer

fundadamente que se establecerá la misma norma jurídica para la explotación marisquera en las aguas litorales de cada nación, lo cual, hay que advertir, es compatible con un régimen de explotación comunal de la riqueza marisquera.



BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, P.— 1973. *Guía del Mariscador*. Ed. Plan Marisquero de Galicia.
- BAIRD, R.H.— 1955. A preliminary report on a new type of commercial scallop dredge. *J. Cons. perm. Int. Explor. Mer.*, 20: 290–294.
- BAIRD, R.H. and R.E.DRINNAN.—1957. The ratio of shell to meat in *Mytilus* as a function of tidal exposure to air. *J. Cons. perm. Int. Explor. Mer.*, 22 (3): 329–336.
- DARE, P.J.— 1972. A preliminary investigation of damage caused to mussels (*Mytilus edulis L.*) by dredging and mechanised sorting. *Int. Council Explor. Sea. C.M.* 1972/K: 17.
- DODGSON, R.W.— 1928. Report on mussel purification. *Fishery Invest.*, London, Ser 2, 10 (1): 498 pp.
- FIGUERAS, A. y B. ANDREU.— 1968. Parque experimental de ostricultura de Villajuan. Estudio de los factores ambientales, crecimiento y mortalidad de la ostra plana y del ostión. II Período 1966–1967. *Publicaciones Técnicas J. Est. Pesca*, 7: 275–302.

- FRIEDMAN, M.H.— 1933. The freezing and cold storage of live clams and oysters. *Biol. Bd. Canada. Ann. Rep.* 1932: 23–24.
- GALTSOFF, P.S.— 1964. The american oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Fishery Bull. Fish and Wildl. Serv.* vol. 64.
- GLUDE, J.B.— 1954. Survival of soft-shell clams. *Mya arenaria*, buried at various depths. *Maine Dept. Sea & Shore Fish., Res. Bull.*, n° 22: 26 pp.
- INGLE, R.M.— 1952. Studies on the effect of dredging operations upon fish and shellfish. *Board of Conservation. State of Florida. Technical Series*, 5: 1–25.
- ITO, S. & T. IMAI.— 1955. Ecology of oyster bed. I. On the decline of productivity due to repeated cultures. *Tohoku Journ. Agricult. Res.*, 5 (4): 251–268.
- KERSWILL, C.J.— 1941. Some environmental factors limiting growth and distribution of the quahaug, *Venus mercenaria* L. *Fish. Res. Bd. Canada, MS Rep. Biol. Sta.* n° 187: 104 pp.
- KUENEN, P.H.— 1950. *Marine Geology* Wiley & Sons. New York
- LOOSANOFF, V.L. and F.D. Tommers.— 1948. Effect of suspended silt and other substances on rate of feeding of oysters. *Science*, 107: 69–70.

- MARGALEF, R.— 1968. *Perspectives in Ecological Theory*. Univers. of Chicago Press.
- MEDCOF, J.C. and J.S. MACPHAIL.—1964. A new hydraulic rake for soft-shell clams. 1962 *Proc. Nat. Shellfish. Ass.* 53: 11–31.
- NEEDLER, A.W. and R.A. INGALLS.— 1944. Experiments in the production of soft-shelled clams (*Mya*). *Fish. Res. Bd., Canada, Atlantic Prog. Rept.*, n° 35: 3–8.
- SAIZ, F., M. LOPEZ-BENITO y E. ANADON.— 1957: Estudio hidrográfico de la ría de Vigo. *Inv. Pesq.*, VIII: 29–87.
- SANCHEZ RODRIGUEZ, L.I.— 1977. La zona exclusiva de pesca en el nuevo derecho del mar. *Univ. de Oviedo. Servicio de publicaciones. Serie derecho* 6.
- TRASK, P.— 1950. *Applied sedimentation*. A symposium Ed. by Parker D. Trask. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- VILLAVARDE, L.— 1974. *Mariscos de Galicia*. Ediciones del Castro.



OTROS RECURSOS RENOVABLES:

LAS ALGAS MARINAS

Juan A. Seoane Camba

INTRODUCCION

Entre los recursos renovables del medio marino se encuentra un grupo de vegetales de estructura talosa que viven normalmente fijos al litoral, o al fondo marino, hasta profundidades variables según las características de las aguas. Pertenecen fundamentalmente a los Rodófitos, Feófitos y Clorófitos. Constituyen lo que vulgarmente se llaman algas bentónicas o algas superiores, debido a que se encuentran en el sistema bentónico y también a que poseen un talo más desarrollado en comparación con las llamadas algas planctónicas o fitoplancton.

El término *alga* tiene indudablemente un valor práctico y es profusamente utilizado, pero carece de todo valor científico, puesto que incluye un cierto número de grupos de organismos entre los cuales resulta difícil establecer relaciones filogenéticas. Su estudio encierra un gran interés teórico para la ciencia botánica, especialmente en lo que respecta a la evolución del mundo vegetal; pero también un interés

importante desde el punto de vista práctico, dada la complejidad de procesos bioquímicos que se realizan en sus células y que se traducen en una cierta variedad de sustancias diferentes que se encuentran en ellas.

Por ser vegetales típicamente acuáticos no han desarrollado demasiado su aparato vegetativo en el sentido de la evolución "cormofítica". Es decir, que normalmente se toman como caracteres representativos de una mayor evolución, aquellos que indican una mayor adaptación a la vida aérea; tales como: la presencia de conidios en lugar de zoosporas (hongos y algas aéreas), la mayor diferenciación de los vasos para la conducción del agua, o la presencia de tubos polínicos en la fecundación. Pero las algas, por el hecho de vivir en el medio acuático, no han experimentado este tipo de evolución, por lo que generalmente se consideran, erróneamente, vegetales inferiores. Aunque en ciertas formas existen ya células alargadas a manera de tubos cribosos (células en trompeta de las Laminarias) para el transporte de los líquidos internos, el tejido conductor para estos vegetales no es necesario; como no es necesario tampoco el aislamiento y protección contra la desecación, puesto que viven inmersos en el medio acuoso que actúa como medio nutritivo.

El problema, en cambio, surge en relación a las modificaciones que se operan en la energía luminosa que atraviesa la capa del agua, más o menos gruesa, antes de alcanzar los plastos de dichas plantas. El agua absorbe en forma diferencial las distintas longitudes de

onda del espectro luminoso, siendo más penetrantes las radiaciones cercanas al azul. El alga se adapta a este fenómeno adquiriendo pigmentos asimiladores complementarios. Esta característica podría considerarse como otro tipo de evolución en el sentido de adaptación a las condiciones externas, que influiría en la naturaleza de las sustancias de reserva. Desde este punto de vista, las relaciones filogenéticas entre las distintas divisiones, troncos o incluso clases de algas presentan ciertos problemas.

Prestando un poco de atención a los factores ecológicos en que viven las plantas, podemos ver fácilmente que el medio marino es mucho más uniforme y monótono que el medio terrestre. En contraposición y, desde luego, en contra de lo que pudiera esperarse, la vegetación terrestre es mucho más monótona (en cuanto a la citoquímica y reproducción) que la vegetación marina; lo cual hace que las algas, siendo los vegetales acuáticos por antonomasia, constituyan un grupo completamente artificial como grupo sistemático, ya que incluyen organismos cuyas relaciones entre sí son, a veces, prácticamente nulas. Las relaciones que pueden existir entre Rodófitos y Clorófitos, por ejemplo, son insignificantes, o nulas, en el estado actual de nuestros conocimientos; y, en todo caso, mucho menores que las que puedan existir entre Clorófitos y Spermatófitos (o plantas superiores) puesto que, al menos, existe similitud entre ellos en cuanto a su citoquímica.

La explicación de esta aparente anomalía podría ser la siguiente: La vida vegetal ha hecho su aparición en el agua. Esta vida primitiva ha evolucionado en diversas direcciones dando lugar a grupos cada vez más diferenciados de los demás. Con el paso del tiempo los engarces y eslabones entre los distintos grupos se ha ido perdiendo. En tiempos más recientes el panorama ha quedado reducido a la existencia de "cepas" independientes, que son otros tantos "ensayos" de evolución. De estas cepas sólo una, los Clorófitos, es capaz de abandonar el agua e invadir el medio terrestre, adaptándose, consiguientemente, a las condiciones de sequedad. Podemos concluir, por lo tanto, que las algas en conjunto forman el elemento común y base de la vegetación, aparte incluso de sus contactos con el mundo de los animales a través de ciertos grupos.

Con esta forma de concebir el mundo de las algas, y del mundo vegetal en general, las consecuencias no se hacen esperar. Chadeffaud en la introducción de su "Traité de Botanique" afirma lo siguiente: "Una comparación con las algas nos ha conducido a nuestra forma de concebir la evolución morfológica de los cormófitos. Igualmente, por comparación con ciertas algas (las Florideas) hemos creído poder interpretar el ciclo biológico de Asco y Basidiomycetos, y otros diversos caracteres de los hongos. Además, comparándolas con las algas azules, hemos descrito la morfología de diversas bacterias. Así nosotros atribuimos a la algología una importancia capital. Para nosotros, las algas se sitúan en la base y en el corazón de todo el mundo viviente y los Biólogos no deberían

olvidarlo nunca. Los Protistólogos titubean desde hace tiempo. Los Micólogos no deberían persistir en ignorarlo, por temor de ver perder autonomía a su ciencia. Una sólida formación algológica debería ser exigida a todos los Botánicos; debería ser en la Botánica un poco lo que el latín en las Humanidades”.

En definitiva: a) Los métodos morfológicos utilizados para la clasificación filogenética de los vegetales terrestres no son válidos para los vegetales típicamente acuáticos como las algas. Estos, en cambio, requieren métodos citológicos y citoquímicos. b) El tipo de evolución de las algas hacia la mejor adaptación a las condiciones externas es más bien de tipo fisiológico y bioquímico. La cantidad de pigmentos asimiladores en las algas es aproximadamente 10 veces mayor que en las plantas terrestres, y en esto influye sobre la naturaleza de las sustancias sintetizadas y acumuladas como reserva. Es en esto, precisamente, en donde reside el mayor interés económico de dichos vegetales acuáticos.

INDUSTRIALIZACION

La historia de la industria de las algas en Europa incluye tres períodos distintos: en principio las algas fueron utilizadas para la extracción de sosa y potasa, posteriormente para la extracción del yodo y, finalmente, para la obtención de alginatos y otros productos orgánicos.

Se observa pues que, si bien en un principio el interés de estas plantas residía en sus constituyentes inorgánicos, sosa, potasa, yodo, etc., que acumulan en cantidad, posteriormente fueron alcanzando más interés sus productos orgánicos, y en la actualidad estos productos han pasado a ser la base de la explotación de las algas.

Industria de sosa y yodo.

En principio, la sosa extraída de las algas, especialmente de *Fucus* y *Ascophyllum*, que contienen un alto porcentaje de tal elemento, fue un sustitutivo bastante adecuado de un producto llamado "barrilla", obtenido de las plantas barrilleras (Chenopodiáceas: *Suaeda*, *Salsola* y *Salicornia*) por incineración. Las cenizas de las algas antes mencionadas parece ser que no eran tan buenas como la "barrilla" pero servían bastante bien para la manufactura de vidrios ordinarios.

Más tarde esta industria de sosa ha ido dando paso a la industria del yodo, con la utilización fundamentalmente de las *Laminarias*, que son ricas en tal elemento. El yodo se encuentra en el agua del mar en muy pequeña concentración, alrededor de 0,01 a 0,07 partes por millón; pero algunas algas, especialmente del grupo de las *Laminarias*, lo acumulan en sus tejidos hasta llegar a concentraciones superiores a 1 por mil (generalmente de 1 a 4 por mil) y por lo tanto mil a cuatro mil veces más concentrado que en el agua, lo que permite utilizar dichas algas como fuente del mencionado elemento.

En principio el yodo se obtenía por incineración y a partir de las cenizas. En la última mitad del siglo XIX se introdujeron nuevas técnicas en esta industria con el fin de eliminar las pérdidas de yodo y la posibilidad de obtener nuevos productos. Unos de estos avances especialmente interesante fue la destilación propuesta en 1862 por el químico Stanford. Este método consiste en secar las lagas y destilarlas en grandes retortas con lo que se obtienen separadamente: laquitrán, amoníaco y gas del alumbrado. Del carbón que quedaba en la retorta se extraía el bromo y el yodo; el carbón restante se utilizaba como absorbente, decolorante y desodorante.

Otra técnica no menos interesante que la anterior fue la maceración y fermentación con el fin de aumentar la cantidad de yodo extraído.

Una técnica reciente y especialmente interesante es la separación electrolítica usada por primera vez por los rusos. Consiste en que las algas, maceradas y suspendidas en agua, se someten a una corriente eléctrica que se hace pasar a través de tal disolución, pero con distintos pasos y con un potencial creciente. Durante los dos primeros pasos, es decir, a potencial bajo, se separa el yodo, en el tercer paso se separa el bromo, y en el cuarto, es decir, a potencial alto, se separa el cloro. Al final de la disolución es concentrada y en el polo positivo se recoge un alcohol de algas o manitol y el polo negativo los alginatos.

Es muy probable que Rusia sea uno de los pocos países productores actualmente de yodo a partir de las

algas, especialmente de la Rodofícea *Phyllophora nervosa* procedente del Mar Negro. Igualmente en Japón parece ser que todavía se extrae yodo a partir de las algas, pero en otros tiempos llegó a suministrar hasta el 7^o/o del yodo del mundo. Por otra parte, y en lo que a España se refiere, Chapman señala que hay un proyecto para producir yodo a partir de las algas en España y suficiente para cubrir las necesidades del país., (alrededor de 50 toneladas anuales). Este proyecto es, particularmente para mí, la primera noticia y el mismo Chapman declara no conocer si ha comenzado a tomar forma.

En general podemos decir que la extracción del yodo a partir de las algas va siendo cada vez menor, puesto que se han descubierto depósitos minerales ricos en este elemento. De todos modos parece ser que tales depósitos no son muy importantes y se estima que algún día podrán ser agotados, y, a no ser que se encuentren nuevos depósitos o nuevas técnicas para obtener yodo, es muy posible que la extracción a partir de las algas resucite. La materia prima es suficientemente abundante, y puede ser mucho más si se llega a un cultivo controlado de estas plantas; pero el éxito, en el presente, de una industria semejante depende de la capacidad para recolectar y secar fácilmente la materia prima. Esto no es tan fácil como pudiera parecer a primera vista, si tenemos en cuenta que se pueden perder muchos jornales debido al mal tiempo y la mano de obra en este tipo de trabajo es relativamente cara. Para otra parte, a pesar de los muchos intentos por parte de los técnicos para utilizar

aparatos mecánicos, todavía nos encontramos bastante atrasados en este sentido.

Un aspecto que merece igualmente ser tenido en cuenta es el relacionado con la influencia que la industria del yodo, a partir de las algas y por incineración, puede tener sobre la concentración de este elemento en el medio ambiente, así como sus implicaciones en ciertas enfermedades endémicas. La existencia de hornos de incineración de algas a lo largo de la costa europea provocó hacia los años 30 un aumento de yodo en la atmósfera.

En 1938 Cauet investigó el efecto de la industria del yodo sobre la concentración de dicho elemento en el medio y encontró que su concentración en Bretaña había aumentado más que en otras partes tanto en el aire como en el agua y plantas alimenticias. Esto fue atribuido al yodo que se escapaba durante la incineración de las algas. Igualmente la mayor cantidad de yodo en la atmósfera, agua y plantas alimenticias del centro de Europa fue considerado como debido a la industria de las algas en las costas atlánticas de varios países, porque se ha podido demostrar que del 25 al 50^o/o del yodo de un alga seca se pierde en la atmósfera. En 1937, por ejemplo, Bretaña produjo 90 toneladas de yodo, lo que significa que 22 a 45 toneladas se perdieron en la atmósfera. Cauet creía que si la industria del yodo cesara habría una disminución de yodo en el aire y en el agua, y, por lo tanto, en las plantas alimenticias. Un tal estado de cosas podría conducir a un incremento del bocio en Europa central.

Estas previsiones de Cauer no llegaron a realizarse entre otras cosas por el enorme aumento de consumo de pescado que vendría a paliar tal deficiencia.

Tenemos, pues, un caso un tanto insólito, en donde una verdadera contaminación atmosférica, nacida de un horno de incineración, puede favorecer la dispersión de un elemento que, dentro de ciertos límites, favorece la salubridad del ambiente, porque tal elemento se encuentra en la Naturaleza a concentraciones muy bajas.

Industria de la algina.

Un paso muy importante hacia el aprovechamiento de las algas marinas fue el descubrimiento, hacia el año 1883, de la algina o ácido algínico realizado igualmente por el químico Stanford. Se trata de un producto complejo constituido por polímeros del ácido d-manurónico y l-gulurónico en una proporción bastante fija para cada grupo de algas. Es elemento importante en la composición de las paredes celulares de las grandes Feofíceas. Este producto ha adquirido una gran importancia desde 1940, puesto que sus sales con diferentes metales tienen propiedades variadas que los hacen útiles para diversos usos industriales, farmacéuticos y alimenticios.

El ácido algínico se encuentra prácticamente en todas las grandes algas pardas y parece que en forma de sales de metales divalentes, fundamentalmente calcio. La concentración de esta sustancia en las referidas algas es relativamente alta y, como término medio, puede oscilar entre el 15 y el 40^o/o del peso seco.

T A B L A 1

ALGININA PRESENTE COMO % DEL PESO SECO (Según V.J. Chapman)

Species	Lunde (1937-1938)	Black (1952)	Kirby (1952)	Hoppe-Schmil (1962)
<i>Laminaria digitata</i>	15 - 40			15 - 40
fronde		14,5 - 26,5	25 - 44	
estipe		27 - 33	35 - 47	
* <i>Laminaria saccharina</i>	15 - 35	13 - 21		12 - 23
fronde		11 - 21	17 - 22	
estipe		20,5 - 25	25 - 31	
* <i>Laminaria hyperborea</i>	15,5 - 24,5	14 - 21,5		14 - 24
fronde	17 - 33	8,5 - 19	11,3 - 24	
estipe	25 - 38	18,5 - 23,5	21 - 27	
<i>Alaria esculenta</i>				
Munda (1964)	30 - 35		20 - 40	30 - 35
* <i>Ascophyllum nodosum</i>	18,8 - 23		22 - 30	20 - 30
* <i>Fucus serratus</i>	18 - 28		20 - 29	
* <i>Fucus vesiculosus</i>	18 - 28		16 - 21	
* <i>Fucus ceramoides</i>				21,05 - 29,48
* <i>Himantothalia elongata</i>	38		22 - 29	

Continua

Continuación

* <i>Haltia ysi stiquosa</i>	16-17	
<i>Ecklonia maxima</i>		29,6 - 38
<i>Ecklonia radiata</i>		
fronde	17 - 24,5	
lámina	19,8 - 30,2	(Stewart y col. 1961)
<i>Macrocystis</i>		13 - 24
<i>Nereocystis</i>		14 - 20
<i>Palagophycus</i>		15 - 17
<i>Eyregia</i>		18 - 20
<i>Durvillaea antarctica</i>		33
		Moss & Naylor
disco		20,6 - 26
estipe		36 - 39,8
fronde		32 - 43,5
<i>Durvillaea willana</i>		
estipe		37 - 40,5
fronde		39,9 - 44,8
<i>Sargassum</i> sp.		29,8 - 34,6

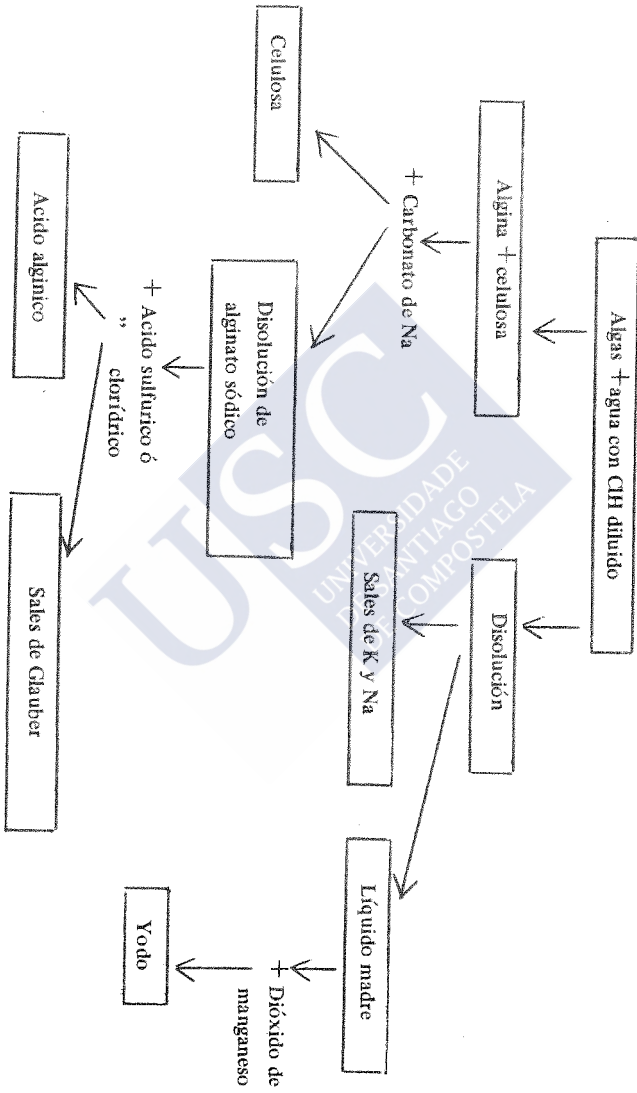
Las especies señaladas con un asterisco existen en las costas españolas.

Hay diferentes técnicas de extracción de algina, la mayor parte de las cuales entran dentro de los secretos industriales, pero una de las formas más simples de obtener ácido algínico y utilizada ya por Stanford en 1884, consiste en macerar las algas con ácido clorhídrico diluído para separar las sales minerales. El material que queda después del primer tratamiento con ácido es algina bruta. El ácido algínico puede entonces ser extraído con carbonato sódico. La disolución resultante, que es viscosa, se filtra y la algina se precipita con más ácido. El material resultante es filtrado y lavado, separando así el ácido algínico y la disolución resultante quede como disolución de sales de Glauber. Esta técnica se conoce con el nombre de "proceso de lixiviación".

En cuanto a las propiedades de la algina, es interesante hacer notar que originalmente este producto no fue considerado de suficiente valor, y el proceso por el cual se ha obtenido se ha puesto a punto como una necesidad comercial para que otros productos: yodo, potasio, sodio, etc., fuesen competitivos en el comercio mundial. Sin embargo, ahora su posición se ha invertido completamente y el ácido algínico tiene muchísima más importancia que las sales inorgánicas.

Desde el punto de vista técnico la importancia del ácido algínico estriba fundamentalmente en las propiedades de sus sales. Las sales de sodio, potasio y magnesio se disuelven fácilmente en agua para dar disoluciones extremadamente viscosas y esta viscosidad

TABLA 2



puede variarse a voluntad por la adición de cloruro sódico, sulfato sódico, carbonato sódico y sales de amonio. Por otra parte, las disoluciones alcalinas, que son insípidas, inodoras y casi incoloras, no coagulan al calentarse ni al enfriarse, por lo que tienen un gran interés como emulsionantes y estabilizadores.

La adición de iones divalentes a una disolución de alginato sódico produce generalmente un gel cuyas propiedades dependen de los iones que se utilicen. Los metales pesados (mercurio, berilo, cobre, cobalto) dan sales igualmente con ácido algínico, pero estas no son solubles en agua sino que forman un material plástico que puede ser moldeado cuando está húmedo y se hace duro y resistente cuando está seco. Estas propiedades son extremadamente útiles para múltiples usos, desde fibras textiles, a veces no inflamables como las del cromo, berilo y cadmio, hasta impresiones ortopédicas. Otra propiedad de especial interés es la facilidad para pasar de sales alcalinas solubles a sales de metales pesados insolubles.

En cuanto a los usos que actualmente se dan a los alginatos se encuentran en la siguiente tabla los más importantes.

Industria del agar.

Otra industria derivada de las algas marinas es la del agar-agar, producto que es extraído de las Rodofíceas. El nombre de agar-agar parece tener un origen malayo y en aquel lenguaje es el nombre vulgar de *Euchema*, que es el género ampliamente utilizado para la obtención de este producto.

T A B L A 3
 ALGUNOS DE LOS MUCHOS PRODUCTOS EN LOS QUE
 INTERVIENE LA ALGINA
 (Según Kelco Co.)

PRODUCTOS FARMACEUTICOS	PRODUCTOS DE LECHERIA
Tabletas de Aureomicina	Helados
Suspensiones de Terramicina	Batidos
Suspensiones de Penicilina	Chocolates
Tabletas anti-ácido	Natas
Suspensiones de sulfamidas	Quesos
Tabletas y compuestos de aspirina	
Polvos hemostáticos	ADHESIVOS
Laxantes	Fabricación de cartones
Compuestos para impresiones dental.	Bolsas de papel
Pasta de dientes	Contenedores
Impresiones ortopédicas	Cintas engomadas
Gales quirúrgicos	
Supositorios	PRODUCTOS DE PAPEL
Emulsiones oleosas	Empaquetado de alimentos
Ungüentos	Empaquetado de jabones y detergentes farma- céuticos
DIVERSOS PRODUCTOS ALIMENT.	Bolsas de leche
Helados y merengues de confitería	Empaquetado de alimentos congelados
Condimentos de ensaladas	Aislamientos
Alimentos congelados	Papeles impermeables
Elaboración de jarabes	
Jugos de frutas concentrados	PRODUCTOS DIVERSOS
Enlatados	Pinturas
Pudín	Ceramicas vidriadas
CAUCHOS	Porcelanas
Latex cremosos o espesantes natura- les o sintéticos	Terminados de cuero
Artículos terminados:	Pulidores ó bruñidores
Tapicería de automóviles	Placas separadores de baterías
Aislantes eléctricos	Colas
Almohadones de espuma	Fabricación de azucar de re- molacha
Vestidos de caucho	Emulsiones de cera
Llantas y neumáticos	
PRODUCTOS TEXTILES	
Fibras textiles para algodones y rayones	
Pastas para estampados	
Aprestos plásticos	

Se trata de un material gelificante llamado muchas veces gelosas o ficocoloides, y en el que queda incluido una serie de productos obtenidos de distintas algas cuyas propiedades varían según su origen y que, en principio, se creyeron constituidos por un éster sulfúrico de alfa galactosa, aunque posteriormente se cree están constituidos por dos polisacáridos, la agarosa y la agaropectina, en distintas proporciones según la materia prima de que proceda. Parece ser que la agarosa es la responsable de las propiedades gelificantes, mientras que la agaropectina suministra el componente viscoso.

Antes de 1939 Japón era el principal productor y consumidor de agar en el mundo, y la materia prima de tal productor y consumidor de agar en el mundo, y la materia prima de tal producto era fundamentalmente *Gelidium amansi*.

Cuando Japón se vió envuelto en la Segunda Guerra Mundial, las naciones, al no recibir las importaciones correspondientes, intensificaron el estudio de las especies indígenas para tratar de producir agar de características similares al japonés. Como resultado, dicho producto se ha extraído de especies que anteriormente no eran utilizadas, tales como: *Gelidium cartilagineum* en las costas del Pacífico de América del Norte y de África del Sur; de *Gracilaria confervoides* en África del Sur, Australia y Estados Unidos; de *Hypnea musiciformis* en Estados Unidos; de *Gelidium pulchellum* y *Gelidium latifolium* en Irlanda; de *Chondrus crispus* y *Gigartia stellata* en

T A B L A 4

RHODOPHYCEAE UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA DEL AGAR

<i>Especie</i>	<i>País</i>
<i>Acanthopeltis japonica</i>	Mar de Japón
* <i>Ahnfeltia plicata</i>	Mar Blanco, Sakhalin
<i>Gelidiella acerosa</i>	Japón
* <i>Gelidium sesquipedale</i>	España, Portugal, Marruecos
<i>Gelidium amansi</i>	Japón
<i>Gelidium divaricatum</i>	Japón
<i>Gelidium japonicum</i>	Japón
<i>Gelidium latulum</i>	Japón
<i>Gelidium pacificum</i>	Japón
<i>Gelidium subcostatum</i>	Japón
<i>Gelidium subfastigiatum</i>	Japón
<i>Gelidium vagum</i>	Japón
* <i>Gelidium cartilagineum</i>	Africa del Sur, México, Estados Unidos
<i>Gelidium nudifrons</i>	Estados Unidos
<i>Gelidium arborescens</i>	Estados Unidos
<i>Gelidium densum</i>	Estados Unidos
<i>Gelidium lingulatum</i>	Chile
<i>Gelidium pristoides</i>	Africa del Sur
* <i>Gelidium spinulosum</i>	Marruecos
* <i>Gracilaria confervoides</i>	Atlántico, Estados Unidos y Canadá América del Sur, India, Ceylan, Japón Australia, Africa del Sur, China, For- mosa, Filipinas
* <i>Gracilaria multipartita</i>	Atlántico, América del Norte
<i>Gracilaria lichenoides</i>	Ceylan
<i>Gelidiopsis rigida</i>	Indonesia, Filipinas
* <i>Pterocladia capillacea</i>	Japón, Nueva Zelanda, Estados Unidos
<i>Pterocladia lucida</i>	Australia, Nueva Zelanda
<i>Pterocladia densa</i>	Japón
<i>Eucheuma muricatum</i>	Malaya, Indonesia, base de la industria en las Indias Orientales.
<i>Eucheuma serra</i>	Indonesia
<i>Suhria vittata</i>	Africa del Sur
* <i>Gigartina stellata</i>	Inglaterra

Las especies señaladas con un asterisco existen en las costas españolas.

Inglaterra; de *Suhria vittata* en Africa del Sur; de *Pterocladia lucida* y *Pterocladia capillacea* en Nueva Zelanda; de *Gelidium sesquipedale* en España, etc. Como consecuencia de todo esto, y como hemos dicho anteriormente, surgieron una serie de productos distintos y con propiedades diferentes que se conocen genéricamente como agares, gelosas o ficocoloides, los cuales se acostumbra a dividir en tres grandes grupos según su poder gelificante.

1º) Agar verdadero: de tipo *Gelidium*, que gelifica aún en concentración muy diluida.

2º) Agaroides: de tipo *Euchema* e *Hypea*, que gelifica solamente en medio concentrado y si se añaden electrolitos.

3º) Carrageninas: de tipo *Chondrus* y *Gigartina* que gelifica solamente en medio concentrado.

Uno de los principales usos del agar verdadero es su utilización como medio de cultivo microbiológico (bacterias y hongos), debido a que una disolución diluida de este material forma un gel firme después de haber incorporado el medio de cultivo adecuado, y sobre este gel crecen fácilmente los microorganismos sin que sea digerido por la mayor parte de estos.

Aparte de este uso en microbiología, el agar, juntamente con otros geles de algas, tiene un gran número de usos tales como conservas de pescado, embebiéndolo en tal gel antes de enlatado, e igualmente en otros tipos de conservas de carnes y vegetales.

Las carrageninas son unos coloides cuya composición química es fundamentalmente similar a la del agar pero la diferencia más importante, entre otras muchas, consiste en que la micela del agar tiene mayor complejidad y el resultado es que las carrageninas tienen un contenido de cenizas más alto y una resistencia de gel más bajo. Por otra parte, las propiedades de las carrageninas son profundamente afectadas por la naturaleza y cantidades relativas de otros solutos en sus disoluciones acuosas. Este carácter, su alta viscosidad, la propiedad de coagular y precipitar ciertas proteínas (fabricación de cerveza) o de dar geles complejos con otras (milk reactivity) hacen que este producto un elemento de gran utilidad en la industria, especialmente como agente clarificante en la fabricación de bebidas y estabilizador en ciertas emulsiones.

En la tabla siguiente se presentan las distintas aplicaciones de los principales ficocoloides.

Utilización de las algas como piensos.

La utilización de las algas como piensos parece muy antigua. Hoy en día existen un gran número de países que utilizan las algas, tanto en fresco como en forma de forraje preparado, en la alimentación de los animales. Las principales especies utilizadas son: *Laminaria saccharina*, *Rhodomenia palmata*, *Alaria sculeta*. Para la preparación de forrajes es frecuente la utilización de *Fucus* y *Ascophyllum* especialmente en Noruega, que en 1965 llegó a producir más de 15.000

T A B L A 5

DISTINTAS APLICACIONES DE LOS PRINCIPALES FICOCOLOIDES
(Según Glicksman, 1962)

	Agar	Carrag.	Furcell.	Alginatos
LECHERIA				
Estabilizadores de helados	+	+		+
Leche helada	+	+		+
Batidos de leche	+	+		+
Polos	+	+		+
Bebidas de chocolate con leche		+	+	+
Leche aromatizada		+		+
Pudín		+		+
Jarabes abigarrados		+		
Queso tipo Neuchatel	+	+		+
Crema de queso	+	+		+
Crema batida		+		+
Yogurt	+	+		
Crema de leche	+			
BEBIDAS				
Refrescos con o sin pulpas de frutos		+	+	+
Jugos de frutas		+	+	+
Estabilizadores de cerveza		+		+
Clarificadores de cerveza		+		+
Refinado de vinos, etc.	+	+		+
Envejecimiento artificial de bebidas		+		
PANADERIAS Y CONFITERIAS				
Pasta de pan	+	+		
Cakes de frutas	+	+		
Buñuelos		+		
Rellenos de pasteles	+	+		+
Frutos rellenos				
Gelatinas de confiteria	+	+	+	+
Buñuelos glaseados	+	+		+

Continuación

Merengues	+	+		+
Mezclas batidas y empanadas		+		
Emulsiones				
Cubiertas con cakes rellenos	+	+	+	+
Pasteles rellenos helados		+		
CONFITERIA				
Geles de confitería	+			+
Caralemos		+		
Malvaviscos	+			
CONDIMENTOS, SALSAS				
Condimentos franceses		+		+
Condimentos de ensaladas		+		+
Jarabes		+		+
Sazonados		+		+
Salsas blancas		+		+
Mostazas		+		+
Salsa de setas		+		+
ALIMENTOS DIETETICOS				
Postres sin almidón	+	+		
Gelatinas, compotas		+		+
Jarabes		+		+
Pudín		+		+
Salsas		+		+
Helados				+
Confites				+
Verduras	+			
CARNE, PESCADO				
Cubiertas de salchicha	+			+
Conservas de pescado				+
Pescado y carne enlatada	+	+	+	+
Cubierta de gelatina de la carne		+		+
Ingrediente de la salchicha		+		

Continuación

Cubierta conservadora de la carne	+	+		+
Fibras de carne sintética		+		+
VARIOS				
Geles para postre	+	+	+	+
Compotas, confituras	+	+	+	+
Cereales preparados	+			
Alimentos infantiles elaborados		+		
Alimentos congelados		+		
Patatas chips sintéticas				+
Cerezas artificiales				+

toneladas de pienso de algas. Su interés radica fundamentalmente en su concentración de vitaminas, proteínas y microelementos; en algunos casos la concentración de algunos de estos, como por ejemplo el yodo, pueden hacerlos tóxicos si se suministran puros y sin tratamiento previo.

Utilización de las algas como abono.

En cuanto a la utilización de las algas como abono, es muy probable que tal utilización sea también muy antigua, actualmente todos los pueblos ribereños utilizan las algas arrojadas por el mar, o incluso las recogen en ciertas épocas del año, para fermentarlas y utilizarlas posteriormente como abono orgánico. En muchos países existen en la actualidad ordenanzas adecuadas para evitar que los agricultores recojan para abonos aquellas especies que tienen otros intereses de tipo industrial.

Industrias alimenticias.

Por último, las industrias alimenticias a partir de las algas marinas son también antiguas especialmente en el Extremo Oriente. En Europa y Norteamérica han sido utilizadas varias especies como alimento, pero donde tal industria alcanza su máximo exponente es en Japón, en donde se estima que más de 40 géneros son cultivados actualmente para alimento humano. De todos estos géneros los más importantes son: *Laminaria*, de cuyas especies se extrae un producto muy apreciado llamado “Kombu”, y el género *Porphyra*, cuya especie *Porphyra tenera* constituye la base del producto llamado “nori”.

Sabido es que desde antiguo se cosecha esta especie en Japón, pero hasta hace relativamente poco tiempo el cultivo era más bien empírico, bien porque no se conocía realmente la biología o el ciclo biológico de esta planta, bien porque lo que se pretendía era propiciar su desarrollo en puntos determinados (tal como ocurre entre nosotros con el mejillón o la ostra). El paso gigante en este cultivo se ha operado en los últimos años cuando se ha conocido su ciclo biológico, que ha permitido su siembra a voluntad, y cuando se han utilizado colectores especiales a base de redes y cuerdas imputrescibles, que con sus anclas y boyas han permitido extender las zonas de cultivo fuera de las típicas ensenadas y en puntos cada vez de mayor profundidad. El interés del “nori” estriba en su poder alimenticio y en su sabor específico que se debe al ácido glutámico, glicina y alanina. El contenido en

proteínas puede alcanzar del 25 al 30^o/o de su peso seco, las vitaminas y las sales minerales se encuentran también en alta concentración, especialmente el yodo. La vitamina C es alrededor de 1,5 veces más concentrada que la naranja, y es también rico en vitaminas A y B así como en todos los bioelementos. La digestibilidad humana de esta alga se estima en un 75^o/o de sus proteínas e hidratos de carbono, y mucho mejor que ninguna otra alga.

Las especies de *Porphyra* han sido utilizadas como materia prima para la alimentación humana en Japón desde hace más de mil años; pero el cultivo de *Porphyra tenera* comenzó en la bahía de Tokio hacia 1736. Posteriormente, la tecnología de este cultivo arraigó en todas las bahías de Japón adecuadas para ello fundamentalmente durante la llamada ERA MEIJI que abarcó de 1876 a 1909 debido a la gran promoción industrial llevada a cabo desde el Gobierno.

En aquella época el cultivo se hacía clavando ramas de árbol o de bambú en el fondo del mar en las bahías someras, y en determinadas épocas del año, con el fin de capturar las esporas de *Porphyra* para cultivarlas luego en lugares más resguardados de las bahías. A partir de la llamada ERA TAISHO (1909—1924) muchas organizaciones de investigación pesquera comenzaron a investigar otros métodos científicos de cultivo. Como resultado de estas investigaciones se inventó el método de las redes flotantes en horizontal como mejor sustitutivo de las

ramas o bambú. En la actualidad se cultiva el "nori" en 23 Prefecturas.

Desde noviembre comenzaba el trabajo de colocación de colectores y se mantenían en el mar algunos meses para asegurar la fijación de las esporas. Cuando estas se habían adherido a los colectores, los pescadores los arrancaban y los llevaban a lugares más apropiados para el crecimiento; se ha encontrado que las esporas de *Porphyra* germinan mejor en zonas donde el agua tiene mayor salinidad, pero el crecimiento subsiguiente es mejor en aguas menos salinas y donde haya más nitrógeno.

La recolección de las láminas de *Porphyra* comenzaba en diciembre y terminaba en marzo y la calidad era mejor en las primeras cosechas.

En 1949 la inglesa Drew descubrió el ciclo completo del género *Porphyra* y, a partir de entonces, especialmente con los trabajos de SUTO (1953), YAMASAKI (1954) y otros, la técnica del cultivo de *Porphyra* ha cambiado en gran medida.

Las carposporas producidas por el talo entre noviembre y mayo se hacen desarrollar sobre conchas de moluscos convenientemente lavadas y desinfectadas, situadas en grandes tanques. Para la siembra se colocan los talos esporíferos de *Porphyra* sobre dichas conchas o se riegan estas con agua que contenga una concentración fuerte de carposporas. Entonces se desarrolla la fase *Conchocelis* sobre las conchas durante la primavera y el verano. Una vez madura esta fase se

producen monosporas (Conchosporas) entre setiembre y noviembre. Las conchas con la fase *Conchocelis* madura se colocan dentro de bolsitas de plástico con agua de mar y se cuelgan de las redes para facilitar la germinación de dichas esporas sobre las redes y dar nuevas plantas de *Porphyra*.

Recientemente se ha descubierto que el talo de *Porphyra* puede sobrevivir durante un considerable período de tiempo en un refrigerador, y posteriormente puede seguir creciendo cuando se ponga de nuevo en el agua de mar. De tal forma que cuando el talo de *Porphyra* alcanza dos o tres centímetros, los colectores se empaquetan en grandes bolsas después de secar el talo hasta un 20 ó 30^o/o de humedad y se someten a 20^o bajo cero.

Esta técnica se ha extendido rápidamente entre los cultivadores, cuya principal ventaja estriba en el hecho de que al principio de la cosecha (noviembre y diciembre) las jóvenes plantas son de mejor calidad, mientras que al final (enero y febrero) la calidad de las plantas ya maduras es inferior. Si mediante la refrigeración mantenemos en letargo las plantas hasta que pasen los rigores del invierno se puede recoger *Porphyra* de buena calidad en marzo o abril; o lo que es lo mismo, se puede prolongar la estación de cosecha de *Porphyra* de buena calidad al mismo tiempo que se evita el laboreo durante los períodos más crudos del invierno.

Después de la recolección las láminas de *Porphyra* se lavan con agua de mar para limpiarlas, luego se cortan en pequeños trozos mediante una máquina y se ponen en un recipiente grande con agua dulce. La cantidad de agua dulce utilizada es de 3,5 litros para 3,75 Kg. de alga. Luego se extienden para secar sobre esteras de bambú de dimensiones 17 x 19 cm. y 0,3 cm. de grosor. Este procedimiento de secado ha sido realizado durante muchos años a mano y al aire libre; pero actualmente se hace con máquinas y en secadores especiales. Una vez seco el material queda en forma de placas de *Porphyra* y, como en cada estera se ha secado una cantidad fija de material, estas placas son todas iguales, se prensan, se introducen en bolsas y salen al mercado en paquetes de 10 unidades.

Cuando el Asakusa-nori, o Hoshi-nori, como se llaman estas hojas de *Porphyra*, se necesitan para su uso, primeramente se cuecen o se tuestan sobre el fuego hasta que el color cambia a verde. Entonces puede romperse y echarse a las salsas, sopas o caldos a los cuales da su sabor. A veces es solamente mojada en salsas y comidas.

En cuanto al valor económico de este cultivo representa prácticamente las 3/4 partes del valor de todas las plantas acuáticas (aproximadamente 598×10^8 yens) mientras las plantas acuáticas representan en valor total como la suma de crustáceos, perlas y ballenas.

El éxito del cultivo de "nori" en Japón, especialmente después de haber pasado el período de

cultivo empírico y familiar, ha estimulado los ensayos de cultivos de otras algas, tanto en Japón como en otras partes del mundo, a medida que los cultivos en el laboratorio se han multiplicado, y los ciclos biológicos se han esclarecido para un gran número de especies.

Otras algas que actualmente se cultivan en Japón con bastante éxito son *Undaria pinnatifida*, *Undaria undarioides* y *Undaria peterseniana* utilizadas también para la alimentación con el nombre de WAKAME y cultivadas sobre cuerdas en zonas donde crecen las especies en gran cantidad, por lo que fácilmente se fijan las esporas sobre las cuerdas.

Fuera de Japón se están haciendo esfuerzos científicos, técnicos y económicos para el cultivo de algas marinas; como ejemplo podremos citar el cultivo de *Eucheuma* en Filipinas, en cuyo proyecto vienen trabajando desde 1966 y cuya primera publicación relacionada con ello apareció en 1973 bajo la dirección del Doctor Doty.

Por último, diremos que en estos últimos tiempos se encuentra en plena discusión a escala europea la introducción y cultivo en Europa de la especie del Pacífico *Macrocystis pirifera*, estudios que lleva a cabo el "Institut de Pêche Maritime de Paris". En este caso particular los algólogos en general se oponen a tal proyecto. Se trata de una especie muy importante económicamente como materia prima para alginatos y piensos, y una de las más comunmente utilizadas por los americanos para este fin. Pero es una especie que puede alcanzar 50 ó 60 metros, fijándose al sustrato en profundidades de 5, 10 ó 20 metros, y luego extendiéndose por la superficie, merced a los aerocistes

que posee, de tal forma que puede dificultar la navegación. Si la especie se introduce en Europa y se desarrolla bien en nuestras latitudes, es evidente que cambiará las condiciones económicas del bentos en donde se encuentre. No se puede predecir las consecuencias que tal introducción traería consigo, por ejemplo, sobre las zonas marisqueras de las rías gallegas. De tal manera que por estas razones existe un clima de desacuerdo hacia tal iniciativa, aunque no dejamos de comprender que la industria de las algas, en sí, saldría muy favorecida con esta introducción. Mientras no tengamos datos concretos sobre sus exigencias, que nos permitan predecir las fronteras de dispersión en el litoral, no debemos exponernos a posibles trastornos bionómicos de tal categoría que pudieran echar por tierra otras riquezas también importantes.

Nos encontramos pues, en un momento importante en relación al aprovechamiento de los vegetales marinos; las perspectivas de su cultivo en gran escala son muy halagüeñas; con ello la humanidad sienta las bases de la producción primaria controlada, en un espacio vital de muy grandes posibilidades.

BIBLIOGRAFIA

- CABRERO GOMEZ, E.F.— 1951. *Estudio de las algas marinas españolas desde el punto de vista de su aprovechamiento industrial*. Premio Alonso Herrera 1951. C.S.I.C. Madrid.
- CLARKE, G.L.— 1974. *Elementos de Ecología* Edit. Omega. Barcelona.
- CHADEFAUD, M. y EMBERGER, L.— 1960. *Traité de Botanique systématique*. Vol. I y II. Masson et Cie.
- CHAPMAN, V.J.— 1970. *Seaweeds and their uses*. Methuen & Co. Ltd. Londres.
- DOTY, M.S.— 1973. *Euchema Farming for Carrageenan*. *The Univ. of Hawaii Sea Grant Program*, Unihi—Sea Grant—Ar—73—02.
- FISCHER—PIETTE, E. y SEOANE—CAMBA, J.A.— 1962. Ecologie de la ríe type; la ría del Barquero. *Bull. de l'Institut Oceanographique* N° 1244.
- GIRAL, J.— 1927. Aprovechamiento industrial de la plantas marinas. *Bol. de Pesca* núm. 131.
- KETCHUM, B.H.— 1967. *Man's Resources in the Marine Environment*. En *Pollution and Marine*

- Ecology* Edit. Olson y Burgess. Interscience Publishers. New York.
- MARGALEF, R.— 1974. *Ecología* Edit. Omega. Barcelona.
- MARSHALL, S.M.— NEWTON, L. y ORR, A.P.— 1949. *A study of certain British Seaweeds and their utilisation in the preparation of agar*. Londres.
- OKAZAKI, A.— 1971. *Seaweed and their uses in Japan*. Tokai University Press.
- RABINOWITCH, E.— 1945—1956. *Protosynthesis and related processes*. Vols. I y II. New York.
- SEOANE—CAMBA, J.A.— 1964. L'effet de l'intensité lumineuse et de la température sur la concentration de la chlorophylle dans quelques algues marines benthiques. *Comptes Rendus Academie Sciences*. Paris. T. 259, pág. 1433—1435.
- SEOANE—CAMBA, J.A.— 1966. Algunos datos de interés en la recolección de *Gelidium sesquipedale*. *Publicaciones Técnicas de la Junta de Estudios de Pesca*. N° 5.
- SEOANE—CAMBA.— 1968. La explotación de las algas marinas. *Publicaciones Técnicas de la Junta de Estudios de Pesca*. N° 7.

- SEOANE-CAMBA.— 1968. Crecimiento, producción y desprendimiento de biomasa en *Gelidium sesquipedale* (Clem.) Thuret. *Proceedings of the sixth Intern. Seaweeds Symposium*. 9-13 de setiembre. Santiago de Compostela.
- SEOANE-CAMBA.— 1975. *Perspectivas en el aprovechamiento de los recursos marinos*. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona. 8 de diciembre 1975.
- SMITH, G.M.— 1955. *Cryptogamic Botany* Vol. I y II. 2^a Edic. Mc. Graw-Hill Book Company. Inc. London.
- TOUZIG, S.— 1968. *Elementi di Botanica*. Vols. I y II. Casa Edit. Ambrosiana. Milano.
- TRESSLER, D.K. y LEMON, J. Mc. W.— 1.951. *Marine products of commerce*. Reinhold Publishing Co. New York.
- WHITTAKER, R.H.— 1970. *Communities and Ecosystems*. Edit. Mc. Millan Co. Londres.



CONDICIONAMIENTOS, CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA ACUICULTURA

F.X. Niell

INTRODUCCION

La investigación biológica, ha encontrado en los últimos tiempos una amplia colaboración a nivel gubernamental. Esta colaboración, este depósito de fe, es, ha sido y seguirá siendo un arma de doble filo, o mejor dicho de filo único que puede limitar progresivamente el libre desarrollo de la ciencia.

La primera exigencia de los organismos gubernamentales y supragubernamentales es de tipo burocrático. Es una división burocrática de los problemas que se han de resolver, hacer dos grandes grupos tautológicos: uno, que es el que goza de mayor apoyo, se denomina Ciencia Aplicada y el otro Ciencia Básica.

Esta división existente sólo en mentalidades vulgares no es válida. El conocimiento de todo tipo de fenómenos se alcanza con el planteo sucesivo de hipótesis y verificaciones a las mismas. La formulación

de hipótesis puede seguir diversos caminos, pero nunca el epíteto de “utilitaria” será válido para calificar a una hipótesis en ninguna dialéctica que se tenga por medianamente ortodoxa.

Las hipótesis no pueden quemar etapas y no se formulan con una pretensión de escape del flujo de razonamientos consecutivos en la línea del pensamiento. Para un planteo realmente científico y consecuente, las hipótesis van una detrás de la otra, de modo rigurosamente ordenado y la hipótesis que preocupa es la inmediatamente próxima no la última.

Hay posibilidades de efectuar una investigación de tipo descendente, asumiendo la validez de las hipótesis finales. Este camino es peligroso y altamente costoso en todos los sentidos por lo incierto y tentativo; sin embargo en la acuicultura se actúa de acuerdo con esta norma. Se planifica un sistema de cultivo y se solucionan los problemas que van surgiendo, con las consiguientes confusiones en la elección de parámetros de control, desestabilizaciones del equilibrio del sistema, impasses en las vías de solución equivocadas que se distancian de la vía de conocimiento válido.

Dentro de la problemática de una ciencia existen problemas de urgente solución, a la que se llegará, por sucesivas formulaciones de hipótesis relacionadas, desde el nivel de conocimientos que se posea en el momento del planteo del problema.

Es evidente que nunca deben abordarse los problemas de modo inmediato sin poseer un

conocimiento básico y haber realizado un análisis pulcro y severo de los distintos componentes y soluciones posibles del problema.

Los problemas de urgente solución pueden o no tener aplicación y necesitar para su resolución tecnologías complicadas o simples. Cúmulos de problemas que de solucionarse tendrían “aplicación” están sin resolver, y se intenta que se solucionen sobre la marcha, sin los conocimientos básicos necesarios. K. DREW en 1954 descubrió el ciclo completo de *Porphyra*, un alga roja altamente estimada como alimento en el Japón (nori), y la resolución del cultivo del nori llegó. El problema de la descripción de los ciclos de las algas rojas existía como objeto de investigación muy anteriormente. K. DREW (1954) resolvió un problema importante que muchos investigadores japoneses también tenían in mente, pero a escala “aplicada”, es decir con otra mentalidad. El trabajo cuidadoso y ordenado daba resultados no ya buenos sino óptimos. K. DREW (1954) desde su laboratorio sin plan gubernamental consiguió resultados que no consiguieron los planes de apoyo total en Japón.

La dialéctica, se considera utopía y un hábil juego semántico califica a los mentados problemas de urgente solución como problemas de solución PRIORITARIA. Como consecuencia las líneas de investigación, se amputan o se las relega al ostracismo y con la mayor tranquilidad y haciendo gala de honestidad y “justesse” se empieza la casa por el tejado. Esto si, con

el beneplácito y la subvención de los organismos gubernamentales y supragubernamentales, y con el dinero del contribuyente.

El fenómeno descrito no es un mal local sino que se da ya en todos los países del mundo. Por el ejercicio de este criterio se ha logrado retardar el progreso del conocimiento en diversos campos y se conduce a la investigación científica a un estado tecnocrático—artesano sin ningún valor heurístico.

La solución de los problemas englobados en planes prioritarios no significa, por otra parte, un avance científico, porque si el hallazgo es relevante queda como “top secret” en las áreas de la empresa o el gobierno. Esta actividad común en los promotores de los planes prioritarios además de acientífica entra en contradicción con la aparente prisa por encontrar yacimientos de panaceas que dichos promotores tienen. Los conocimientos no se pueden privatizar, el saber es por esencia y definición popular y comunicable, y la actitud citada es denunciabile.

ACUICULTURA: DEFINICION Y METODOLOGIA

Los programas gubernamentales de investigación, los prioritarios, tienden a ordenarse en dos vastos grupos: el primero incluye los encaminados a la explotación de los recursos naturales con el máximo rendimiento, y el segundo atiende a la problemática del deterioro de estos posibles recursos naturales a causa de la influencia humana.

Ambos problemas tienen una componente científica idéntica: el conocimiento correcto de la dinámica y la estructura de los sistemas naturales y una segunda componente que es en muchos casos causa de que no se analice convenientemente la primera de índole socioeconómica y política.

En el análisis global del problema distinguimos como cualitativamente separados estos dos campos, pero en la realidad no hay una separación de los problemas que permita un análisis por expertos en cada uno de los ámbitos, sino que si bien los dos aspectos se distinguen estructuralmente la dinámica de ambos se interinfluye profundamente, y bajo este criterio han de estudiarse; la acuicultura analizada en este cuadro, no posee características de ciencia, no es una disciplina que desarrolle una metodología especial y propia, sino que necesita utilizar dos metodologías distintas que corresponden a dos aspectos que en los textos a ella referida se separan: el biológico y el socioeconómico y político.

La multidisciplinaridad ofrece equívocos semánticos y conceptuales. Ha de existir para paliar este defecto, una magnitud que intercomunique los dos "sectores". La energía es el motor de los sistemas naturales, si esta energía es identificable con la que se usa en el mantenimiento de estructuras socio-políticas y el propio concepto se relaciona con la dinámica económica, el concepto puede ser válido para los propósitos mencionados. ODUM (1971) nos ofrece una obra deliciosa que permite este ensamblaje entre todos

los sistemas interconectados por distintas que sean sus características y las metodologías con que se estudian. Los minimacromodelos de este autor, además de ser sugerentes por lo que de originales poseen, incitan a la discusión de problemas que hasta ahora eran privativos de un determinado tipo de especialistas y transforman lo que antes era un “collage” multidisciplinar en un campo de estudio abordable en su totalidad desde ciencias distintas con puntos de vista nuevos, propios y claro está, particulares.

Las pretensiones de la acuicultura han evolucionado de modo que el estudio de los modelos amplios tiene más razón de ser: en un tiempo, el objetivo prioritario de los organismos que apoyaron la acuicultura fue la obtención de proteínas para la resolución del viejo y acuciante problema malthusiano; de este problema prioritario se pasó a la obtención de dinero, olvidando el misional propósito primitivo.

El hecho actual es que mientras los países subdesarrollados no pueden asistir técnicamente a su inexistente o artesanal acuicultura, en los países ricos los productos obtenidos se transforman en inflacionarios, las pequeñas economías se deterioran y el management de los cultivos se privatiza; como consecuencia de ello la desigualdad social se acentúa, pero el control de la estabilidad global del sistema pasa a las clases que economicamente privatizan el sistema de producción. Los problemas malthusianos se acentúan y la nueva irrupción de desigualdades promueve un estado de tensión a nivel social e internacional.

El modelo de control de sistema por los niveles altos, que se da en la naturaleza, no es válido en la sociedad humana porque representa la existencia de poderes de control distintos, incluso la existencia de grupos de población soportando controles sin ejercerlos.

Situaciones de control óptimo se darían en situaciones de control general y de poder compartido en unidades independientes pero obligatoriamente relacionadas debido a limitaciones que las obliguen a mantener su dependencia mutua.

Trataré de analizar el estado del problema en Galicia, donde la cuestión malthusiana se pasó por alto desde el principio de la no planificación de la explotación de los recursos naturales, donde la dependencia económica es patente y mediatizada por unos pocos, y donde por fin, la privatización tiene el control del flujo comercial por unos pocos canales manteniendo el país en una situación de subdesarrollo.

ESTADO ACTUAL DE LA ACUICULTURA

La acuicultura junto con otras tecnologías deriva de la necesidad de utilizar la naturaleza. Si la agricultura contribuyó al asentamiento de los núcleos de población, la acuicultura surge en un sentido inverso; los grandes asentamientos de población intentan lograr recursos supletorios de alimentación una vez que las fuentes de suministro normal para su mantenimiento se muestran insuficientes.

Antecedentes históricos

Hay referencias históricas muy antiguas sobre la realización de cultivos en el medio acuático. Así en el extremo oriente en el siglo V a.d.J.C., FAN—LI cultivó carpas en estanques y los griegos y romanos realizaron experiencias en régimen de semicultivo de algunos peces y moluscos (múgiles y ostras). Más recientemente, desde hace 500 años se cultiva *Chanos chanos* en Java y desde la misma época en el Japón se obtienen rendimientos de producción aceptables de diversos organismos en régimen de semicultivo.

En los países occidentales los cultivos de organismos son relativamente más recientes, valgan como ejemplo de máxima antigüedad, la ostricultura francesa y holandesa y de la miticultura en dichos países y en Galicia.

Hay una extensa relación de animales y plantas que se cultivan hoy en día en el mundo. La obra de JHINGRAN y GOPALAKRISHNAN (1974) aunque ofrece, a juzgar por los datos referidos a España ciertos olvidos locales, evidencia que cualquier organismo puede ser cultivado con la tecnología de que se dispone actualmente. Hasta esta afirmación todo queda claro y está justificado el optimismo general al pensar en el futuro de la acuicultura.

El cultivo en laboratorio y a pequeña escala

Los conocimientos biológicos actuales junto con la tecnología, antes referida, posibilitan el cultivo de

organismos en el **laboratorio** en régimen de mono o policultivo.

En el primer caso, la especie que se tiene en régimen de monocultivo se sitúa en unas condiciones óptimas que dicha especie no disfruta en el sistema natural. Esta operación tiene un costo y puede que este sea suficiente en algunos casos para desestimar la rentabilidad del cultivo. El éxito del intento a la corta o a la larga, está asegurado, pero éxito y rentabilidad no son sinónimos.

La energía en el cultivo de laboratorio se destina básicamente a la acomodación de los organismos a las mejores condiciones en cada fase de su ciclo vital; pero este trabajo, cuya optimización requiere series iterativas de pruebas, es lento y presenta dificultades a la hora de su aplicación a mediana o gran escala, la escala de producción industrial.

El ciclo de muchos seres vivos, caso de la mayoría de crustáceos y moluscos, se lleva a cabo en la naturaleza en un espacio grande e irreductible. Los fenómenos de cierta entidad en el mar y en los lagos se dan solo por encima de ciertos tamaños críticos, y la consecución de dichos fenómenos en espacios más pequeños es imposible. No se puede simular en una maqueta el intercambio de agua Ría—Océano, ni las mareas y mucho menos otros fenómenos a gran escala, que se estudian teóricamente con modelos físicos y matemáticos complejos.

Estos fenómenos en la naturaleza se despliegan por una energía aprovechada por los seres vivos, dicha explotación se realiza pasando de unas condiciones a otras gradualmente, mientras en el más óptimo laboratorio los gradientes se discretizan con la consiguiente perturbación de hábito en los seres que se cultivan.

En régimen de policultivo, el valor de la experiencia es mayor, pero los éxitos se producen a escala media y después de simplificaciones importantes. El policultivo ofrece aún posibilidades inexploradas, que pueden hacerlo rentable después de un buen conocimiento dinámico de los propios sistemas artificiales y, obviamente, de los naturales de los que aquellos pretenden ser modelos reducidos.

CRITERIOS AMPLIOS DE TIPIFICACION DE LOS TIPOS DE ACUICULTURA

Cultivos intensivos y extensivos

Los cultivos pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de control que sobre ellos se lleva a cabo. Los **cultivos intensivos** son aquellos en los que, absolutamente todas las fases son teóricamente controlables, o, como mínimo en lo que a sus variables principales se refiere. El **cultivo extensivo** por el contrario, ofrece fases que escapan al control del cultivados dependiendo el éxito de las mismas de la acción de las variables ambientales.

Normalmente, mientras el control total en los cultivos intensivos es prácticamente imposible de llevar a cabo, en los cultivos extensivos se elige previamente el lugar apropiado para el mismo. A pesar de la posibilidad de desastres naturales el semicultivo llega a estar mejor controlado que el cultivo intensivo.

El cultivo extensivo se basa en usar la energía que fluye a través del ecosistema y facilitar o forzar sus discurrir a través de las estructuras u organismos que se cultivan.

El medio ambiente facilita una cantidad de materia orgánica alta en el mantenimiento de una batea (cultivo extensivo), la alta producción se da como consecuencia de la energía auxiliar que representa el movimiento de intercambio y agitación de agua, esta energía auxiliar no es practicable del mismo modo en el laboratorio y la cantidad de alimento a producir sería dependiente de una inversión energética (luz, nutrientes, sistema de conducción, etc.etc.) mucho más costosa de obtener y mantener que la que se da en el ecosistema.

En los cultivos de tipo intensivo la energía para el mantenimiento la proporciona el cultivador, no sólo en forma de nutrientes y condiciones físicas, sino en forma de sistemas de vigilancia y mantenimiento. Así en el cultivo intensivo de crustáceos la mortalidad en las fases de cambio de estado es muy grande del mismo modo que ocurre en el cultivo de peces planos. En la naturaleza la ocupación de la zona pelágica, el

aprovechamiento de afloramientos o de zonas de mezcla local (rías) altamente fértiles, la misma dilución natural de poblaciones muy concentradas, la existencia de sustancias y elementos escasamente concentrados pero altamente activos en el metabolismo de los organismos así como de otros factores, son difícilmente reemplazables en el control más esmerado de cualquier cultivo intensivo.

El papel de los cultivos intensivos puede quedar reservado a las experiencias de laboratorio en que es fundamental el control, pero su valor como base de extrapolación es más que dudoso.

Acuicultura de subsistencia y acuicultura lucrativa

Se puede hablar también de una **acuicultura de subsistencia** y de una **acuicultura de lucro**. La acuicultura de subsistencia se desarrolla en los países pobres y el negocio de la acuicultura en los que se califican de desarrollados.

En Galicia, la acuicultura que se favorece, así como en todo el estado español, es la acuicultura de lucro. No se persigue la obtención de proteínas sino que se persigue la creación de **fuentes de riqueza**. Postular riqueza es postular privatización: el episodio que enfrenta a un industrial que solicita la concesión, obtenida fácilmente, de una playa para “emplear” en la explotación de moluscos y al que se enfrentan abiertamente los mariscadores, está, en Galicia, a la orden del día.

Postular producción y autogestión no es contradictorio, es postular calidad de vida pareja con explotación óptima de recursos. Riqueza es producir poco y caro, bienestar es poder disponer de lo necesario. Cultivo de subsistencia es acercamiento al bienestar, cultivo de lucro es distanciar a los poseedores de la riqueza que ellos mismos generan.

El actual impulso de los programas prioritarios de acuicultura es consecuencia de la prioridad que se da a la acuicultura de provecho sobre la acuicultura de subsistencia; aunque los esfuerzos son ingentes, la última rinde, y probablemente rendirá durante mucho tiempo, más que aquella.

De las experiencias llevadas a cabo con rendimiento la mayor parte de los cultivos de moluscos y crustáceos son extensivos, así como ocasionalmente los de algunos peces (*Seriola*, *Anguila*, *Esturión* y *Salmón*) y son intensivos los de otros peces como los de la *Carpa*, *Trucha* e *Ictalurus*, a los que el hombre controla añadiéndoles el alimento o los medios para la producción del mismo, en este último caso el control no es total por parte del cultivador con lo que es más conveniente considerar a este grupo de cultivos citado en último lugar como extensivos más que como intensivos.

El control real que se tiene sobre los aquí calificados como cultivos intensivos es, por inexperiencia o por desconocimiento, escaso (FRAGA, 1974). Dicho autor plantea el problema con una pregunta que resume la capacidad de control en el

cultivo intensivo: ¿“Se dispone en estos momentos de controles eficaces para evitar las desviaciones de los cultivos”? . A esta pregunta añado yo, en caso de respuesta afirmativa (optimista): ¿Qué coste tiene la infraestructura tecnológica y de mantenimiento necesaria para ello? . Y finalmente: ¿Es rentable el balance o solo es lucrativo cuando la inversión y el beneficio se privatiza? . Siendo claro que en este último caso la inversión repercute en los costos de consumo.

La distinción entre cultivo de subsistencia y cultivo lucrativo, no refleja realmente una seria diferencia. Un cultivo de subsistencia, aunque no cree riqueza, puede ser lucrativo en un marco sociocomercial determinado. Pero en Galicia no se hace la distinción subsistencia-lucro, en nuestro marco plantear lucro significa no tener en cuenta energía invertida sino compensación de gastos económicos. Con este criterio, con el criterio estrictamente comercial y económico de lucro y el epíteto de desarrollo, se montan centrales nucleares de tecnología deficiente, urbanizaciones e industrias sobre bancos de gran riqueza marisquera, autopistas expoliantes sin compensación alguna, pantanos que inundan vegas fértiles, etc. Se crea riqueza, en resumen, pero sin especificar a costa de quién ni para cuantos y quienes.

Cultivos incompletos y completos

PURDOM (1974) habla de cultivos completos y cultivos incompletos, teniendo en cuenta que todas las

fases se den bajo control o no. Es evidente la equivalencia de estos términos con los de cultivo abierto (= extensivo, = incompleto) y cultivo cerrado (= intensivo, = completo).

En cualquier caso, la acción del hombre de facilitar y controlar el cultivo, es la característica definitoria, asimismo diferencia claramente el concepto de **explotación** con un solo tipo de acción que es la recolección y la de **cultivo** en que la intervención es más compleja incidiendo no sólo en el recurso e indirectamente en el sistema, sino directamente en la estructura del sistema, mediante la manipulación variada en sus distintos niveles.

Son una explotación la pesca o la caza en su sentido más estricto aunque los balances energéticos del mantenimiento de flotas y tecnologías de pesca puedan gravar altamente los costos de las mismas y su rentabilidad energética real.

Es un cultivo el marisqueo de berberechos, almejas y otros bivalvos como más tarde justificaremos porque la energía invertida en la recogida del recurso lo es simultáneamente en remover el sustrato, mantener su porosidad, mezclar nutrientes, etc.etc.

Operaciones de intervención sobre los sistemas

Esta clasificación se basa en la de BARDACH, RYTHER y McLARNEY (1972) y permite ya formular un criterio aproximado de la inversión energética que representa cada tipo de acción (fig. 1):

1) *Transplante*. Los organismos se trasladan de un medio a otro más rico en condiciones alimenticias; en el marco de Galicia el proceso de engorde de individuos jóvenes de ostra francesa en las Rías es una práctica muy extendida.

También queda en este marco el traslado de mejillón de roca como fundador de poblaciones de mejillón en cuerda y la traslación de lamelibranquios de un sustrato dado a otro más propicio, práctica esta última muy generalizada en las Rías Gallegas.

2) *Transplante de estados jóvenes*. Los organismos en estado larvario o en las primeras fases de la vida obtenidos artificialmente se sitúan en un medio más idóneo, en lo que a condiciones de alimentación se refiere. Esta práctica se realiza en numerosos países, incluida Galicia, con la ostra.

3) *Conducción a zonas idóneas*. Práctica reducida a animales con alta movilidad: peces o macrocrustáceos. Esta práctica equivale a un transplante y el traslado se llevará a cabo a zonas adecuadas, sino, no tendría ninguna gracia. Los tres apartados citados son soluciones parecidas a problemas idénticos. La energía supletoria empleada es el transporte que se realiza con el recurso de barcos, o vehículos terrestres y con el uso de combustibles como petróleo, gasolina, gas—oil, etc. (fig.1).

4) Adicionando un nuevo esfuerzo a los anteriores procesos la **fertilización** puede inducirse en los lugares de engorde. La fertilización de las aguas ofrece

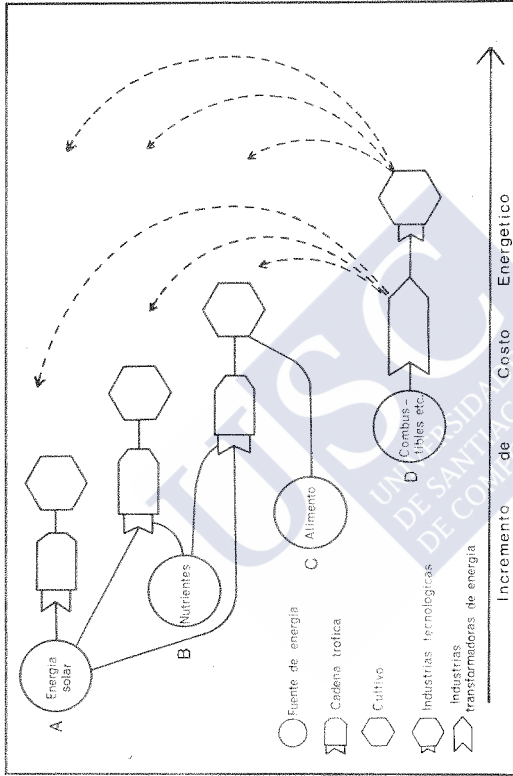


Fig. 1.— Esquema sintético del costo energético de distintos tipos de manipulaciones realizadas en acuicultura basadas en ODUN (1971) muy simplificadas.

A: Sistema simple en el que se aprovecha la propia estructura trófica del sistema.

B: Al sistema se le añaden nutrientes con objeto de facilitar la producción primaria.

C: Adición de alimento orgánico además (o no) de los nutrientes que se añadían en B.

D: La incorporación de tecnologías diversas puede ser en forma de energía de distinto tipo (combustibles, electricidad, etc.) que requieren sus industrias transformadoras y, en ciertos casos, de productos elaborados (barcas, piensos, etc.) por industrias especiales que incrementan la inversión energética en los casos anteriores (flechas discontinuas).

históricamente una gama de fracasos entre los que se puede elegir. En cuanto al caso concreto de fertilización o abonado de una Ría sirva la experiencia fracasada de GROSS (1937) en Escocia. En el mismo orden de manipulación está el control del **intercambio de agua**, más factible y del que existen ejemplos ilustrativos como el que da el cultivo de *Chanos chanos* en Java, y el de algunos macrocrustáceos en la misma zona del N.E. de Asia. Estos cultivos son rudimentarios y la inversión energética para su mantenimiento y para facilitar el aumento de la producción es pequeña; por lo fáciles de llevar a cabo y por emplear, o estar restringidos, solamente a especies idóneas para el cultivo me parece altamente interesantes de experimentar en las costas gallegas, donde hay dos ventajas, una el aprovechamiento de la energía subsidiaria de las mareas en las zonas abrigadas en el interior de nuestras rías y otra que por las características de su producción aún no atraerían la inversión codiciosa de los “benefactores del pueblo”.

En la línea de la incidencia sobre poblaciones naturales ya he hecho constar que el marisqueo a pie, como se realiza en Galicia, es un sistema de incidencia sobre las poblaciones de bivalvos de Galicia. El efecto del marisqueo es, por su acción física de remoción del rendimiento, análogo a la acción de transporte de nutrientes de zonas profundas hasta las superficiales que realiza el arado en agricultura. Es conocido el caso de que las zonas que no se benefician del marisqueo se tornan improductivas por el apelmazamiento del

sedimento, es decir, por evolución del sistema hacia estados más avanzados en la sucesión, estados en los que los organismos que desarrollan una estrategia de la "r" perecen en favor de la aparición de K-estrategas, ordinariamente más lentos en su crecimiento, y como se verá posteriormente menos aptos a ser explotados.

El control de las salidas y entradas de agua sugiere alternativas de construcción de estructuras que imitando los esteros permitieran el aprovechamiento de los movimientos marinos de modo adecuado.

Otros propósitos en el mismo camino son atrayentes, pero de dudoso interés, así el aumento de la temperatura del agua que provocan los efluyentes industriales, se vió como un medio de aumentar la producción y acelerar el crecimiento de los animales (peces planos por ejemplo). PURDOM (1974) señala el éxito más que escaso que se obtuvo en Escocia con dicho método.

5) *Cultivos en suspensión.* Los cultivos en batea corresponden a este apartado que antepongo a los cultivos en tanques cerrados con in-put alimenticio, porque la inversión energética por parte del cultivador es mucho menor que en aquellos casos (fig.1) y se aprovechan los fenómenos termodinámicos de circulación de agua que favorecen la producción primaria.

Con sistemas parecidos se cultivan algas macroscópicas en el Japón, cultivo altamente rentable e importante desde el punto de vista de la producción

alimenticia, pero que debido a los hábitos alimentarios de Galicia no parece, de momento, de interés introducirlo ni comentarlo aquí.

La construcción y la mano de obra representan una inversión de energía en cuanto a las instalaciones de acuicultura en suspensión. Pero la energía que proporciona los elementos para la alimentación de los organismos en suspensión proviene, gratuitamente, de la energía de mareas y de corrientes así como de la mezcla en capas superficiales promovida por el viento y las olas.

La miticultura es especialmente adecuada para zonas en que las características de eutrofización natural sean claras, así su influencia en anaerobiosis de fondos es escasa o simultánea con el proceso de sedimentación planctónica. La miticultura es una fuente de producción de proteínas de magnitud considerable y rápida. Su posible, hoy ya real, incidencia en el reciclado de las materias de desecho de algunas poblaciones la presenta como un método de obtención de proteínas a través de la aplicación de una tecnología blanda.

La rentabilidad de los cultivos en suspensión no ofrece dudas. La miticultura en Galicia es rentable y de incidencia general, es decir como un disfrute de los beneficios que afecta a diversos sectores sociales. Sin embargo, la producción de carne de mejillón por no estar dentro de una planificación real que evite competencias absurdas, como por ejemplo, la importación de chirla italiana, adolece de cierta

incertidumbre en lo que a rentabilidad comercial se refiere.

Una adecuada organización social debe lograr la anulación de intermediarios. Los cultivos serían rentables en el marco más adverso si se les permite a los cultivadores una explotación autogestionaria del recurso, evitando la privatización de cualquier eslabón de la cadena comercial.

6) *Cultivos con intenso control humano.* El cultivo en jaulas (lease estanques) no siempre ofrece los resultados esperados.

La imagen más común de acuicultura es aquella en que a los seres objeto de cultivo se les suministra alimento. El in—put alimentario se puede producir indirectamente cultivando el alimento, así en el caso del cultivo de ciprínidos en China a los que se les facilita la alimentación mediante fertilización de los embalsamientos de cultivo con nutrientes que promueven la producción de biomasa fitoplanctónica lo que repercute en toda la cadena trófica.

Otra posibilidad, en que el esfuerzo representa una inversión de energía considerablemente mayor que en el caso de la ciprinicultura, es el tipo de acuicultura que responde a la imagen más vulgar antes mencionada. En él se suministra “pienso” a los organismos objeto de cultivo, así, y entre los que resultan hoy día cultivos rentables, encontramos la producción de trucha en Europa occidental y Estados Unidos de América, y las diversas ramas de la acuicultura japonesa dedicadas a la

producción de carne de carpa, anguila, seriola y langostinos.

Es relevante el esfuerzo que se ha llevado a cabo en el Reino Unido con peces planos que además de la dificultad de sostenimiento de los estados larvarios, desemboca en la obtención de una proteína tan cara como el jamón de cerdo alimentado con marron glacée.

La mayor parte de los cultivos a los que hay que mantener mediante alimentos dosificados constituyen, especialmente en el caso de los crustáceos (WEBBER y RIORDAN, 1976) ejemplos típicos de acuicultura de lucro y no se comprenden sin una financiación privatizada.

Hay en general cierta relación entre producción y energía natural empleada en su obtención (fig.2). La rentabilidad debe estimarse con respecto a la energía total invertida en su consecución y al precio que esta tiene. No es la cosecha total lo que interesa energéticamente, y probablemente tampoco en términos económicos, sino la relación producción:energía empleada en dicha producción. Evidentemente si la energía es gratuita caso de muchos semicultivos el valor del índice es alto.

En la fig.2 junto a un gráfico original de MANN (1965) modificado por ODUM (1971) he incluido la producción anual de mejillón en la ría de Vigo expresada por hectárea de batea según FIGUERAS (1976) y la producción media anual de berberecho en la Foz del río Miñor (Vigo) según datos de ANADON

SIN FERTILIZAR	<p>■ PESES GRANDES LAGOS (U.S.A.)</p> <p>■ PESES LAGOS AFRICANOS</p> <p>■ PESES ESTANQUES CARPA (R.F.A.)</p> <p>■ PESES RAPIDO HOROKIWI (N.Z.)</p>
SIN FERTILIZAR	<p>■ CRASSOSTREA VIRGINICA Bentos (U S A)</p>
LIGERA ACCION HUMANA	<p>■ CRASSOSTREA ANGULATA Bentos (FRANCIA)</p> <p>■ CRASSOSTREA VIRGINICA Bentos (U S A)</p>
TECNOLOGIA DE CULTIVO	<p>■ CRASSOSTREA GIGAS Bateas (JAPON)</p> <p>■ CRASSOSTREA GIGAS Palangre (JAPON)</p> <p>■ BERBERECHO Foz del Miñor Ría de Vigo</p> <p>■ MEJILLON Bateas Ría de Vigo</p>
TECNOLOGIA DE CULTIVO + MOVIMIENTO DEL AGUA	<p>■ PESES CARNIVOROS (U S A)</p> <p>■ PESES ESTANQUES COSTEROS (FILIPINAS)</p>
FERTILIZACION INORGANICA	<p>■ CARPAS (R.F.A.)</p> <p>■ HERBIVOROS (CHINA)</p>
ADICION DEL ALIMENTO	<p>1 10¹ 10² 10³ 10⁴ 10⁵ 10⁶ Kg Ha⁻¹ año⁻¹</p>

Fig. 2.- Datos de "cosecha" de diversos sistemas de acuicultura en funcionamiento. Es evidente que los cultivos sin intervención humana permiten cosechas bajas y que entre ellos cuando hay una energía auxiliar (caso de Rápido de Horokiti) se eleva la cosecha. Los datos del cuarto apartado así lo evidencian, destacando los valores de los cultivos suspendidos en estuarios con intercambio hídrico (energía auxiliar) intenso. Por otra parte los cultivos que imiten procesos ganaderos o agrícolas no presentan aumentos sustanciales en la recolección.

(1977). Estos dos tipos de cultivo demuestran que aprovechando estructuras termodinámicas a gran escala se obtienen grandes beneficios con energía extremadamente barata.

En resumen, las manipulaciones que resultan más rentables energéticamente no son aquellas que imitan los procedimientos ganaderos de granja o de corral, sino los que intervienen en el sistema como se hace en agricultura, aprovechando una energía auxiliar que le permita movilizar nutrientes inmóviles o retenidos o bien facilitar una mayor eficiencia asimiladora.

CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS Y ORGANISMOS APROVECHABLES PARA EL CULTIVO

Las manipulaciones en los sistemas que se cultivan van desde los simples cambios de emplazamiento, al suministro de hormonas sexuales y de alimentación de lujo.

La condición global que permite pensar en la explotación de los ecosistemas es la rentabilidad en términos energéticos. Pero es evidente que las decisiones han de tomarse eligiendo sistemas que presenten indicios de aptitud para ser manipulados.

1) *Relativa simplicidad estructural*, no es conveniente formar microcosmos muy complejos que presentan graves inconvenientes de mantenimiento en condiciones artificiales. El criterio de simplicidad

relativa ha de tenerse en cuenta porque es conveniente que el sistema logre un cierto equilibrio en si mismo, de lo contrario se llega al cultivo monoespecifico que presenta inconvenientes en la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes, como al desequilibrio en su composición dado el desigual rendimiento de los organismos en el aprovechamiento de diferentes elementos y sustancias. Este último efecto es causa de innumerables problemas de control y de adiciones sin resultado de fertilizantes a cultivos condicionados por determinada limitación (FRAGA, 1974).

Asimismo los sistemas naturales que se utilizan en régimen de semicultivo son los que presentan bajas eficiencias (de ahí la difícil optimación de reciclados en ambientes no naturales), son sistemas a los que "les sobra producción". No es factible promover el desarrollo preponderante de un organismo en un sistema estable a costa de los demás, en dichos sistemas la equitabilidad de las especies se mantiene normalmente y en este hecho reside en parte su homeostasia. De ahí que los sistemas marinos contaminados por materia orgánica presentan relativa simplicidad, fluyendo a través de ellos energía en demasía, el plancton y el sistema intermareal son buenos ejemplos del mismo fenómeno, son sistemas que producen excedentes de materia que no se aprovechan en ellos.

Las bateas constituyen ya una realidad de aprovechamiento del plancton. La construcción de

estructuras litorales con recambio de agua que facilitaría renovación y mezcla de nutrientes habría de considerarse en el aprovechamiento del litoral y ya diversos autores se han referido a la potencialidad de los efluentes orgánicos como fuente de nutrientes (MARGALEF, 1976).

En circuito cerrado, la posibilidad de equilibrio es menor. Quizás las tentativas más interesantes sean las que tienden a construir sistemas de complejidad media, con tres, cuatro especies y que más que copias a la naturaleza en su estructura trófica tienden a imitarla en la ordenación del espacio (policultivos). La construcción de un "microcosmos" es, como mínimo a nivel científico muy sugerente.

HIRATA en 1977 presentó los resultados del cultivo de *Penaeus japonicus* junto con otras especies. Los sedimentos se mineralizan en una torre oscura a la que llegan arrastrados por una corriente de agua. Los nutrientes van a una zona de producción de algas microscópicas que llegan al tanque de cultivo en flujo controlado. En dicho tanque flotan algas del género *Enteromorpha* entre las que hay como fuente de alimento para *Penaeus* dos especies de copépodos pertenecientes a los géneros *Tigriopus* y *Calanus* y rotíferos (*Brachionus*). El papel de *Enteromorpha* es interesante por cuanto supone ordenar el espacio y aumentar la superficie soporte de refugio para las especies de planctones citados y de las larvas de langostino que no presentan mortalidades tan alarmantes como en cultivos no tan sofisticados.

HIRATA (1977) no hace evaluaciones de la cuantiosidad de inversiones que se necesitan para mantenerlo, si que puntualiza en el trabajo citado la duración limitada del sistema. De momento el cultivo, que está en fase experimental, no ofrece cálculos que permitan evaluar su rentabilidad.

2) *Características tróficas.* Refiriéndome particularmente a los seres a cultivar, los herbívoros y detritófagos presentan conductas tróficas ideales en el momento de elegir. En cuanto a los detritófagos hay una especial confianza en ellos por la incomparable capacidad de control que llegan a poseer sobre los sistemas, incluso complejos. La mayor parte de los filtradores presentan características que los hacen necesariamente aptos y rentables para el cultivo.

Mención especial merecen los detritófagos, aprovechadores de lo no aprovechable, como el cerdo y como el mejillón de nuestras rías, que en deficiencia supera a aquél según ANDREU (1974). Los mejillones en el mar de Galicia a pesar de incidencias locales en los fondos, ya abióticos de las rías, son, ya me he referido antes a ello altamente rentables en cuanto a producción de proteína (fig.2).

Los sistemas que cabe plantear son los de complejidad media con la idea de optimar el aprovechamiento de los nutrientes, así LANGTON y otros (1977) desarrollan tras la cadena de dos eslabones fitoplancton-almeja (*Tapes japonica*), un tercer eslabón con un autótrofo, *Hypnea musciformis*

(un agarofito de interés industrial) cuya producción relacionan con la concentración de efluentes nitrogenados del tanque de cultivo de los moluscos que provienen de la excreción de aquellos.

De modo parecido GOLDMAN y otros (1974) diseñan un cultivo de tres eslabones: *Phaeodactylum tricornutum* – *Chaetoceros simplex* – *Crassostrea virginica* – *Chondrus crispus* (un alga roja de gran interés para la producción de carragenatos).

En general, sin embargo las tentativas de alargar o complicar las cadenas tróficas no se ha experimentado en profundidad. En cambio es paradójico que se destinen muchas veces horas y horas en la limpieza de instalaciones de cultivo con el consiguiente consumo energético que ello representa a causa de la acumulación de materia orgánica. El control de la materia orgánica por medio de detritófagos ha sido ensayado por RYTHER et al (1972) y TENORE y otros (1973 y 1974) en la Woods Hole Oceanographic Institution en la cadena *Pheodactylum tricornutum* – *Crassostrea virginica*– y gusanos (*Nereis virens*–*Capitella capitata*).

Los tipos de intentos descritos y otros constituyen la llamada policultura que pretende dar soluciones más eficaces que el simple monocultivo. En resumen constituyen una aproximación a la estructura de los sistemas naturales.

3) *Velocidad de crecimiento y euricidad.* Los organismos objeto de cultivo, han de ser de

crecimiento rápido, así por ejemplo después de las experiencias llevadas a cabo por diversos autores me parece una inutilidad seguir porfiando en el cultivo de bogavante, langostas, etc., cabaleiros do mar, como dice CUNQUEIRO (1973) que tardan mucho más en poder ser armados cabaleiros que un niño en hacer la primera comunión.

Estas condiciones deben ir unidas a una tolerancia amplia de los organismos, es absurdo destinar gran parte de la energía al control de los cultivos, inclusive si este está altamente automatizado, de organismos estenoicos que no ofrecen posibilidades reales que los configuren como especies cultivables.

4) *Ciclos de vida simples*. La simplicidad de los ciclos de vida de los organismos es otro requisito deseable en ellos, nos hemos referido a lo costoso que es el mantenimiento de los sistemas a escala y de lo inútil de dicho esfuerzo dada la baja fidelidad en la reproducción de casi todos los modelos de este tipo. El éxito de la mayor parte de los cultivos de crustáceos estriba hoy día en una angustiada carrera de control, para que la mortalidad disminuya de vez en vez.

La mortalidad en medios artificiales no será nunca inferior a la que se da en la naturaleza. La naturaleza ajusta vagamente sus procesos, pero en un ambiente artificial hay un stress suplementario, causado por la misma estructura del sistema. El angustiada espectáculo de los Zoos ya es una muestra.

EL PROBLEMA DEL USO DE LA ENERGIA

Me he referido repetidamente al dispendio energético para el mantenimiento de los cultivos; existen dos problemas en cuanto a la utilización de la energía: uno es la utilización que impulsa la producción (luz, temperatura) y el otro la falta de estudio de fenómenos a mediana y gran escala para su aprovechamiento óptimo.

En lo que concierne al primer asunto, me pregunto yo si la reacción más propia de un propietario de un gran automóvil, cuando este gasta más de lo debido no es procurar su inmediata reparación ¿por qué, entonces, el mismo señor no calibra el gasto de luz y de energía calórica y no presta atención a optimar los in-puts energéticos en su sistema de cultivo? , como la luz es de todos, parece que su derroche es libre. No sólo se malgasta la luz en calidad de energía irradiada, sino que la concentración de organismos en los cultivos es alta, en exceso de clorofila por unidad de superficie, y muchas veces en presencia de escasos nutrientes que limitan la efectividad de la fotosíntesis. En el mismo sentido es necesario el estudio de la optimación de la forma, capacidad e iluminación de los recipientes de cultivo, juntamente con un ajuste del control químico. Representan hechos producidos por la falta de interés en la optimación y algunos de ellos, son consecuencia solamente del desconocimiento de fenómenos cotidianos.

GENETICA Y SELECCION

Es este un campo realmente olvidado. A lo largo de este artículo he insistido sobre el peligro de los cultivos en ausencia de una perfecta base de conocimientos científicos de tipo fisiológico, paralelamente puede decirse que el estado actual de la acuicultura, los conocimientos de la genética de los organismos que se cultivan y nunca se enfocan en el background de la investigación que debe acompañar a la planificación de todo cultivo acuático (WEBBER y RIORDAN, 1976). Es esto también una demostración de que el planteo inicial de la acuicultura ha sido alocado y "prioritario". Se ha copiado de la ganadería lo fácil y se ha olvidado lo esencial: la selección y la manipulación del ganado, esto sucede a pesar de que los mecanismos de herencia en los animales suelen ser de características bastante generales.

Las posibilidades de la incidencia de la genética en la mejora de las características de los organismos de cultivo si estos se eligen convenientemente, son prometedoras. En el mayor número de casos, plasticidad genética y capacidad de alta producción van unidos; *Artemia salina*, *Crassostrea*, las carpas y las especies del género *Tilapia*, pueden servir para apoyar esta afirmación.

Claro está que estos estudios son difíciles de aplicar a muchos de los organismos que entran hoy en día en la acuicultura de provecho o de lucro. Sin embargo los animales y las plantas cultivados para la

acuicultura de subsistencia son factibles de mejorar. Por sus propias características biológicas, en cuanto a lograr tipos más productivos o en cuanto a obtener productos de mejor calidad con el consiguiente aumento de aceptación en el mercado y su aproximación hacia la acuicultura de lucro; en las condiciones de autogestión a las que ya me refería antes, esto sería un gran avance para la cooperación entre los científicos y el saber popular, a veces llamado experiencia, del mismo modo que la zootecnia existe de modo ancestral como “ciencia aplicada” pero encuentra su explicación en razonamientos científicos actuales.

ALGUNAS CONSTATAIONES DE TIPO SOCIOECONOMICO

Hacer planteos generales en economía significa pontificar en cuestiones teóricas que habrán de ser revisadas a la hora de su aplicación a modelos regionales concretos.

De modo general, y en el seno de un modelo capitalista voy a aceptar las condiciones de WEBBER y RIORDAN (1976) para la elección de los organismos objeto de cultivo y que ellos llaman criterios de marketing:

Características organolépticas, tradición de consumo, aspecto final del producto, textura y procesado de los productos son importantes para definir dichos criterios.

El comportamiento del mercado, en lo que a estacionalidad de consumo y previsión puede ser previsto con teorías de previsión a nivel macroscópico, mediante la teoría de análisis de sistemas, si se dispone de conocimientos que abarcan todo el recorrido energético.

Insisto en la formulación de los macrosistemas como salida teórica a situaciones que ocasionan pérdidas en la industria del cultivo y la explotación de los recursos naturales.

ESTADO ACTUAL DE LA ACUICULTURA EN GALICIA

GRAELLS en 1909 introdujo (ANDREU, 1974) en el puerto de Barcelona, el cultivo de mejillón suspendido en cuerdas, que en 1946 se introdujo en las rías Gallegas.

Si GRAELLS se mostró especialmente lúcido aprovechando una zona de fertilidad inducida, idea sugerida ya para el reciclado de productos de desecho de tipo orgánico, la implantación del tipo de cultivo que él inició en las rías Gallegas, representa el aprovechamiento de la fertilidad natural provocada por los fenómenos a gran escala, que tienen lugar en las mismas. Las características comunes a ambos tipos de sistemas han sido explicados anteriormente.

Sin deseo de entrar en la polémica sobre evaluación de producción del mejillón en la que disienten diversos autores, (ver como revisión el trabajo

de FIGUERAS, 1976). El mejillón en cultivo suspendido es sin dudar, uno de los cultivos (semicultivos) más rentables (fig.2).

Remitiéndome al trabajo anterior de FIGUERAS, se ve el interés que representa para la economía de ciertos sectores, dicho cultivo. Otros experimentos con moluscos se han llevado a cabo en las aguas de nuestras Rías; ANDREU (1974) refiere los concernientes al engorde de ostra francesa, a las experiencias de crecimiento del ostión en la ría de Arosa, que llevaron a cabo ANDREU y FIGUERAS (1968) y la tentativa frustrada por dos veces de usar las playas de Cesantes y Aldán para el engorde de ostras de pequeño tamaño.

En el marco del cultivo de organismos en el laboratorio se han llevado a cabo diversas experiencias por los organismos que hoy en día hay en Galicia, distinguiéndose especialmente los trabajos de CAMACHO, ROMAN y TORRE (1973) y ROMAN y CAMACHO (1976). En el primero de los cuales se da una valiosa visión general de la acuicultura en Galicia además de precisiones sobre la obtención de almejas de laboratorio, el segundo versa sobre el cultivo de vieiras. La antes mencionada publicación de ANDREU (1973) ofrece otro punto de vista sobre los mismos problemas.

Sobre los crustáceos, a cuyos problemas económicos de cultivo ya me he referido, no ha habido en Galicia ningún científico que como José M^a San Feliu en Castellón haya logrado el cultivo de ninguna especie, ni a nivel experimental, ni mucho menos a

nivel industrial. Alguna iniciativa privada quedó sólo en planificaciones a nivel piloto que no prosperaron. Es tradicional, sin embargo la conservación y el engorde de productos, que pueden no absorberse por el mercado en cetáceas y depósitos reguladores de crustáceos y moluscos.

Sobre las posibilidades de estos animales hay opiniones absolutamente contradictorias, WEBBER y RIORDAN (1976), se muestran absolutamente pesimistas con respecto al cultivo de los grandes crustáceos como langosta y bogavante, conscientes de los costos elevadísimos que pueden alcanzar los medianos, como el langostino y afines, y cautelosamente optimistas con respecto al cultivo de animales pequeños de rápido crecimiento y de alimentación omnívora y con preferencia detritófagas.

En cuanto a la piscicultura, está poco arraigada en Galicia y la que hay está absolutamente privatizada, no hay tentativas de semicultivo ni de transformación de zonas costeras a tal efecto. Experiencias de aclimatación de trucha en el seno de las rías han dado algún resultado, los mugilidos y otros peces idóneos no se han cultivado nunca ni a nivel experimental ni a nivel industrial, probablemente por problemas que inicialmente deben considerarse debido a la falta de aceptación en el mercado.

Las piscifactorías de los ríos deben ofrecer resultados harto distintos dada la demanda de algunas especies como la trucha de la que se mantiene una elevada producción en Galicia.

El marisqueo a pie es fuente de ocupación y de sostén de muchas familias, llevan a cabo la recogida de bivalvos, sedimentívoros y filtradores de las playas no expuestas de las rías Gallegas trabajando con herramientas agrícolas y con artes rudimentarios. El laboreo de las playas más fértiles es extraordinario, revelándose muy interesante para la recuperación de los nutrientes que habían retenido en las zonas profundas del sedimento, y para la aireación del mismo, la misma actividad de los mariscadores es beneficiosa desde un punto de vista físico para permitir la porosidad y el mantenimiento de la textura idónea del sedimento.

El enfoque de esta actividad y de la solución de los constantes conflictos que en la ocupación marisquera se daban, llevó al Estado a la creación de un Plan de Explotación Marisquera de Galicia sobre el que quiero verter mi punto de vista en el contexto de este análisis.

Al Plan Marisquero de Galicia se le asiste mediante un organismo cuyos objetivos funcionales deberían estar expresos en el reglamento que acompañó su nacimiento. El Plan Marisquero de Galicia ha llevado a cabo una serie de estudios sobre cultivo de diversas especies y sobre la optimación de la extracción de recursos que hay en Galicia; bajo mi punto de vista, la segunda labor daría en beneficios más inmediatos que la investigación tecnificada de laboratorio.

Entre los objetivos “prioritarios” se le dió desde un principio la misión de mentalizar a los mariscadores, pero la historia de abusos y despojos que se han llevado

a cabo sobre los mariscadores es ya suficientemente mentalizadora como para crear un organismo oficial que lleve a cabo esta labor. Las experiencias a las que me refiero han impuesto al mariscador una cautela, que le hace reacio a admitir la ingerencia de la iniciativa privada en los asuntos que conciernen a la explotación del recurso del que viven.

El error por tanto, no es del Plan Marisquero, sino de quienes lo fundaron con la intención de tener un órgano de presión legal para explotar lo que es de todos (colectivo) y que como tal debe explotarse. La prueba de que la intención de la creación de un ente como el Plan de Explotación Marisquera estaba al servicio de Galicia y no del pueblo gallego, se refrenda con hechos recientes y no únicos como la negativa de los mariscadores de Aldán cuando se opusieron a la ocupación de una zona de su bahía al servicio del engorde de ostras de una compañía privada (ANDREU, 1973).

Las recientes experiencias del Plan Marisquero, o más bien de algunos de sus jóvenes y entusiastas elementos, que actuando con conocimientos, voluntad y aprendiendo de lo que los mariscadores saben demuestran que la barrera no es insalvable. En ciertas zonas productivas como Cesantes, Rianxo y otras se han conseguido resultados esperanzadores interpretando científicamente los conocimientos CULTURALES de los mariscadores, no sólo con la realización de experiencias pilotos sino con la composición de publicaciones como los dos números

-de una revista, "O cegal", en que los mariscadores demuestran su alta capacidad de automentalización. Realmente esto es la demostración de que la cultura y los conocimientos no son del patrimonio de nadie, y de que si, en el campo del conocimiento real los conocimientos son patrimonio de alguien, lo son de las clases populares.*

Si bien el Plan Marisquero ha tenido errores de planificación, como toda la ciencia que se hace en los países del estado, estos no justifican los agrios criticismos de ciertos prebostes que sin que nadie sepa quién les dió la autoridad, se atribuyen la capacidad de sugerir la planificación de algo, desde el sillón de una falsa cátedra, otorgada por no se sabe quién.

Este Plan Marisquero es una estructura existente, y que se desaprovecha con la participación de los Institutos de Investigación que hay en Galicia, que son dos, de la sociedad y del Gobierno que externamente, con poco empeño, participan de su dirección, o al menos, que, según la reglamentación deberían hacerlo. Surge, y la formulo aquí, la siguiente pregunta: ¿por qué no hay una planificación pública y criticable de los trabajos si los organismos asesores tienen una larga experiencia en el diseño de planes experimentales?, o es que no ha habido nunca planificaciones en España por parte de estos organismos y sólo han sido instrumentos asesores del Gobierno, sin compromisos reales con la sociedad, números de estadística, conservadores de fama y ayudas a dar una imagen

* Información prestada personalmente por F. Fernández Cortés

europea de un país en que todo se deja discurrir por sus cauces normales sin intentar rectificar rutas equívocas tan abundantes y costosas en la ciencia, para la sociedad en general y las clases populares en particular.

Si el Plan Marisquero ha de seguir existiendo después de 1980, debe hacerlo ya como organismo autónomo, con la misión inmediata, que se puede iniciar ya ahora, de cartografiar y evaluar los recursos y calcular la producción real y potencial de los recursos a explotar, y de optimar su explotación.

La mentalización antes aludida no es sólo necesaria para los mariscadores, sino que más bien lo ha de ser para los que cuiden la rentabilidad de las iniciativas fijándose en la "riqueza" que producen y no en el bienestar que es general. Lógico es pensar que el actual modelo económico y social que hay en España, no es el más propicio para llevar a cabo empresas donde el control pase de una minoría a una clase, es decir se cambien la riqueza por el bienestar.

La evidente desconfianza de las poblaciones es un trecho de la historia, y desde luego es una consecuencia lógica de un estado social como el vivido. No hay que mentalizar a los adultos, lo que representa un atentado contra la libertad, hay que tener escuelas en las que la enseñanza en general y los textos en particular se basen en la realidad de los recursos y en su explotación. Estas iniciativas deben de tener ayuda oficial (incluso a través del Plan de Explotación Marisquera) como ahora la tiene la gran empresa privada del sector.

La posibilidad futura de equilibrio surge de la colectivización empresarial de parte de los mariscadores con ayudas del tipo mencionado y asesorías de investigación dedicadas a solucionar los problemas que se sugieran por propia iniciativa.

Ha de haber un control, pero de naturaleza democrática, por parte de científicos y mariscadores. Se ha de potenciar la investigación y la asesoría por parte de los organismos oficiales, la primera en planes trazados por los científicos del Plan, planes que son de conocimiento básico en su diseño y públicos en planteo y resultados. La asesoría es un órgano de respuesta no planificado en su objetivo, sino en sus funciones.

En resumen, dos organismos, un Plan Marisquero y una sociedad de mariscadores autogestiva y autocontrolada, hasta el extremo de participar en el Plan y decidir su propia organización interna a todos los niveles y a todos los efectos.

ORGANIZACION DE LA EXPLOTACION MARISQUERA

La explotación de los recursos en forma comunitaria, se puede dividir en parroquias. La parroquia es la unidad que mejor se entiende en Galicia; los gallegos nacen en ellas y cerca de centros comerciales o de abastos, esta unidad configurada por el centro y las parroquias constituye muchas veces una comarca con características propias.

Esta estructura, que puede ampliarse un poco más añadiendo otras comarcas y tendiendo una especie de merindad es topológicamente idónea para una economía espacial saneada. Nada más lejos de lo que ocurre en Galicia. La estructura, que ya existe por debajo del barniz de organización actual, ha de ser la unidad comercial de **abastecimiento directo** al vendedor en el mercado. Los pasos intermedios: **depuración, transformación y transporte**, etc., han de estar contenidos y dirigidos desde la propia estructura comercial. Los intermediarios comerciales: lonja, comprador 1º, 2º y enésimo, junto con los transformadores desestabilizan las vías comerciales y encarecen los productos. De extremo a extremo de la cadena se pierde excesivo rendimiento.

Alcanzar la utopía resulta extraordinariamente fácil. He hablado de rehabilitación de la comarca, he hablado de la descapitalización de las grandes conserveras, culpables entre otras cosas de la absurda política de vedas, de la discontinuidad del trabajo en los países del litoral, de las iniciativas de privatización del mar y del control de los precios (normalmente bajos) en lonja.

Una única alternativa que implica la discusión por los propios interesados se basa en los siguientes puntos de decisión libre:

- 1) Autogestión total de las comunidades explotadoras de los recursos. Esto implica:

La posesión del recurso, de la tecnología para explotarlo, de los servicios para estudiar la mejora de la explotación, de las decisiones de explotación del mismo, de su comercialización y de su venta y exportación.

Esto quiere decir que el recurso es de quién lo explota, de que absolutamente ninguna estructura debe llevar a cabo un control externo. Esto representa hoy en día la eliminación de lonjas, intermediarios y demás mediadores. Desde la arena al mercado los mediadores representan el perjuicio de los productores y de los consumidores.

- 2) La mejora de la explotación representa tener en cuenta los estudios realizados, si la actual política de vedas no es coherente con los estudios realizados, y parece evidente que no lo es, para la explotación de un recurso, que se sugiera y discuta otra. No se puede hacer caso de las iniciativas privadas que sugieren sólo lo que va únicamente en su propio beneficio.
- 3) Consecuentemente con todas las exigencias anteriores se necesita un sistema asimismo autogestionado de control, y también una misma estructura formacional abierta que constituída en estructura de ateneo, permita la discusión de experiencias y la presentación de problemas existentes o eventualmente presentables en una coactuación de explicaciones y razones científicas con las experiencias cotidianas que presentan los cultivadores.

Ni las razones ni las decisiones se imponen, ambas se discuten. Con este lema y con todas las reflexiones que sobre él se pueden hacer, ha de decidirse una actuación y que se rectifique la misma después de los resultados y experiencias negativas. En síntesis, los ateneos abiertos fomentarían, al menos posibilitarían, el protagonismo del error por parte de todos, resaltando el papel de participación y no achacando a una, aún dudosa, mala actuación de los mariscadores toda la problemática actual de la explotación del mar.



BIBLIOGRAFIA

- ANADON, R.— 1977. Estudio ecológico de la playa de Foz. Tesis. Universidad de Madrid.
- *ANDREU, B.— 1973. Perspectivas de la acuicultura marina en España. *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 9.
- — — — — 1974. Presentación en el Seminario Interdisciplinar de Acuicultura Marina. *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 14: 5—6.
- ANDREU, B y A. FIGUERAS.— 1968. Parques Experimental de Ostricultura de Villajuan. Estudio de los factores ambientales, crecimiento y mortalidad de la ostra plana y del ostión (1966—67) *Publ. Tec. Junt. Est. Pesca*, 7: 275—302.
- *BARDACH, J.E., J.H. RYTHER y W.O. McLARNEY.— 1972. *Aquaculture. The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms*: 868 pp. Wiley Interscience. N. York, London, Sidney, Toronto.
- *CAMACHO, A.P., G.ROMAN y M. TORRE.— 1973. Posibilidades de los cultivos marinos en España. *Publ. Tec. Dir. Gen. Pesca Mar.*, 10: 297—314.

- CUNQUEIRO, A.— 1973. *Acociña galega* Ed. Galaxia. Vigo. 161 pp., Vigo.
- DREW, K.M.— 1954. Studies in the Bangividae. III the life—history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz var. *laciniata* (Lighf) J. Ag. Ann. Bot. N. S., 18: 183—211.
- *FIGUERAS, A.—1976. Desarrollo actual del cultivo del mejillón (*Mytilus edulis* L.) y posibilidades de expansión. *FAO Technical Conf. on Aquaculture. FIR: Aq/Conf. 76/R.7.*
- FRAGA, F.— 1974. Relations chimiques quantitatives an cultures marines in Seminario Interdisciplinar de Acuicultura Marina. *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 14: 27—34.
- GOLDMAN, J.C., K.R. TENORE, J.H. RYTHER y N. CORWIN.— 1974. Inorganic nitrogen removal in a combined tertiary treatment marine aquaculture system. I Removal efficiencies. *Water Research*, 8: 45—54.
- GROSS, F.— 1937. Notes on the culture of some marine plankton organisms. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 31: 753—768.
- HIRATA, H.— 1977. Prawn—seed production in an artificial ecosystem. Comunicación presentada en el XI Symp. Intern. de Helgoland sobre “Ecosystem Research”. *Helg. Wiss. Meer.* 30 (1—4): 230—242.

- *JHINGRAN, V.G. y V. GOPALAKRISHNAN.— 1974. A catalogue of cultivated aquatic organisms. *FAO Fish. Tech. Paper*, 130.
- MARGALEF, R.— 1974. Feeding and energy flow in general. In Seminario Interdisciplinar de Acuicultura Marina. *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.* 14: 53–56.
- LANGTON, W.H., S.LAURENCE, K.C.HAINES y R.E. LYON.— 1977. Ammonia excretion by the bivalve mollusc *Tapes japonica* and its implication for a multispecies mariculture system. *Helgoländer wiss. Meeres* 30: 217–219.
- ODUM, H.T.— 1971. Environment, Power and Society, 331 pp. Wiley Inters. N. York. London. Sydney. Toronto.
- PURDOM, C.E.— 1974. Fish cultivation. In Seminario Interdisciplinar de Acuicultura Marina. *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 14: 101–107.
- ROMAN, G. y A.P. CAMACHO.— 1976. Cultivo de larvas de vieira, *Pecten maximus* en laboratorio. *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, 223.
- RYTHER, J.H., W.M. DUNSTAN, K.R. TENORE y J.E. HUGUENIN.— 1972. Controlled eutrophication—increasing food production from the sea by recycling human wastes. *Bioscience*, 22: 144–152.

- TENORE, K.R., J.C. GOLDMAN y J.P. CLARNER.—
1973. The food chain dynamics of the oyster,
clam and mussel in an aquaculture food chain. *J.
exp. mar. Biol. Ecol.*, 12: 157–65.
- TENORE, K.R., M.G. BROWNE and E.J. CHESNEY
Jr.— 1974. Polyspecies aquaculture systems: the
detrital trophic level. Sears foundation: *Jour. of
Mar. Res.*, 32 (3): 425–432.
- *WEBBER, H.H. y P.F. RIORDAN.—1976. Criteria for
candida species for aquaculture. *Aquaculture*, 7:
107– 123.

* Obras especialmente interesantes por su carácter crítico, recopilativo y general.



CONTAMINACION. UN INTENTO DE SINTESIS

M. Anxel Murado

Difícilmente un trabajo alrededor de la problemática del mar deja hoy día de dedicar unas páginas a la contaminación. Difícilmente, también, resulta convincente para el lector medianamente avezado reducir la temática de la contaminación —sea o no con referencia al mar— a una descripción más o menos tecnicista de casuísticas concretas, rematada por un epílogo en el que la extrapolación —de dudoso sentido— de las tendencias que emanan de unas listas más o menos exhaustivas de datos, permite el salto a un humanismo concesivo, de tono por lo general premonitorio.

Es éste, en efecto, el esquema ya asumido e insistentemente desarrollado por los medios de masas en los últimos años. Centrado en la anécdota, trivializante, cotidiano, va consiguiendo —lo que quizá son sus propósitos(*)— envejecer prematura e

* Tiene interés observar como ciertos medios de difusión se hacen eco con cierta frecuencia —y con aire de benevolente consentimiento— de las alternativas más marginales y las opciones más grupusculares del “ecologismo”, en la seguridad de su escaso poder de convocatoria, mientras eluden el debate objetivo de problemas más comunes y soluciones menos pintorescas.

injustificadamente el tema, restarle incisividad y, en el fondo, insensibilizar ante él a la opinión pública.

La problemática ambiental, sin embargo, constituye un fenómeno que trasciende a la mera suma de casos y situaciones que, en relación con ella, podrían enumerarse. No es, por otra parte, un fenómeno intemporal, aislable de unas coordenadas sociológicas concretas. Ignorar las circunstancias históricas bajo las cuales surge y se desarrolla, olvidar las complejas reacciones sociales a que está dando lugar y prescindir de los instrumentos analíticos que diversas disciplinas en apariencia ajenas a los tratamientos “científicos” pueden proporcionar para su comprensión, ni es científico, ni ayuda, ciertamente, a clarificar el tema.

Es por ello que, más que a la usual especulación en torno al posible futuro de las relaciones hombre—medio, aquí se intentará llegar únicamente a una modesta interpretación del presente, a la luz de principios elementales y bien establecidos. En la exposición se entremezclarán con frecuencia, convergiendo sobre determinados aspectos, argumentos de diferente procedencia disciplinar. Ello parece preferible al establecimiento de barreras a menudo sólo académicas.

CRISIS ECOLOGICA Y MOVIMIENTOS ECOLOGICOS. EL MAR EN EL CONTEXTO DE LA CRISIS

Aunque existen indicios de que en la desorganización de antiguas civilizaciones pudieron haber jugado un cierto papel algunas desafortunadas actuaciones del hombre sobre su medio, la idea tradicional de que las fuerzas humanas resultaban insignificantes frente a las de la naturaleza, se ajustó esencialmente a la realidad, hasta que la máquina de vapor permitió a aquéllas la cómoda utilización de contingentes energéticos que excedieron en muchos órdenes de magnitud a los liberados por el metabolismo.

Las evidencias de que la revolución industrial había alterado definitivamente la composición de fuerzas hombre-medio, fueron, no obstante, inadecuadamente valorados por el utilitarismo puritano, absorbido en la tarea de “poner la creación al servicio de la más perfecta de sus criaturas” y enfervorizado promotor de la mitología del progreso indefinido.

Es revelador, sin embargo, que sea precisamente a mediados del siglo XIX cuando surgen las primeras ordenanzas tendentes a la protección del medio (antecedentes más remotos, aún teniendo sentido regulador, carecen de contenido proteccionista o conservacionista). Es revelador, asimismo, que sea en los EEUU donde con más intensidad parece sentirse

por estos tiempos tal necesidad jurídica; sin duda por la preocupación que, en los sectores de opinión más civilizados, produjo la notable eficiencia de la colonización en el exterminio de las poblaciones indígenas, la tala de bosques y la desertización de las míticas praderas del bisonte. Pese a casos como los de Escocia o las cuencas alemanas, el avance industrializador fue menos dramático en Europa, donde las comunidades humanas habían llegado, en el transcurso de su historia, a establecer soluciones de compromiso con los residuos de los ecosistemas paleárticos, internalizando muchas de las normas que posibilitaban una interacción relativamente equilibrada.

Con todo, la filosofía del “laissez faire” pudo más que la naciente conciencia ecológica, conciencia que, ya en el siglo XX, tampoco pudo manifestarse en tanto no fueron superados los ciclos de destrucción—reconstrucción protagonizados por las dos guerras mundiales.

Mediado este último siglo, el avance de la “segunda revolución industrial”, caracterizada fundamentalmente por la automatización de los procesos productivos, genera una situación en la que la aceleración de las repercusiones ambientales de la expansión industrial, la amenaza —nueva— del agotamiento de ciertos recursos y la proletarianización de clases tradicionalmente alejadas de los medios deteriorados, crean las condiciones necesarias para la generalización, en los países industrializados, de una conciencia de “crisis ecológica”. Las crean, también,

para que los “movimientos ecológicos” que surgen como respuesta a la crisis adquieran dimensiones políticas (lo que efectivamente sucede. Incluso, naturalmente, en aquellos que se proclaman al margen de contenidos políticos). Pero del mismo modo que dentro de las clases recientemente proletarizadas se intenta con frecuencia dar salida a reivindicaciones generales por vías corporativas —de defensa de antiguos privilegios de clase—, los movimientos ecológicos adoptan en ocasiones una suerte de corporativismo que los lleva a plantear objetivos (acondicionamiento de playas, cotos “sociales” de caza, accesos a lugares de esparcimiento) que desfiguran el verdadero sentido de las reivindicaciones ecológicas, conducen a la pérdida del apoyo de otros sectores implicados en la crisis y refuerzan el sistema responsable de la misma.

El propio momento al que estos movimientos parecieron esperar para manifestarse constituye, según acertadamente subraya Enzensberger (1974), un dato indicativo de su trasfondo de clase, ya que salta a la vista su coincidencia con el momento en que los costes sociales del crecimiento industrial, que el proletariado venía pagando desde hacía al menos un siglo, comienza a incidir sobre la burguesía. Podría añadirse que ciertas afirmaciones estereotipadas, aparentemente asépticas y muy frecuentes en la literatura habitual sobre el tema, apuntan en el mismo sentido. Así la cita de remotos —y dudosos— antecedentes del problema (algunos tan ingenuos como el dominio del fuego por el hombre), o la mención de formas de contaminación

“natural” (cenizas volcánicas, invasiones de polen y mareas rojas son algunos de los ejemplos más socorridos), no hacen sino un intento de presentar el tema de un modo fatalista y ahistórico, escamoteando la conjunción de factores económicos, tecnológicos y sociales, que no pudieron darse hasta la revolución industrial y que son los que le confieren su actual y verdadera relevancia.

Todo ello señala importantes claves del problema. Desde luego, las conexiones de los movimientos ecológicos con la preocupación de la burguesía por su —y sólo su— calidad de vida; pero también la magnitud de la crisis, cuya expansión va alcanzando a sectores cada vez más amplios de la sociedad. Si, por una parte, es claro que no se encuentra justificada la asimilación problemática ecológica igual a problemática burguesa (como se ha sugerido a veces desde ciertos sectores de la izquierda política), lo es también que en tanto los debates del ecologismo no trasciendan los planteamientos tecnocráticos, serán fácilmente recuperados por los mismos sistemas creadores de la crisis para, a través de la promoción de una nueva modalidad de consumo —el de medio ambiente—, privatizar progresivamente la totalidad de los bienes y recursos del planeta.

Probablemente el mar representa, dentro de este panorama, un caso paradigmático. Las connotaciones de inmensidad que siempre despertó y el relativo retraso en el conocimiento de su dinámica cuentan, sin duda, como factores en cierto modo superestructurales

que contribuyen a explicar el largo tiempo que permaneció al margen de preocupaciones conservacionistas. Pero bajo esa despreocupación se encuentra sobre todo —al menos desde principios de siglo— el interés de quienes explotan sus variadas posibilidades en mantener los mitos de la “despensa de la humanidad”, la “fuente inagotable de recursos”, etc., a fin de evitar ingerencias jurídicas en su propio “laissez faire”.

El costo, volumen y especificidad de las unidades industriales que se han lanzado a operar en el mar dificulta la adaptación racional de su envergadura a la realidad de los recursos sobre los que trabajan y les confiere una particular incapacidad de reorientación. Su inmovilismo y rigidez las lleva con frecuencia a actuaciones basadas en el principio de amortizar lo que se pueda mientras se pueda, prolongando la vigencia de modelos operativos energética, económica y socialmente incomprensibles y a falsear sistemáticamente los datos concernientes a los efectos de su actividad.

Así el primer tratado internacional que contempla la protección de un recurso marino —las focas de la isla Pribilof, firmado por los EEUU, Rusia, Canadá y Japón—, data de 1911, siendo hoy el día en que los intentos de creación de una elemental trama jurídica en torno a la explotación del mar, ampliamente superada en otros sectores productivos, suscita las más abstrusas polémicas.

Ya en el terreno concreto de la contaminación, la actitud de esperar que el mar se comporte como una especie de sumidero en el que todo desaparece, responde exactamente a los mismos condicionantes que las actividades explotadoras.

Es cierto que el mar, en su conjunto, manifiesta menos síntomas del impacto humano que los ecosistemas continentales (lo cual no tiene nada de extraño dado el hábito terrestre del hombre). Pero también es verdad que en el mar, en su conjunto más comparable a un desierto —pese al tópico de la “despensa”— que a cualquier otra formación continental, dicha sintomatología no suele ser tan conspicua como en éstas.

Por otra parte, los ecosistemas marinos, con biomazas por unidad de superficie más bajas y tasas de cambio más altas que los terrestres, suelen mostrar una notable capacidad para la bioconcentración de ciertos contaminantes, cuyos efectos, por añadidura, se desarrollan en presencia de sistemas de retroalimentación negativa menos complejos y eficaces.

Finalmente, es muy dudoso que, en relación al menos con la problemática de la contaminación, tenga sentido la consideración globalizante del mar en su conjunto. Es evidente que la dinámica de los contaminantes no implica a la totalidad de las masas oceánicas, sino que se cumple esencialmente dentro de las estrechas franjas costeras donde se concentran las emisiones (y cuyo interés para el hombre es más inmediato). Como luego se verá, en el caso de los

productos más persistentes, que son también los de más graves repercusiones ambientales, la propia biomasa —e incluso la materia particulada no viva— de estas franjas, actúa a modo de barrera de difusión, capturándolos tanto a través de mecanismos activos como pasivos— reparto, adsorción— de acumulación.

El hecho de que una mejor distribución de las emisiones pudiera desempeñar, al menos en ciertos casos, un papel fertilizante de las áreas marinas más desérticas, aliviando al mismo tiempo la situación de los estercoleros litorales, apenas parece presentar interés práctico. En el fondo, los factores que se oponen a esta estrategia son los mismos que impiden la mucho más práctica y evidente de reprocesar en tierra los residuos. Como oportunamente señala Mc Intyre (1970): “termodinámicamente es más fácil extraer agua dulce a partir de las aguas residuales que del agua marina. Ecológicamente es más prudente guardar nuestros nutrientes concentrados en tierra que dilufrlos más allá, depositándolos en el mar. Sociológicamente y, con toda probabilidad, económicamente, tiene más sentido tratar nuestra chatarra para obtener metales utilizables, que minar el fondo del océano. La tarea es persuadir a nuestros ingenieros y compañías de negocios de que trabajar con aguas residuales y chatarra es lo mismo que desafiar a la oceanografía y a la talasoquímica”.

CONTENIDO E IMPLICACIONES DEL CONCEPTO DE CONTAMINACION

Definir la contaminación de un modo inequívoco desde el punto de vista científico es la primera dificultad que surge al aproximarse al tema. Existe, sin duda, un acuerdo generalizado en aceptar que contaminación es toda alteración de las características físicas, químicas y biológicas (hay quien incluye también las sociales) de nuestro entorno, causada directa o indirectamente por actividades humanas y susceptible de afectar negativamente las condiciones de vida del hombre, ya sea de un modo inmediato o a través de incidencias perjudiciales sobre las poblaciones vegetales o animales con las que aquél interactúa, sobre sus bienes materiales o su acervo cultural.

Pero por acabada que a efectos, por ejemplo, de la tipificación legal del fenómeno, parezca esta descripción, es claro que no constituye una definición científica. El heterogéneo conjunto de hechos que abarca, la ausencia en ella de bases que permitan una cuantificación de lo definido y la exigencia, al cabo, de un juicio de valor para cualificarlo, desplazan los aspectos esenciales del problema a un ámbito transcientífico.

Subrayar estas particularidades no implica sugerir que el científico deba abandonar el tema, sino únicamente reconocer que la ciencia sólo puede cubrir una de sus dimensiones. Según han subrayado repetidamente diversos autores (Mumford, 1967;

Odum 1972), el ritmo y las proporciones actuales de la crisis ecológica aparecen esencialmente como resultado de la ausencia, al menos hasta el momento, de mecanismos de retroalimentación negativa que regularan la interacción hombre-medio. Ahora bien: es evidente que el deterioro ambiental en sí mismo puede llegar a convertirse en un mecanismo de tal índole; bien porque desemboque en una situación en la que el crecimiento haya de detenerse por escasez material de recursos, o bien, en una alternativa menos dramática y más plausible, porque obligue al hombre a desviar una fracción más o menos importante de la energía que ahora invierte en el crecimiento, hacia la restauración y conservación de la calidad del medio; es decir, a crear una regulación.

Aunque haya dado lugar a curiosas especulaciones y a sofisticados cálculos de computador, el examen detallado de la primera alternativa no parece presentar demasiado sentido. La segunda —la civilizada— implica, evidentemente, importantes opciones de orden ideológico: ¿en función de qué criterios se decide la regulación?, ¿quién la decide y de qué forma se instrumenta?, ¿bajo qué coordenadas sociales es posible, o tolerable? .

Ciertos críticos se inclinan a creer que, en cualquier caso, la crisis ecológica ha enfrentado a las economías expansivas, y en especial al capitalismo avanzado, con su contradicción definitiva. Tal vez sea así; pero, por el momento, la reacción que estos sistemas oponen al conflicto parece tender a superarlo

por la vía de elevarlo a un orden superior: el “mannagement” burocratizado del medio ambiente, la apertura del mercado de la tecnología descontaminante o la especulación con bienes ambientales (en la actualidad ya el agua potable, el aire puro, el paisaje, el espacio libre son objeto de fructíferas operaciones) apuntan hacia una situación en la que a ningún valor de uso dejará de serle asignado un valor de cambio.

Si ello constituye o no una suerte de utopía capitalista es cuestión quizá discutible. Lo que parece fuera de toda duda es que, en tal contexto, la regulación se transforma inevitablemente en represión. Existen ya signos alarmantes, bien detectables precisamente en los sectores de mayores repercusiones ambientales. Valga como ejemplo el de la tecnología nuclear, donde el bloqueo oficial de información objetiva sobre su problemática, las coacciones que, en nombre del secreto de estado, pesan sobre sus trabajadores, la posibilidad —contemplada por el senado de los EEUU— de creación de fuerzas policiales de amplias atribuciones al servicio de la “seguridad nuclear” o la propuesta —cursada en Francia— de militarización total de los trabajos del sector, comienzan a configurar una situación para la que la denominación de “fascismo nuclear” con que ya ha sido calificada, no parece en absoluto desmedida.

¿Qué papel juega la ciencia y cuál ha de ser la actitud del científico en este conflicto?

Es claro que la ciencia, como institución a la que la sanción de la sociedad actual concede el arbitraje (y en

cierto modo el monopolio) del conocimiento objetivo, se verá obligado a ocupar un puesto dentro de los mecanismos de regulación antes aludidos, a interactuar con el resto de las instituciones sociales implicadas en su articulación y a comprometerse de hecho con unas u otras opciones.

El científico pierde así —también en este campo— la fácil escapatoria de la neutralidad, ya que la pretensión de atenerse a la salvaguardia del principio de objetividad que la ciencia (dedicación) le exige, no resuelve el conflicto al que la ciencia (institución) lo arrastra. Quizá desde las controversias que siguieron al confusionismo creado por las desdichadas aplicaciones con que se estrenó la física nuclear, nunca el tono cientifista, aparentemente desideologizado, que aún hay quien ve como la máxima expresión de la objetividad, resultó tan vacío e insostenible como en relación con la problemática ambiental.

EL PUNTO DE VISTA ECOLOGICO

Acaba de aludirse a las dificultades que, desde un punto de vista estrictamente científico, plantea la heterogeneidad de los fenómenos que engloba el concepto de contaminación del que hemos partido. Heterogeneidad que, enfatizada a menudo por los tecnócratas (*), no impide, sin embargo, la existencia

(*) Rechazando los planteamientos globalizantes, estos planificadores gustan de descomponer la problemática de la contaminación en multitud de parcelas aisladas, dentro de las cuales los correspondientes especialistas habrán de desarrollar específicos remedios (el acoplamiento

de perspectivas bajo las cuales el concepto adquiere un significado que permite su tratamiento de un modo unitario.

A este respecto, la ecología —ciencia de contenidos marcadamente holísticos— constituye probablemente la disciplina experimental con el “corpus” más adecuado para enfrentarse con el tema.

En una óptica ecológica, en efecto, contaminación y sobreexplotación, que representan las dos vertientes esenciales de la crisis, poseen significados complementarios y parecidas consecuencias: teniendo en cuenta que la característica esencial de la dinámica biosférica consiste en la necesidad de que —hasta donde los principios termodinámicos lo permiten— sus procesos se ajusten a desarrollos cíclicos, es inmediato que su integridad se encuentra firmemente vinculada a los ritmos de entradas y salidas que aquellos ciclos soporten. En tal situación, puede afirmarse que mientras la sobreexplotación lleva a rupturas del ciclado por drenaje excesivo de materia, la contaminación lo hace por sobrecarga (material o energética. En este sentido, el tópico de que “la contaminación no es más que un recurso fuera de lugar”, aún no siendo aplicable sin reservas a todas las formas del fenómeno, resulta en buena medida acertado). En uno y otro caso, desde luego, los

contaminación—tecnología descontaminante es la meta de tal enfoque). Como en muchos otros campos, este proceder llega a desvirtuar el problema hasta el punto de hacerlo irreconocible. Apenas cabe, efectivamente, tomar en serio la creencia de que el crecimiento de la tecnología descontaminante pueda llevar a la solución del conflicto creado por el crecimiento tecnológico incontrolado.

ecosistemas responden de modo esencialmente idéntico: desandando— aunque por vías más erráticas, menos predecibles que las seguidas por la sucesión— su camino evolutivo y entrando en regresión.

Pese al esquematismo de esta interpretación, vale la pena examinar el contenido de alguno de los términos que implica.

Por sucesión ecológica se entiende, en general, el proceso de ocupación progresiva de un espacio por una comunidad biológica que va experimentando con el tiempo cambios en su estructura específica y que tiende asintóticamente hacia una etapa más o menos hipotética (climax), caracterizada por un máximo de persistencia, por un grado máximo de interacción entre sus componentes y por el mantenimiento de un máximo de biomasa por unidad de flujo energético disponible.

La sucesión constituye un proceso de maduración, de aumento de la autoorganización que, como señala Margalef (1974), presenta en cierto modo las características de un aprendizaje, ya que el ecosistema, acumulando e internalizando información procedente de su entorno físico, y utilizándola para anticipar e incluso regular los cambios que en este tienen lugar, va adquiriendo una estructura que, en su progresiva independencia de las fluctuaciones ambientales, es capaz de rechazar cada vez más información. Si de algún modo puede hablarse del “sentido” de la sucesión, este es precisamente el logro de una

estabilidad elevada en un ambiente físico fluctuante, objetivo en cuya persecución el ecosistema llega a controlar los propios factores físicos del ambiente (el hecho de que la composición atmosférica dependa estrechamente de la fotosíntesis, da una idea de la amplitud que puede alcanzar tal control).

Entre las tendencias que se manifiestan en la sucesión, interesa destacar dos:

1.— Disminución de la relación Producción primaria/Biomasa total, o, lo que es lo mismo, aumento del período de renovación de los elementos de la comunidad. En otras palabras: la energía empleada en la sustitución de unos individuos por otros, disminuye en relación con la que se invierte en otras funciones.

2.— Aumento del número de niveles tróficos y de la complejidad de las redes alimenticias. Tendencia, pues, a una acentuación de la diversidad y a la disolución de las relaciones de dominancia.

Este marco permite ahora no sólo comprender por qué explotación y contaminación fuerzan al ecosistema en el mismo sentido, sino también apuntar el posible significado biológico de las relaciones que, en el contexto de las sociedades industriales, guardan entre sí ambos fenómenos.

Por lo que se refiere a la explotación, es claro que las etapas de máxima persistencia ofrecen, por lo general, escaso interés. La máxima producción neta

corresponde (fig. 1) a fases más precoces de la sucesión, caracterizadas por una acusada dominancia de especies —pioneras, estrategias de la r— que basan su capacidad de competencia en elevadas tasas de renovación. En esencia, agricultura y ganadería consisten precisamente en el mantenimiento de unas condiciones que impiden el avance del ecosistema explotado hacia etapas más maduras, favoreciendo el desarrollo de una serie de especies de carácter más o menos pionero (en forma típica gramíneas y herbívoros). La estabilidad, mucho más comprometida en estas circunstancias, se salvaguarda regulando el esfuerzo explotador y, sobre todo, supliendo la capacidad autoorganizadora de que el ecosistema adolece en este estado, con la capacidad organizadora (también autoorganizadora, si el hombre se considera

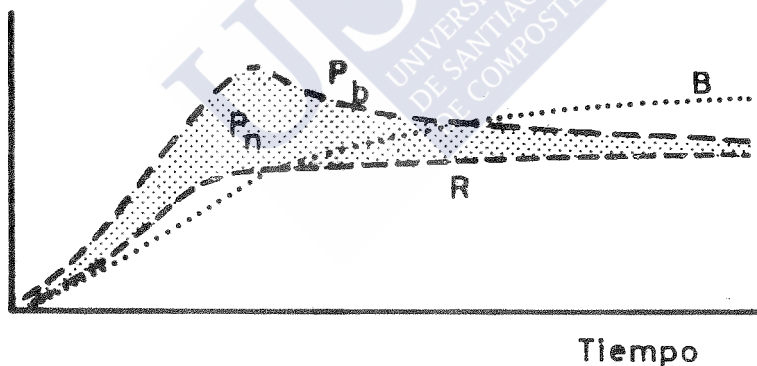


Fig. 1.— Evolución de varios parámetros del ecosistema a lo largo de la sucesión de bosque. P_b = producción bruta; P_n = producción neta; R = respiración; B = biomasa. Según Odum (1969).

incluido en el ecosistema) que el hombre aplica sobre él. En el caso de la pesca, la capacidad organizadora del hombre no ha ido, por el momento, más allá de una tosca regulación del esfuerzo explotador.

Cabría señalar que el camino emprendido por la agricultura y la ganadería “industriales”, tampoco parece, a la larga, demasiado viable: la selección artificial, llevando a la hipertrofia de ciertos mecanismos, por lo común vinculados de uno u otro modo a la reproducción (producción de semillas, de huevos, de leche) a expensas de otras funciones, llega a crear entidades no sólo incapaces de autoorganizarse a nivel de comunidad, sino ya de autosostenerse a nivel de individuo, función que, como subraya **H.T. Odum** (1967), ha de asumir también el hombre: “... en las “máquinas de materia orgánica”, como las gallinas ponedoras o las vacas productoras de leche, que apenas pueden levantarse, toda la labor de autoservicio es proporcionada por otras vías, controladas y dirigidas por el hombre, (por lo que) el empleo de tales variedades se basa en el bombeo de enormes cantidades de energía auxiliar”.

Muy semejantes son las vías por las que los procesos contaminantes, cualquiera que sea su naturaleza, conducen al desarrollo de mecanismos regresivos. En última instancia, la contaminación significa, en los ecosistemas maduros, una entrada de información (a veces, como se verá, extraña incluso a las pautas internalizadas por el ecosistema en fases anteriores de su evolución) difícilmente regulable por

el funcionamiento de la comunidad, ya que sólo cuando los productos de dicho funcionamiento actúan como activadores del proceso productivo en el que se genera la contaminación, la lógica interna de dicho proceso exigirá la modulación de aquella entrada.

La elevada sectorialización de los procesos productivos en las sociedades industriales, sin embargo (favorecedora de la externalización de ciertos costes, particularmente, aunque no exclusivamente, en las economías de mercado libre), hace muy poco frecuente el anterior circuito directo. Y así, en los sectores terminales de los ciclos productivos, muy en especial en los vinculados a los bienes de consumo, la elasticidad de la demanda permite escapar durante un cierto tiempo a las regulaciones directas, mediante la puesta en juego de circuitos accesorios, relacionados con los flujos monetarios. De este modo la contaminación constituye, en tales sectores, un factor aparentemente ajeno a la lógica de la producción, quedando su entrada en el ecosistema fuera del alcance de la capacidad organizadora del elemento humano, en tanto no surja una presión social que obligue a la creación de otro circuito accesorio —jurídico— de regulación (en la fig. 2 se intenta una esquematización de estas relaciones).

Puesto que el ecosistema ha de reajustar su estructura, la situación favorece de nuevo (aunque aquí, a diferencia de lo que sucede en la explotación, el efecto no es buscado deliberadamente) a las entidades biológicas sometidas a selección por sus índices de

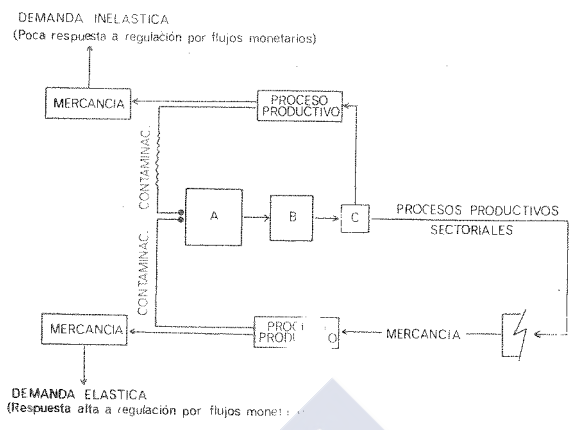


Fig. 2.— Influencia de la posición de los procesos productivos dentro del ciclo de producción, y de la elasticidad de los mercados que cubren, sobre la posibilidad de que integren los costes de la contaminación en la lógica de su funcionamiento (ver explicación en el texto). A, B y C representan los elementos no humanos del ecosistema; las puntas de flecha, activaciones; y los círculos, inhibiciones. Evidentemente, se prescinde de muchas interacciones que complicarían innecesariamente el esquema.

reproducción, ya que disponen, en cada generación, de una extensa muestra en la que ensayar soluciones adaptativas. Aquellas otras, por el contrario, cuyo éxito estriba en haber logrado recursos de supervivencia más o menos complejos— peculiaridades físicas, químicas, etológicas—, fruto a menudo de dilatados procesos evolutivos (esto es, aquellas especies que sobreviven gracias a la “calidad”, y no a la cantidad, de su descendencia, o estrategias de la K), disponen de un material de ensayo mucho más

limitado para resolver un problema que requeriría el reajuste de mecanismos más delicados. Un problema, por otra parte, que puede convertir en obstáculos sofisticadas organizaciones alcanzadas a través de procesos irreversibles (el símil de la fig. 3 contiene una interesante analogía formal a este respecto).

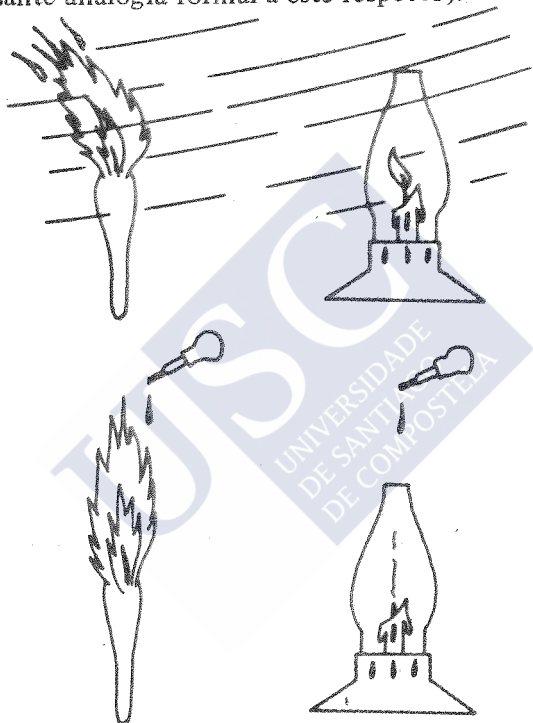


Fig. 3.— El símil ilustra las posibilidades de éxito ante diferentes tipos de tensiones ambientales, de sistemas biológicos con diferentes estrategias adaptativas. La antorcha representa a los productores de un elevado número de descendientes; el quinqué a los que desarrollan especializaciones defensivas complejas. El viento simboliza a las causas que incrementan la mortalidad; las gotas de agua a las que deprime la natalidad. (Adaptado de G.G. Berg, 1969).

Contempladas de este modo, sobreexplotación y contaminación no parecen ser sino expresiones o resultados complementarios de una no correspondencia entre los flujos energéticos que las sociedades industriales invierten en actividades destinadas a acentuar y centralizar en sí mismas las relaciones de dominancia que la sucesión tiende a descentralizar, y los canalizados hacia la autoorganización. Es el incremento continuo de esfuerzo explotador y el ahorro sistemático de esfuerzo organizador que, para su sostenimiento, exigen las economías expansivas, lo que, desde un punto de vista ecológico, contrasta con el camino inverso que las comunidades biológicas deben recorrer a medida que maduran (*).

Es también en esta óptica que la contaminación puede interpretarse, según antes se sugirió, como un mecanismo de retroalimentación negativa que, incidiendo esencialmente sobre el TRANSPORTE (idea del “recurso fuera de lugar”), ejerce un efecto limitante ligero antes de la entrada en juego de los efectos limitantes —mucho más drásticos y derivados de la sobreexplotación— relacionados con el APORTE, funcionando de este modo como una especie de válvula de seguridad que no sólo regula el crecimiento de la especie humana, sino que modera la intensidad de los factores reguladores en última instancia (las disponibilidades de recursos).

(*) ¿Existe en esta no correspondencia un paralelismo con la conocida no correspondencia entre las tendencias de las fuerzas productivas y las relaciones de producción?

TIPOS BASICOS DE CONTAMINACION

Según se apuntaba en páginas anteriores, las frecuentes sistematizaciones exhaustivas de los

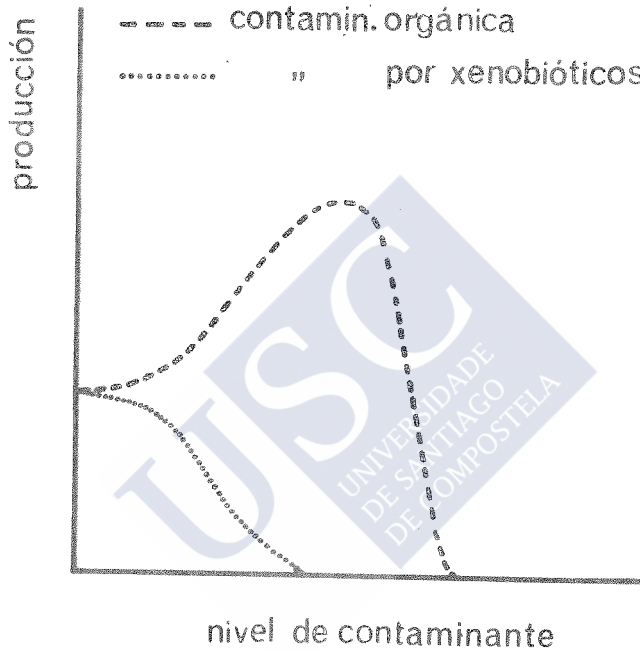


Fig. 4.— Efecto de diferentes tipos de contaminantes sobre la producción de un ecosistema (Adaptado de E.P. Odum 1972).

procesos contaminantes, si bien pueden resultar de innegable utilidad, contribuyen a dar una visión escasamente comprensiva de la temática, ya que la mayoría de los criterios en que suelen apoyarse

TABLE I — Características diferenciales de los dos tipos básicos de contaminantes.

DISIPABLES (biodegradables, homiobióticos)	NO DISIPABLES (no biodegradables, xenobióticos)
Indican negativamente en la producción del ecosistema sólo a partir de cierto nivel, por debajo del cual se da incluso ganancia (ver fig. 4).	Presionan sobre el ecosistema a cualquier nivel que se considere (ver fig. 4).
No son acumulables	Tienden a concentrarse en ciertos niveles tróficos
Sus niveles en las entidades biológicas del ecosistema tienden a descender inmediatamente después del cese de la emisión.	Después del cese de la emisión transcurre un período de retardo — tanto mayor cuanto más alto sea el nivel trófico considerado y durante una parte del cual las concentraciones en los elementos bióticos del ecosistema aumentan — antes de comenzar el descenso (ver fig. 5).
Su degradación, que es rápida, aporta energía a las entidades biológicas que llevan a cabo el proceso.	Su degradación, que es lenta, no aporta — exige — energía a la entidad degradadora.
Tienden a elevar la mortalidad (ver fig. 3).	Tienden a deprimir la natalidad (ver fig. 3).
La respuesta adaptativa de los seres vivos a su presencia tiende a corregir la desviación que provocan en el ecosistema.	Inductores, en ocasiones, de respuestas que crean nuevas desviaciones.

(naturaleza de los agentes contaminantes, fuentes de emisión, medios sobre los que inciden, tecnologías correctoras, etc.) no toman en cuenta el carácter, más atinente al caso, del tipo de relación dinámica que el contaminante establece con el ecosistema.

Desde este punto de vista cabe distinguir entre aquellos contaminantes disipables o degradables a través de los mecanismos metabólicos del ecosistema, y aquellos otros no —o difícilmente— disipables por esta vía.

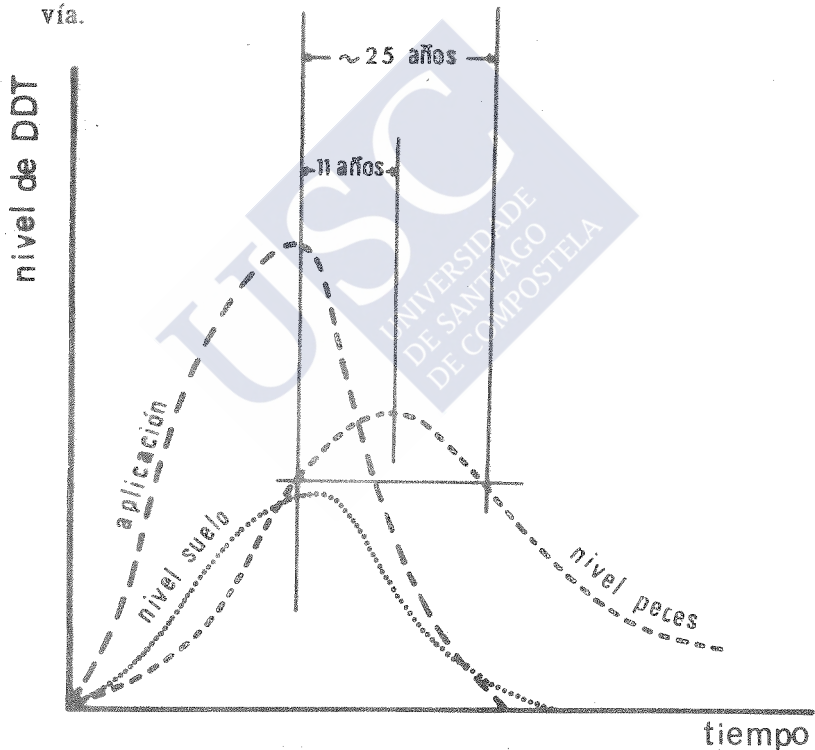


Fig. 5.— Períodos de retardo en la desaparición del DDT de diferentes compartimentos del ecosistema (según Randers y Meadows, 1972).

Aunque tal diferencia pueda parecer únicamente de grado, el alcance de muchas de sus implicaciones, algunas de las cuales se sumarizan en la tabla I y en las figuras a las que desde allí se remite, parece justificar suficientemente este criterio.

Dentro de la primera categoría son incluibles la contaminación producida por desechos orgánicos y la térmica. En la segunda, la radiactiva y —acaso con ciertas restricciones teóricas, pero sin duda por lo que se refiere a sus efectos prácticos— la debida a compuestos xenobióticos. Prácticamente cualquier proceso contaminante es reducible a uno de estos cuatro, o a distintas combinaciones de los mismos.

Contaminación orgánica

Es a la que con más propiedad puede serle aplicada la calificación de “un recurso fuera de lugar”. En efecto, implica únicamente la sobrecarga del ecosistema con productos directamente vinculados a las actividades biosintéticas. Productos cuya vida media, una vez en contacto con los mecanismos metabólicos de la comunidad, es breve, por lo que, si su ritmo de ingreso es moderado y el aporte se difunde con rapidez, cubriendo áreas suficientemente extensas, pueden ejercer efectos asimilables a una fertilización (fig. 4).

En caso contrario, se desencadena un proceso regresivo caracterizado por una tendencia a la desviación del flujo energético de la comunidad hacia

las cadenas de descomposición, entre cuyos elementos se cuentan los organismos más típicamente pioneros. La ineficiencia en la utilización de la energía que deriva de esta situación, presenta un doble matiz:

Por una parte, se pone en marcha una sucesión heterotrófica, que, frente a la autotrófica, se caracteriza por una gran capacidad oxidativa, con cocientes Respiración/ Producción mayores de la unidad (el aporte externo de oxígeno pasa a ser un importante factor limitante, de ahí que la medida de esta necesidad constituya un índice válido en los eventos contaminantes de esta naturaleza).

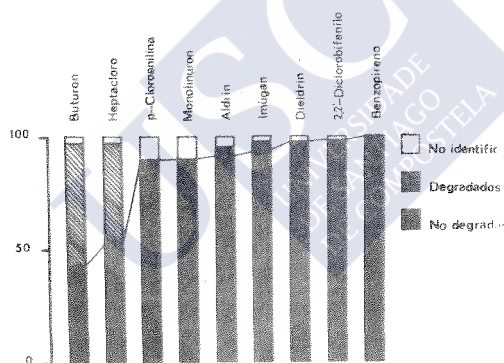


Fig. 6.— Proporciones porcentuales de varios contaminantes persistentes presentes en las descargas urbanas, y de sus productos de degradación, después del proceso de "composting" (según Müller y Korte, 1976).

Por otra parte, la producción —secundaria— de tales cadenas de descomposición asume la forma de una materia cuya alta dispersión impide una

transformación energética eficiente hacia el nivel trófico que la utiliza, contribuyendo únicamente al soporte de una biomasa relativamente reducida de filtradores y sedimentívoros.

Si bien la naturaleza de la contaminación orgánica permite afirmar que una adecuada redistribución de los residuos de este tipo podría constituir una solución eficaz del problema, es preciso tener en cuenta que muchas de las descargas usualmente encuadradas en este apartado, aún conteniendo una fracción notablemente mayoritaria de materiales biodegradables, son portadoras de pequeñas —pero muy significativas— proporciones de componentes cuya problemática no se deja resolver fácilmente a través del mero ajuste de las funciones de transporte en el seno del ecosistema. En las descargas urbanas, por ejemplo, se encuentran contribuciones cualitativamente importantes de productos biológicamente activos, de elevada estabilidad, o ambas cosas a la vez (fármacos, parasiticidas, detergentes, componentes utilizados en la mejora de materiales sintéticos), que constituyen tóxicos acumulativos, susceptibles de entrar en rutas de bioconcentración.

A este respecto, Müller y Korte (1976) estimaron que el contenido medio de este tipo de contaminantes en los desechos de una ciudad alemana era de 2,3 mg/Kg, lo que da un total de 368 Tm/año en las $160 \cdot 10^6$ Tm/año de residuos producidos por dicha ciudad. Dadas las elevadas proporciones de estos productos que atraviesan inalteradas los procesos de “composting”

(fig. 6), es obligado considerar con detenimiento la posibilidad de que los llamados “ecosistemas artificiales” mantenidos —con destino a forrajes— sobre estas descargas, o los cultivos fertilizados con “compostage”, constituyan una nueva y directa vía de ingreso de tóxicos persistentes en las cadenas alimenticias controladas por el hombre.

Contaminación térmica

Aunque el aumento de temperatura en los entornos urbanos —fenómeno de repercusiones complejas en su interacción con las múltiples emisiones a la atmósfera de las ciudades—, o los elevados caudales de vapor de agua liberados por las centrales nucleares con refrigeración en circuito semicerrado, constituyen problemas ambientales de indudable envergadura, aquí interesa fundamentalmente considerar el impacto térmico sobre ecosistemas acuáticos.

El efecto primario de esta contaminación consiste en la elevación de la tasa metabólica de los organismos de la comunidad. Puesto que dentro del intervalo 0–35° C la relación entre las velocidades de un gran número de reacciones bioquímicas a dos temperaturas $t+10^{\circ}\text{C}$ y $t^{\circ}\text{C}$ oscila alrededor de 3, dicha elevación representa aproximadamente un 12^o/o por cada grado centígrado, a las temperaturas de mayor interés biológico.

Si el aporte de oxígeno puede llegar a convertirse en un factor crítico, dado el aumento de necesidades

que comporta la activación metabólica, el problema se agrava —particularmente en el agua de mar, cuyo contenido en oxígeno es inferior en un 20^o/o al del agua dulce— por el descenso en la solubilidad de este gas con el aumento de la temperatura. En agua de mar en calma (y en el laboratorio), los niveles de oxígeno disuelto, a saturación, vienen dados por la expresión (Lebreton, 1976):

$$O_2 \text{ disuelto (ppm)} = \frac{80}{7,1 + 0,2 t}$$

lo cual representa, en las proximidades de los 20^oC, una pérdida de alrededor del 2^o/o por cada grado centígrado de elevación.

Puesto que, en la actualidad, las centrales nucleares constituyen las fuentes más importantes de contaminación térmica, en la tabla II se indican las masas de agua que quedan afectadas por distintas elevaciones de temperatura como consecuencia del funcionamiento de una central nuclear de 5000 Mw.

TABLA II — Masas y superficies de agua afectadas por el impacto térmico de una central nuclear de 5000 Mw, durante un día de funcionamiento. Las superficies se consideran sobre un espesor de 10 metros y la difusión se supone semicircular (Según Lebreton, 1976).

Elevación de la temperatura	Masa de agua	Superficie	Diámetro
+ 10 °C	0,22.10 ⁸ m ³	2,2 Km ²	2,4 Km
+ 3 “	0,65.10 ⁸ m ³	6,5 “	4,0 “
+ 1 “	2,16.10 ⁸ m ³	21,6 “	7,5 “
+ 0,5 “	4,32.10 ⁸ m ³	43,2 “	10,4 “

En términos generales, Spurr y Scriven (1974) estiman que la superficie cubierta por la isoterma de + 1°C, en el caso de las centrales nucleares de circuito abierto, puede calcularse mediante la expresión:

$$S^{+1^{\circ}\text{C}} (\text{Km}^2) = 5 \times \text{Potencia central (Gw [=10}^9 \text{ w])}$$

estimación que, según los autores, es con frecuencia superada por los valores prácticos.

Como consecuencia de la diferente susceptibilidad que, al aumento de la temperatura, presentan los diferentes elementos de la comunidad, la contaminación térmica provoca el desacoplamiento de las interacciones entre aquéllos, especialmente la desincronización de los ciclos esencialmente termorregulados respecto de los esencialmente fotorregulados (zooplancton y fitoplancton, por ejemplo).

Por otra parte, las poblaciones de diatomeas tienden a ser sustituidas por las de cianofíceas, menos aptas para el soporte de redes tróficas estructuradas y a menudo productoras de toxinas acumulables por los moluscos comestibles. Finalmente, la contaminación térmica favorece la proliferación de microorganismos termófilos anaerobios, muchos de los cuales son patógenos (salmonelosis, tífus, cólera, hepatitis virales e incluso poliomelitis han sido mencionadas a este respecto).

Aún no queriendo interpretar la elevación de la tasa metabólica como una elevación, en definitiva, de

una tasa de renovación (lo cual constituye una tendencia regresiva), es evidente que, además de las consecuencias desorganizadoras que implica por otras vías, comporta una exaltación de los efectos debidos a otros contaminantes, por lo cual el significado regresivo del impacto térmico no puede ofrecer muchas dudas.

Como en el caso de los desechos orgánicos, la mejor estrategia contra esta modalidad de contaminación consiste en favorecer los mecanismos naturales de disipación. Mucho más dudosas son las especulaciones —a las que gustan entregarse los departamentos de publicidad de las empresas del sector— en torno al mantenimiento de una floreciente acuicultura con base en las descargas de las centrales nucleares.

Según señala el ya mencionado Lebreton, incluso prescindiendo de que las grandes fluctuaciones del “clima artificial” —motivadas por las detenciones incidentales o rutinarias del funcionamiento de las centrales— imposibilitarían el mantenimiento de una comunidad medianamente estructurada, el hecho de que la elevación de la temperatura favorezca el crecimiento de los individuos nada dice acerca del éxito de una especie, dependiente en un grado más alto de la sincronización e interacción de muchos otros factores (fotoperíodo, intensidad y calidad espectral de la luz, presencia o ausencia de otras especies, etc.).

En términos generales, Spurr y Scriven (1974) estiman que la superficie cubierta por la isoterma de + 1°C, en el caso de las centrales nucleares de circuito abierto, puede calcularse mediante la expresión:

$$S^{+1^{\circ}\text{C}} (\text{Km}^2) = 5 \times \text{Potencia central (Gw [=10}^9 \text{ w])}$$

estimación que, según los autores, es con frecuencia superada por los valores prácticos.

Como consecuencia de la diferente susceptibilidad que, al aumento de la temperatura, presentan los diferentes elementos de la comunidad, la contaminación térmica provoca el desacoplamiento de las interacciones entre aquéllos, especialmente la desincronización de los ciclos esencialmente termorregulados respecto de los esencialmente fotorregulados (zooplancton y fitoplancton, por ejemplo).

Por otra parte, las poblaciones de diatomeas tienden a ser sustituidas por las de cianofíceas, menos aptas para el soporte de redes tróficas estructuradas y a menudo productoras de toxinas acumulables por los moluscos comestibles. Finalmente, la contaminación térmica favorece la proliferación de microorganismos termófilos anaerobios, muchos de los cuales son patógenos (salmonelosis, tífus, cólera, hepatitis virales e incluso poliomielitis han sido mencionadas a este respecto).

Aún no queriendo interpretar la elevación de la tasa metabólica como una elevación, en definitiva, de

una tasa de renovación (lo cual constituye una tendencia regresiva), es evidente que, además de las consecuencias desorganizadoras que implica por otras vías, comporta una exaltación de los efectos debidos a otros contaminantes, por lo cual el significado regresivo del impacto térmico no puede ofrecer muchas dudas.

Como en el caso de los desechos orgánicos, la mejor estrategia contra esta modalidad de contaminación consiste en favorecer los mecanismos naturales de disipación. Mucho más dudosas son las especulaciones —a las que gustan entregarse los departamentos de publicidad de las empresas del sector— en torno al mantenimiento de una floreciente acuicultura con base en las descargas de las centrales nucleares.

Según señala el ya mencionado Lebreton, incluso prescindiendo de que las grandes fluctuaciones del “clima artificial” —motivadas por las detenciones incidentales o rutinarias del funcionamiento de las centrales— imposibilitarían el mantenimiento de una comunidad medianamente estructurada, el hecho de que la elevación de la temperatura favorezca el crecimiento de los individuos nada dice acerca del éxito de una especie, dependiente en un grado más alto de la sincronización e interacción de muchos otros factores (fotoperíodo, intensidad y calidad espectral de la luz, presencia o ausencia de otras especies, etc.).

Contaminación por xenobióticos

* Más compleja y polémica que las comentadas en apartados anteriores, esta problemática —que suscita algunas cuestiones de interés— parece relacionarse menos con las peculiaridades del ingreso en el medio de los contaminantes aquí implicados, que con el mero hecho de su ingreso, ya que sí, en las situaciones precedentes, la actuación del hombre sobre la naturaleza parecía consistir esencialmente en “saltarse las reglas del juego”, en esta podría pensarse dirigida al cambio de tales reglas.

Definir los compuestos xenobióticos como aquellas estructuras que, siendo orgánicas, no guardan relación con las “normas” biosintéticas, equivale a una petición de principio sobre alguno de los problemas que plantea tal definición: ¿existen realmente “normas” biosintéticas?, de existir ¿no están sujetas a evolución?, ¿cómo se mide el grado de ajuste de una molécula a ellas?

Aunque, a efectos prácticos, las particularidades esquematizadas en la tabla I bastan, tal vez, para justificar la fortuna que el término ha venido haciendo, parece necesario, con todo, examinar estas interrogantes.

A este respecto, puede comenzarse por destacar la evidencia de que los procesos biológicos operan con un número muy restringido de tipos moleculares en relación con los tipos “orgánicos” fisicoquímicamente posibles. Ello es válido ya no sólo para aquellos tipos

depositarios de papeles básicos —codificación y transcripción de información, contenido energético, susceptibilidad de regulación funcional— sino también para un crecido número de moléculas y secuencias bioquímicas implicadas en funciones estructurales, efectoras o en las rutas del metabolismo intermedio (con práctica independencia de la entidad biológica que se considere).

¿Subyace una normativa biosintética a este —monótono— panorama?. Desde luego, todo el mundo está —hoy— dispuesto a ver tras él unas relaciones de parentesco; pero admitir un parentesco equivale, de uno u otro modo, a admitir una normativa (*). Claro es que sobre la infraestructura de las normas sólo se poseen datos indirectos, pero todo parece indicar que existen agrupaciones atómicas que han quedado excluidas por ellas; agrupaciones que parecen no poseer interés en el contexto de las funciones vitales tal como hoy se conocen. Commoner(1973) menciona dos ejemplos cuya ausencia en los seres vivos es tanto más notable cuanto que formas químicamente muy

(*) Quizá convenga adelantarse a susceptibilidades advirtiendo que el concepto de normativa no se utiliza aquí en un sentido que vulnere los principios de ninguna de las escuelas en conflicto dentro de la epistemología de las ciencias biológicas. No hay oposición al reduccionismo, ya que una normativa biosintética no tiene por qué escapar a las leyes físico-químicas. Tampoco a los emergentismos: las propiedades vitales pueden muy bien emerger del orden de unos sillares moleculares contruidos con poca imaginación (más estrictas son las normas que rigen el relleno de las órbitas atómicas, no obstante lo cual los átomos pueden verse como los sillares de los que, forzosamente, ha de emerger el orden vital). Tampoco a los puntos de vista dialécticos, pues no se afirma que la normativa no puede ser modificable en su interacción con las fuerzas naturales.

vecinas presentan una ubicua distribución: moléculas orgánicas en las que el oxígeno está unido al nitrógeno y ácidos grasos saturados con número impar de átomos de carbono.

Por lo que se refiere a los aspectos evolutivos de la normativa, cabe subrayar el hecho —obvio— de que cuanto más tardíamente haya surgido un determinado tipo molecular, menor número de entidades biológicas poseen el dominio de su biosíntesis. Si bien el caso de los procesos degradativos no es estrictamente superponible, tiene interés considerar como, a nivel de sucesión, las entidades características de las etapas más maduras acostumbra a desarrollar estructuras persistentes; estos es, relativamente resistentes a aquellos procesos (la lignina constituye el ejemplo de elección).

¿Cómo se sitúan, en este marco, los compuestos xenobióticos? Desde luego, no debe sorprender que el hombre, especie cuya estrategia adaptativa lo caracteriza como elemento de ecosistemas maduros, tienda a elaborar estructuras persistentes, y en este sentido acero y hormigón desempeñan un papel similar al de la lignina. Tampoco que se valga de productos biológicamente activos contra parásitos y competidores, del mismo modo que en las comunidades maduras son relativamente frecuentes las especies productoras de venenos o sustancias inhibitoras. El hombre, sin embargo, comenzó desde

hace unos 50 años a alterar, en la producción (*) de estos componentes, las pautas de los procesos biosintéticos, manipulando la energía no metabólica para desarrollar síntesis en condiciones muy alejadas de las naturales y elevando así enormemente las probabilidades de que surjan agrupaciones atómicas impensables en circunstancias ambientales.

Algunas de estas moléculas no sólo son escasamente susceptibles a los factores físicos y químicos del medio (normalmente muy suaves: radiaciones de baja longitud de onda atenuadas, presiones y temperaturas moderadas, solventes acuosos con pH próximo a la neutralidad), sino también a los ataques enzimáticos, mostrando lo que Alexander (1965) calificó de "recalcitrancia molecular".

Así, mientras que la interacción de las moléculas biógenas con las entidades biológicas se resuelve con la inmediata canalización de las primeras hacia vías catabólicas generales, con el correspondiente desprendimiento de energía, los compuestos xenobióticos se comportan de un modo mucho más inerte. En efecto, no sólo abundan los organismos capaces únicamente de acumularlos en forma inalterada, sino que, en aquellos capaces de transformarlos, el proceso adopta por lo general la

(*) También en su uso se altera frecuentemente un importante principio: el de la adecuación estructura-función. Así materiales extremadamente resistentes se asocian a productos de ciclado rápido (envoltorios plásticos de los alimentos, por ejemplo), sustancias destinadas al control de especies competidoras actúan de modo inespecífico e independiente de la densidad de población, etc.

forma cometabólica: lento, acostumbra a conducir modificaciones poco sustanciales de la molécula original, exige la presencia de un análogo estructural biodegradable de ésta y no proporciona energía —la exige— a la entidad degradadora.

No parece posible una aproximación mucho más precisa a esta problemática en tanto los conocimientos sobre el tema de las correlaciones estructura química—actividad biológica—biodegradabilidad, hoy día objeto de intenso estudio, no alcancen niveles superiores a los que, por el momento, se poseen. Ello podría, asimismo, permitir el diseño de estructuras verdaderamente integrables en la dinámica biosférica, integración de la que, evidentemente, no son capaces actualmente numerosos productos industriales secundarios, materiales sintéticos de uso cotidiano, detergentes, fito— y zoofármacos, etc., muchos de ellos expresamente pensados, por otra parte, para unir actividad biológica a persistencia, e incluso con vistas a que, bajo la acción de procesos bioquímicos más o menos generalizados, se produzca una potenciación de alguna de estas propiedades.

Es como consecuencia de tal deficiente integración en el reciclado bioquímico de la materia, que la circulación de estas moléculas a lo largo de las redes tróficas tiende a redistribuirlas, independientemente de las características de sus vías de entrada, siempre del mismo modo: concentrándolas en los niveles tróficos superiores, a la vez que en los de tasas de renovación más moderadas, factores que, por lo general, son

coincidentes. Una vez más, por tanto, la presión sobre el ecosistema se ejerce en un sentido regresivo.

Particularmente en relación con las comunidades acuáticas, tiene interés señalar que un buen número de resultados obtenidos a partir de cultivos indican que la acumulación de hidrocarburos clorados por microorganismos —y ello es con toda probabilidad generalizable a numerosas moléculas lipofílicas persistentes—, tiene lugar de un modo muy rápido (del orden de minutos), resulta prácticamente cuantitativa y no permite que el producto acumulado se libere por resuspensión del microorganismo en medio incontaminado (Sodergren, 1971, entre otros).

El proceso de bioconcentración no parece relacionado en estos casos con actividades metabólicas, no funcionando tampoco mecanismos de transporte activo en el sentido de la eliminación. Todo indica una sustancial identidad con la concentración de contaminantes que tiene lugar sobre la materia particulada no viva en suspensión, con intervención exclusiva de mecanismos pasivos de reparto y adsorción, hasta alcanzarse unos niveles de saturación fisicoquímicamente condicionados. En el caso particular de cultivos de *Dunaliella salina* dosificados con $15 \cdot 10^{-6}$ mg/l de DDT, dichos niveles se sitúan (Cox, 1972) en $5 \cdot 10^{-6}$ mg/cm².

En tales condiciones es claro que, aún muy por debajo de los niveles de saturación, el fitoplancton y la materia particulada inerte se convierten en importantes reservorios de estos productos, cuyo ciclo, como al principio se indicó, se cumplirá muy

predominantemente en aguas —y sedimentos— costeros.

Con frecuencia el razonamiento de que la notable capacidad de adaptación de los seres vivos irá restringiendo progresivamente el número de tipos moleculares de carácter xenobiótico, se utiliza para minimizar la importancia de la contaminación que su intensa y creciente circulación está generando. Si bien el razonamiento “in abstracto” parece correcto, la utilización merece ciertas puntualizaciones de índole práctica.

En primer lugar, la progresiva acumulación de productos sintéticos de elevada persistencia en los tejidos de numerosas especies —incluido el hombre— de “status” trófico elevado, es un hecho repetidamente constatado en los últimos años. Ello indica que, en cualquier caso, la dilatada vida media residual de estas estructuras crea un manifiesto desajuste entre sus ritmos de ingreso en el medio y sus tasas de degradación. Que un análogo desajuste se produzca entre el ritmo al que el hombre desarrolla nuevas estructuras persistentes y el de adaptación de la biosfera a ellas es, evidentemente, otra posibilidad a contemplar.

En segundo término deben tenerse en cuenta las implicaciones regresivas de la ventaja que las especies estrategas de la *r* tienen sobre las estrategas de la *K* para el desarrollo de soluciones adaptativas. La veloz expansión de estirpes de insectos DDT —resistentes,

paralela al no menos veloz decaimiento de las poblaciones de aves habitantes de zonas agrícolas, constituye un ilustrativo ejemplo de las ventajas que proporciona la intervención humana, aún guiada por propósitos opuestos, a las especies pioneras.

En relación con este caso podría añadirse que, si bien el término DDT—dechloridrasa sugiere la novedad de la enzima responsable de la resistencia de los insectos al DDT, la generalización de esta resistencia no derivó de la aparición “de novo” de los supuestos mutantes DDT— inducidos, sino de la expansión de estirpes preexistentes, poseedoras del mecanismo enzimático (en función de otras capacidades metabólicas por el momento desconocidas, o incluso a título de información redundante en el período pre-DDT) y por ende favorecidas por la presión selectiva del insecticida.

Por otra parte, existen indicios que permiten sospechar que ciertos tipos, probablemente bastante generalizados, de respuestas que cabe considerar adaptativas, pueden en cierto modo volverse en contra de la entidad biológica que los desarrolla. Ello ocurre porque tales respuestas, lejos de surgir como reacciones específicamente adecuadas a la acción que las desencadena, constituyen reacciones inespecíficas, estereotipadas, que usualmente se basan en la puesta en marcha de un mecanismo preexistente (ya actual, ya virtual: codificado en el genoma, pero sometido a represión) cuyas funciones propias pueden quedar afectadas por el reajuste.

Así, se ha demostrado que, en los vertebrados, la respuesta a una gran variedad de compuestos xenobióticos consiste en la elevación de los niveles de oxidasas de función mixta (OFM) hepáticas, elevación que se manifiesta a dosis muy inferiores a las necesarias para provocar la sintomatología de la intoxicación aguda y no guarda relación alguna con los mecanismos de la acción directa. Las OFM, enzimas inducibles, normalmente de baja especificidad de sustrato, pueden operar tanto en el metabolismo de compuestos endógenos de complejas implicaciones (por ejemplo hormonas esteroídicas), como en reacciones que facilitan la eliminación de compuestos exógenos (típicamente la introducción de grupos polares en moléculas hidrofóbicas). En estas circunstancias, el ingreso crónico a niveles subagudos de compuestos que, como los hidrocarburos clorados, son poderosos inductores de OFM, acaba suponiendo una alteración del equilibrio hormonal, forma indirecta de efecto lesivo que, de modo un tanto paradójico, tiene su origen en una respuesta formalmente adaptativa y formalmente detoxificante. El problema se agrava a menudo por la escasa eficiencia de las OFM frente a ciertos xenobióticos y porque algunos de los productos de transformación resultantes pueden conservar —a veces exaltada— la capacidad inductora.

A este respecto, cabe subrayar que la polémica en torno a la posible responsabilidad de los insecticidas organoclorados —e isómeros no insecticidas— en el declive de numerosas poblaciones

silvestres de aves, se ha resuelto finalmente en sentido afirmativo al haberse puesto de manifiesto, después de una interesante serie de trabajos (véase una revisión del tema en **Peakall**, 1975) que las enzimas inducidas por aquellos xenobióticos alteran el balance de estrógenos, y consiguientemente la regulación de los depósitos de calcio en la médula ósea durante el período de precría, en las hembras afectadas.

No parece que mecanismos de este tipo deban considerarse como casos aislados. Efectivamente, el citocromo P₄₅₀, componente característico de las cadenas de transporte electrónico vinculadas, en los vertebrados, a las OFM, se ha detectado asimismo, con similares funciones, en entidades biológicas tan alejadas de aquéllos como insectos y bacterias. En varios casos estudiados en este sentido, se constató que la presencia de diversos xenobióticos eleva notablemente los niveles de este componente, lo que delata un proceso inductivo análogo al que se acaba de comentar e incluso da pie a la utilización del citocromo P₄₅₀ como parámetro indicador, en estudios de campo, de la presencia de contaminantes de esta naturaleza.

De otro lado, existen indicios (**Murado et al.**, 1976; **Tejedor**, 1977) de que aún en entidades biológicas en las que este citocromo no ha podido ser puesto de manifiesto, se da un estereotipo de respuesta a compuestos xenobióticos en todo comparable a los anteriores, incluso en el caso de que la molécula inductora no sea susceptible de ataque por el sistema enzimático inducido.

Contaminación radiactiva

Las consecuencias de este tipo de contaminación se relacionan primariamente con las radiaciones ionizantes (tabla III), emisiones procedentes de la descomposición de isótopos inestables y caracterizadas por su capacidad, al interactuar con la materia, de arrancar electrones a los átomos.

Es esta capacidad de ionización la base de los efectos que determinan sobre las células vivas, en relación con los cuales deben de considerarse los siguientes casos:

1.— La pérdida de electrones por parte de los componentes de bajo peso molecular, como son la gran mayoría de los metabolitos, suele resolverse con la alteración de la estructura de alguno de sus enlaces y la descomposición de la molécula, que ulteriormente podrá recomponerse a partir de los fragmentos resultantes.

2.— Un importante caso particular de la situación anterior es el representado por el agua, medio en el cual la radiación determina una secuencia de reacciones del tipo:

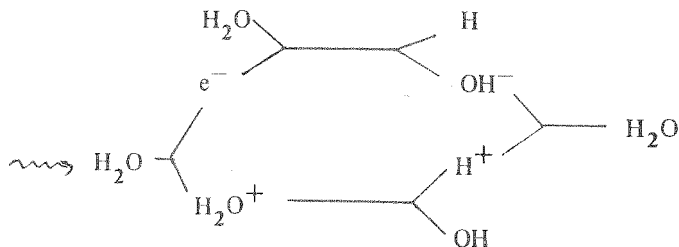


TABLE III.— Características de las emisiones relacionadas con los efectos radioecológicos.

EMISION	NATURALEZA	CARACTERISTICAS
Alfa	Corpuscular: núcleos de He	Penetración baja. Ionización local muy intensa
Beta	Corpuscular: electrones rápidos	Penetración media. Ionización local intensa
Gamma	Electromagnética. Origen en el núcleo atómico	Penetración alta. Ionización local baja, pero dispersa a lo largo de grandes trayectos.
X	Electromagnética. Origen en la periferia atómica.	Características similares a la emisión gamma.
Cósmica	Compleja: componentes corpusculares y electromagnéticos. Procedente espacio exterior.	Penetración y poder ionizante elevados, pero atenuados en tierra.
Neutrónica	Corpuscular. Sin carga	Penetración alta. No ionizantes, pero inductores de radioactividad en isótopos estables.

La intensa actividad química de los radicales sin carga (H) y (OH), cuya recombinación exige un tiempo relativamente largo ($2 \cdot 10^{-6}$ segundos), lleva a que, en compartimentos celulares o en tejidos con elevadas concentraciones de enzimas u otros componentes macromoleculares, exista una alta probabilidad de que interactúen con dichos componentes, inactivándolos, antes de recombinarse entre sí.

3.— La pérdida de electrones por parte de las macromoléculas biógenas tiene, asimismo, graves consecuencias. En primer lugar, por las importantes funciones que desempeñan estos componentes (enzimas, ácidos nucleicos). En segundo lugar porque, pese a la aparente falta de significación de un electrón dentro de la trama atómica de una estructura macromolecular, dicha pérdida acaba siempre por afectar un punto esencial para su actividad fisiológica. Efectivamente, aunque la probabilidad de que la ionización incida sobre uno de estos puntos es muy pequeña, la carga positiva creada por la radiación en cualquier otra localización tenderá a ser compensada por el desplazamiento de un electrón vecino, proceso cuya repetición genera una corriente electrónica que irá afectando a todos los enlaces de la molécula, hasta llegar a una localización que la altera irreversiblemente.

En relación con su actividad biológica es importante, además, distinguir entre las emisiones alfa, beta y gamma. La primera, poco penetrante a causa del gran tamaño de los núcleos de He, tiene una escasa

incidencia cuando procede de un emisor externo al organismo que la recibe. Si los átomos alfa-emisores, por el contrario, han sido absorbidos por el organismo, el tamaño de los corpúsculos emitidos determina ahora que la ionización que provocan se restrinja a un pequeño volumen, que recibe así una dosis "concentrada". Aunque, por el menor tamaño de los electrones, la radiación beta es más penetrante y su poder ionizante específico más débil, su actividad presenta una problemática similar a la de la alfa, por lo que sus fuentes, junto con las de ésta, se conocen como "emisores internos".

La elevada penetración de la radiación gamma (y X), derivada de su naturaleza electromagnética de corta longitud de onda, le confiere capacidad para provocar ionizaciones en el organismo que la recibe, desde fuentes situadas a distancia del mismo y que, por ello, se denominan "emisores externos".

Desde un punto de vista ecológico debe señalarse que, si bien la colonización de los medios continentales por la vida hubo de aguardar a la formación de la ozonosfera, capa que en la actualidad atenúa las radiaciones ionizantes procedentes del espacio exterior, es innegable que la biosfera se encuentra adaptada a unas ciertas dosis de radiación. Debidas a la emisión de los elementos radiactivos naturales y a los rayos cósmicos que atraviesan la ozonosfera, constituyen lo que se conoce como radiación de fondo y contribuyen incluso a la agilización de los mecanismos de

variabilidad genética. En este sentido no es dable, pues, considerar a la radiactividad como un factor ajeno a la dinámica biosférica.

El hombre, sin embargo, en los intentos que desde 1939 viene llevando a cabo para la utilización —con fines más o menos marciales— de la energía nuclear, no sólo procedió a concentrar los elementos radiactivos naturales, contribuyendo así a redistribuir las dispersas fuentes de la radiación de fondo, sino que ha recreado muchos otros, elevando de este modo dicho fondo. Los reactores rápidos o regeneradores, productores de más material fisionable del que consumen, constituyen el último y más inquietante paso (si olvidamos, naturalmente, la irracionalidad de los arsenales atómicos) dado en este sentido.

Como quiera que la vida media de los isótopos radiactivos depende exclusivamente de su estructura nuclear, los mecanismos metabólicos de los seres vivos no desempeñan papel alguno en su desactivación, siendo en este sentido que deben incluirse entre los contaminantes no disipables y que el concepto de no biodegradabilidad adquiere aquí un valor absoluto.

Así, aunque la problemática de los isótopos de corta vida media pueda reducirse a la casuística de la exposición directa (si bien es evidente que sus niveles ambientales dependerán de la relación entre sus tasas de ingreso en el medio y de desintegración), los de vidas medias más dilatadas experimentan una circulación enteramente análoga a la de los compuestos

xenobióticos, con idénticos resultados por lo que se refiere a su acumulación, posibilidades de provocar efectos diferidos y significado regresivo de estos.

En este caso se encuentran varios de los productos de fisión del uranio y otros núclidos vinculados a la producción de energía eléctrica por vía termonuclear, hoy día la fuente más importante de contaminación radiactiva. La dilatada vida media del ^{239}Pu ($2,4 \cdot 10^4$ años), así como su extremada toxicidad (10 microgramos causan cancer pulmonar), lo convierten en uno de los productos más alarmantes de esta actividad. Varios otros elementos, especialmente ^{137}Cs , ^{90}Sr y ^{106}Ru , aunque con vidas medias mucho más bajas (33, 28 y 1 años, respectivamente), se concentran con facilidad a lo largo de las redes tróficas, pudiendo mimetizar a elementos metabólicamente importantes e integrarse de modo duradero en ciertos tejidos, como ocurre con el ^{90}Sr en el tejido óseo. A título de ejemplo, en la fig. 7 se esquematiza una ruta de bioconcentración de notable potencial, pese a los escasos eslabones que la componen y a la moderada vida media del isótopo implicado.

Conviene destacar que el concepto de "límite máximo tolerable", elaborado por la publicidad nuclear para poder calificar de tolerables sus emisiones, resulta en buena medida carente de sentido. En primer lugar, por esta susceptibilidad de los isótopos radiactivos a los procesos de bioconcentración. Seguidamente, porque establecer un límite supone

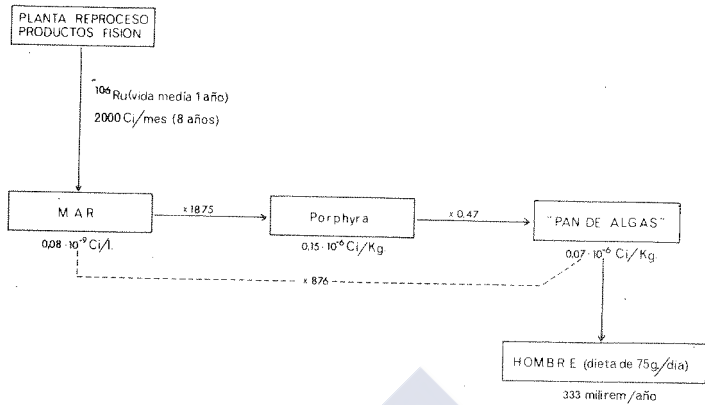


Fig. 7.— Bioconcentración de ^{106}Ru a lo largo de una cadena trófica simple (según Foster et al., 1971).

admitir que existe un umbral para los efectos de las radiaciones ionizantes, lo cual es falso, a su vez porque:

a) los efectos de dosis crónicas de bajo nivel, difíciles de evaluar, consisten en la elevación de la tasa natural de mutación, fenómeno que, según los genetistas, carece de umbral.

b) incluso la dosis mínima —una partícula— es capaz de dañar el núcleo de una célula, convirtiéndola en el foco de un tumor maligno y en transmisora del desajuste, si se trata de una célula germinal, a la descendencia.

Es claro que no existen soluciones realmente seguras contra este tipo de contaminación. Dejando a un lado el fantástico proyecto de embarcar los residuos en vehículos espaciales, todos los procedimientos de

ocultación —no es posible otra cosa— ensayados hasta la fecha, y cuya ingeniosidad no va más allá de arrojarlos al mar o sepultarlos en minas de sal, han resultado en mayor o menor medida ineficaces. Tal vez sea por ello que en España, al parecer, se ha optado en varias centrales nucleares por almacenar sus residuos en el interior de sus instalaciones, a la espera del remedio definitivo.



BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, M. (1965).— Biodegradation problems of molecular recalcitrance and microbial fallibility. *Adv. Appl. Microbiology* 7, 35–80.
- BEIRAS, X.M. (1972).— O atraso económico de Galicia. Ed. Galaxia (Vigo).
- BERG, G.G. (1969).— en “Chemical fallout”, p. 406. Charles C. Thomas Publ. Springfield (Illinois).
- CAMBRE MARIÑO, X. (1973).— “Galicia de hoxe. Problemática dun pobo en crise”. Ed. Centro Gallego de Buenos Aires.
- COMMONER, B. (1973).— “El círculo que se cierre”. Ed. Plaza y Janes (Barcelona).
- COX, J.L. (1972).— DDT residues in marine phytoplankton. *Residue Rev.* 44, 23–38.
- ENZENSBERGER, H.M. (1974).— “Para una crítica de la ecología política”. Ed. Anagrama (Barcelona).
- FOSTER, R.F.; OPHEL, I.L.; PRESTON, A. (1971).— En “Radiactivity in the marine environment”. *Nat. Acad. Sci. U.S.A.*

- LEBRETON, P. (1976).— Aspects écologiques de l'électro-nucléaire en milieu litoral. *Bull. Ecol.* 7 (1) 33–59.
- MARGALEF, R. (1974).— “Ecología”. Ed. Omega. (Barcelona).
- McINTYRE, F. (1975).— en “Oceanografía” (Selecciones del Scientific American). Ed. Blume (Madrid).
- MULLER, W.P.; KORTE, F. (1976).— en “Environmental Quality and Safety”, Vol. V, p. 237–46. Springer Verlag (Berlin).
- MUMFORD, L. (1967).— en “Natural resources, quality and quantity”. Ciriacy, Wantrup & Parsons, dirs. Univ. California Press. (Berkeley).
- MURADO, M.A.; TEJEDOR, M.C.; BALUJA, G. (1976).— Interactions between polychlorinated biphenyls and soil microfungi. Effects of Aroclor-1254 and other PCBs on *Aspergillus flavus* cultures. *Bull. Env. Contam. Toxicol.* 15 (6) 768–74.
- ODUM, E.P. (1969).— The strategy of ecosystem development. *Science* 164, 262–70.
- ODUM, E.P. (1972).— “Ecología”. Ed. Interamericana (México).
- ODUM, H.T. (1967).— en “Pollution and marine ecology” 99–157. Interscience (New York).

- PEAKALL, D.B. (1975).— en “Environmental dynamics of pesticides” 343–60. Haque and Freed Ed. Plenum Press (London).
- RANDERS, J.; MEADOWS, D.L. (1972).— “Los límites del crecimiento”. Ed. Fondo de cultura económica (México).
- SODERGREN, A. (1971).— Accumulation and distribution of chlorinated hydrocarbons in cultures of *Chlorella pyrenoidosa*. *Oikos* 22, 215–22.
- SPURR, G; SCRIVEN, R.A. (1974).— “British experience of the physical behaviour of heated effluents in the atmosphere and in various types of aquatic systems”. Coll. I.A.E.A. Oslo SM-187/2.
- TEJEDOR, M.C. (1977).— Incidencias de los bifenilos policlorados sobre los procesos metabólicos de ciertos microhongos. Tesis doctoral. Univ. Complutense (Madrid).



REGLAMENTACION INTERNACIONAL DE LAS
PESQUERIAS: INTERESES ESPAÑOLES Y
SOLUCIONES AL PROBLEMA PESQUERO

L.J. Sanchez y J.D. González Campos

—I—

1. El sector de la pesca posee considerable importancia dentro de la economía española. La flota pesquera está compuesta por unos 16.500 buques, con un total de 780.000 T.R.B., ocupando un lugar destacado dentro de las mundiales, por el número de buques con tonelaje superior a 100 T.R.B. El volumen de capturas se eleva a un millón quinientas mil toneladas, que alcanzan un valor en primera venta (lonjas) de 75.000 millones de pts., cifra a la que es preciso agregar un valor añadido del orden del 75^o/o del total anterior. En la pesca participan directamente unas 150.000 personas; indirectamente, de la pesca dependen industrias que ocupan cerca del millón y medio de trabajadores. Por lo que se refiere al sector conservero, en el participan unos 35.000 trabajadores, con una producción que puede estimarse por su valor en unos 8.000 millones de pts.

2. El dato más destacado del sector lo constituye el hecho de que sobre el total de capturas, los dos tercios de las mismas (un millón de toneladas) se realizan en caladeros situados en aguas próximas al litoral de otros Estados. En particular, en los caladeros de países miembros de la C.E.E. nuestras capturas se elevan a unas 215.000 toneladas; a 300.000 en los del litoral de Africa occidental y a 120.000 en áreas de América del Norte. España es un país que pesca en aguas distantes de sus costas, lo que genera una extremada dependencia del sector respecto de la estructura internacional de la pesca.

3. El sector pesquero español sufre en la actualidad los efectos de una doble crisis, internacional e interna. En primer término, puede hablarse de una “crisis internacional” que se concreta en el profundo cambio experimentado en las estructuras tradicionales del Derecho del Mar desde el período 1960–1975. En materia de pesca, su consecuencia principal ha sido la progresiva reducción de los espacios marítimos antes regidos por el principio tradicional de la pesca en la mar libre; quedando sometidos los distintos caladeros donde habitualmente ha venido faenando la flota española al exclusivo control y aprovechamiento de los recursos por parte de los Estados ribereños.

Debe destacarse el dato de que en el período de crisis de 1960–1975 las capturas de la flota española han pasado de unas 900 mil toneladas a la cifra actual de 1.500.000. No obstante, si el proceso de exclusividad en el aprovechamiento de los recursos se

acentúa, como es previsible, sin que se adopten soluciones apropiadas, quedaría comprometida gran parte de la actividad futura del sector pesquero, siendo imposible mantener el volumen actual de capturas que se realizan en aguas distantes de nuestro litoral. Ello afectaría decisivamente al desarrollo del sector, así como el abastecimiento del mercado nacional.

4. En segundo lugar, cabe hablar de una “crisis interna” cuyas manifestaciones son diversas deficiencias estructurales del sector pesquero, que asimismo condicionan su desarrollo futuro. En su conjunto, tales deficiencias son el resultado de la crisis del modelo de Estado y de relaciones económicas vigentes en España durante las últimas décadas.

5. Es obvio que entre **ambos aspectos de crisis**, interno e internacional, existen **íntimas relaciones**. De manera que puede estimarse que sus efectos son, de hecho, acumulativos.

—II—

6. Es una evidencia que el Derecho del Mar atraviesa una importante **crisis en sus estructuras** desde hace algunos años. Una de las manifestaciones más acusadas de dicha crisis afecta precisamente a la ordenación jurídica de las pesquerías, y se deriva de la acción de tres factores de gran importancia en la actual Sociedad internacional.

A) En primer término, destaca el **cambio experimentado en la composición de la propia Sociedad internacional**, como consecuencia del proceso de **descolonización** operado en las dos últimas décadas. El nacimiento de nuevos Estados ha contribuido a la impugnación del Derecho del Mar tradicional, construido a partir del siglo XVII sobre la base de principios del capitalismo europeo, interesando en la explotación de sus colonias, y tomando como referencia los intereses de las grandes potencias marítimas. El principio de libertad de los mares —concluido el principio de libertad de pesca en alta mar—, constituía la expresión de la hegemonía europea en el proceso de formación inicial. Las razones de la impugnación son, pues, obvias en este sentido.

En segundo lugar, la descolonización se tradujo en el nacimiento de un poderoso **grupo de presión de Estados en vías de desarrollo**, que condicionó el proceso de evolución y desarrollo progresivo del Derecho del Mar, institucionalizando en las Naciones Unidas. En la III Conferencia de las N.U. sobre Derecho del Mar, se exige una mayoría reforzada de dos tercios en todas las fases del proceso, aspirándose al consenso respecto a los asuntos de fondo. De esta forma, es imprevisible un futuro acuerdo global que no proteja suficientemente los intereses de los Estados jóvenes, que son, en su mayor parte, Estados en vías de desarrollo.

Finalmente, la propia conciencia de su particularismo ha impelido a los Estados recientemente

descolonizados a adoptar posturas comunes a nivel regional. Así se explican la Resolución de 1971 de la Organización para la Unidad Africana y la Declaración de 1973 hecha por la misma organización internacional c.f.r. respectivamente S. ODA: **The International Law of the Ocean Development** (Basic Documents). Leyden, 1972, págs. 363 y , y la obra del Gobierno islandés **The evolving limit of coastal jurisdiction**. Reykjavik, 1975. págs. 114 a 119), en las que se propone a los Estados africanos, en su mayor parte de independencia reciente, la adopción de medidas comunes para la protección de sus recursos marinos sobre bases maximalistas en su extensión. Estas actitudes regionales tienen gran importancia para España.

B) El **segundo** factor relevante en la crisis actual se refiere al **imperativo del desarrollo económico**, como ideología dominante en la era de las Naciones Unidas, que ha hecho que los recursos del mar —renovables y no renovables— sean considerados necesariamente desde la óptica de la “soberanía permanente sobre los recursos naturales” de los Estados ribereños, sometiéndolos a su exclusivo aprovechamiento. Este proceso se inicia en la Resolución de la Asamblea General de las N.U. 1803 (XVII), que establece el principio con carácter general y no con carácter específico respecto a las riquezas del medio marino (lo mismo sucede en las Resoluciones de la A.G. de las N.U. 2158 (XXI), 2386 (XXIII) y 2692 (XXV), que se refieren al mismo tema).

No obstante, el momento más importante a los fines de nuestro estudio se materializa en la Resolución 3016 (XVII), aprobada por la A.G. de las N.U. el 18 de diciembre de 1972, en cuyo texto

“Reaffirms the right of States to permanent sovereignty over all their natural resources, on land within their international boundaries, as well as those found in the sea bed and the subsoil thereof within their national jurisdiction and in the superjacent waters”.

En este momento se produce la **sincronización de dos procesos aparentemente** independientes: el fenómeno de **apropiación** por los Estados costeros de los espacios marítimos adyacentes a sus costas, a los fines del aprovechamiento de sus recursos naturales, y la declaración de **soberanía permanente** sobre los mismos. Esta misma línea argumental ha encontrado continuación en la Resolución 1737 (LIV), aprobada por el Consejo Económico y Social el 4 de mayo de 1973, en la que se señala que “both the exploration and the exploitation of such natural resources shall be subject in each country to national laws and regulations”. En otros términos, como todo Estado tiene un derecho de soberanía permanente sobre los recursos naturales situados bajo su jurisdicción, tiene competencia para someter a su reglamentación nacional todas las materias relativas a la exploración y explotación de tales recursos.

C) Finalmente, debe tenerse en cuenta el **factor tecnológico** como elemento que coadyuda a la crisis e

impugnación de las viejas normas del ordenamiento del mar. La moderna tecnología ofrece aspectos positivos para los Estados, puesto que contribuye a un mejor conocimiento de su medio marino y de los recursos en el existentes. De esta forma se explican los espectaculares incrementos obtenidos en la extracción de recursos naturales —especialmente pesqueros—, y la potestad del Estado ribereño para regular la investigación científica en sus espacios marítimos (cfr. el art. 49 del “Texto único revisado de negociación”, Doc. A/CONF. 62/W.P. 8/Rev. 1/Part II, de 6 de mayo de 1976). La otra cara de la moneda nos muestra en qué forma ha influido **negativamente** el desarrollo tecnológico, ya que ha supuesto una amenaza al medio marino, por efecto de otros usos del mar, con una creciente contaminación que pone en peligro el equilibrio biológico del medio y, en concreto, el normal desarrollo de los recursos renovables. Por otra parte, el perfeccionamiento de la capacidad de extracción ha propiciado la aparición de situaciones de “sobrepesca”, que afectan a especies y áreas marítimas concretas. De ahí la sensibilidad de los Estados ribereños a la adopción de **medidas de conservación** en el interior de sus espacios nacionales. Frente a esta nueva situación, las normas tradicionales ofrecían una respuesta demasiado simple e inoperante: libertad absoluta.

7) Estos factores —político, económico, estratégico— han justificado la **extensión**, a distintos títulos, de las competencias de los Estados ribereños

sobre los espacios marítimos adyacentes a sus costas. De este modo, la dialéctica entre el postulado tradicional de la libertad de pesca en el mar libre y las nuevas exigencias de exclusividad en el aprovechamiento y control de los recursos del mar adyacente, se resuelve en la primacía de este segundo aspecto de la contradicción. Esta realidad, perceptible desde la década de 1960, hubiera debido generar en la Administración española una nueva orientación en materia pesquera, que no se produjo; confiándose en exceso, hasta fechas recientes, en el mantenimiento del postulado tradicional de la libertad de pesca.

8. El proceso al que aludimos en el apartado anterior puede reducirse a las siguientes fases. La primera fase se sitúa en el continente americano y está teñida de un fuerte maximalismo, puesto que se crean zonas nacionales para la explotación y conservación de los recursos naturales —renovables y no renovables— del mar, hasta una distancia de 200 millas. Se inicia el 28 de septiembre de 1945 por dos **Proclamas del Presidente Truman**, sobre pesquerías y plataforma continental, extendiendo la jurisdicción y el control de los Estados Unidos sobre los recursos existentes en los sectores marítimos adyacentes a las costas americanas hasta una distancia indeterminada (cfr. el texto de ambas Proclamas en *American Journal of International Law*, 1946, n^o 1, págs. 45 a 48). Esta acción unilateral fue seguida inmediatamente por otros Estados de Centro y Sudamérica, la mayor parte de los cuales establecían zonas únicas para todos los recursos, comprendidos los de la plataforma continental y de las

aguas suprayacentes, hasta una extensión de 200 millas. Se iniciaba así un particularismo americano en esta materia. Merecen ser citados en este orden de ideas el Decreto argentino de 11-12-46, la Declaración chilena de 23-6-47, el Decreto peruano de 1-8-47, los Decretos leyes de Costa Rica de 27-7-48 y de 2-11-49 y el art. 7 de las Constitución de El Salvador de 14-9-50 (Cfr. toda esta legislación y otra complementaria en América Latina y la extensión del mar territorial. Montevideo. 1971). El punto final de esta primera fase fue la Declaración de Santiago de Chile de 1952, en la que Chile, Perú y Ecuador proclamaron "la soberanía y jurisdicción exclusivas que a cada una de ellas corresponde sobre el mar que baña las costas de sus respectivos países, hasta una distancia mínima de 200 millas marinas" (Cfr. el texto en América Latina y la extensión del mar territorial, op. cit., págs. 117 y ss.).

La segunda fase se inicia con lo que podríamos denominar la era de la institucionalización en la codificación y desarrollo progresivo del Derecho del Mar bajo el amparo de las Naciones Unidas. La I Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar produce como resultado el Convenio sobre Pesca y Conservación de los Recursos Vivos del Alta Mar de 1958, en el que se opera un defectuoso tratamiento del problema, reconociendo únicamente el interés especial de los Estados ribereños en mantener la productividad de los recursos vivos del alta mar adyacente a su mar territorial (art. 6, prof. 1º), pero sin crear zonas pesqueras sometidas a la exclusiva

jurisdicción de aquéllos. Como quiera que la reglamentación internacional de las pesquerías presentara caracteres litigiosos y fuertes impugnaciones, se celebra en 1960 la II Conferencia de las N.U. sobre Derecho del Mar, en la que se propone expresamente la adopción de una zona exclusiva de pesca de 6 millas, complementaria a un mar territorial también de 6 millas. Sin embargo, aunque la propuesta no fue aceptada, se desencadena a partir de este momento una serie de **actos unilaterales** por parte de los Estados, que crean a través de sus respectivas legislaciones nacionales zonas de pesca en anchuras iguales o superiores a 12 millas, hasta el punto de consolidarse en la práctica esta nueva categoría jurídica con carácter autónomo (Para comprobar los datos concretos de cada país, recomendamos la consulta de las siguientes obras, Departamento de Estado norteamericano: **International Boundary Study. Series A. Limits in the Seas. national Claims to Maritime Jurisdictions**, n° 36, de 1 de marzo de 1973; **United Nations Legislative Series**, ST/LEG/SER, B/15 y 16.

La tercera fase cabe situarla a partir de 1970. Se caracteriza por tres factores distintos, desde la perspectiva de la ampliación por los Estados de sus espacios marítimos para el aprovechamiento y control de los recursos. En primer término, porque las zonas exclusivas de pesca consolidadas en la década anterior, se hacen cada vez más amplias: 50 millas en Islandia, en 1972, y 200 en 1975; 70 millas en Marruecos, en 1973; 130 millas en Gana, en 1973, 50 millas en Irán en el mismo año; 50 millas en Pakistán, también en

1973; 110 millas en Senegal, en 1972; 200 millas en Somalia, en 1973, etc. Por otra parte, se detecta en los últimos años una tendencia muy acusada, favorecida por el rumbo de los trabajos en Naciones Unidas, a la **creación de un nuevo espacio: la zona económica exclusiva**, hasta una distancia de 200 millas. Así sucede en el ámbito de la C.E.E. y en las legislaciones nacionales de Méjico, Estados Unidos, Noruega, República Malgache (hasta 150 millas), etc. En esta misma tendencia pueden quedar agrupados muchos países americanos, que han extendido sus zonas de recursos hasta 200 millas primitivas en “mar patrimonial” y Argentina, que ya se había adelantado en 1966-67, estableciendo 200 millas para sus pesquerías nacionales (Estos datos pueden confrontarse en las publicaciones citadas en la nota anterior, y además en *International Legal Materials* y en el *Keesings Contemporary Archives* de los años indicados). Finalmente, el factor determinante de la fase actual lo constituye la III Conferencia de las N.U. sobre Derecho del Mar, en la cual la zona económica exclusiva de 200 millas de anchura parece aceptada generalmente (cfr. los arts. 44 y ss. del “Texto único revisado de negociación”. Doc. A/CONF. 62/WP. 8/Rev. I/Part II).

9) La consecuencia de lo anterior puede resumirse en que la tendencia hoy dominante en el nuevo Derecho del Mar es la de establecer una zona o espacio marítimo amplio (200 millas desde la línea de base que sirve para medir la anchura del mar territorial), en el

cual el ribereño posee competencia exclusiva en materia de conservación y aprovechamiento de los recursos renovables y no renovables del medio marino, así como para prevenir la contaminación del medio y regular la investigación científica. Esta tendencia se ha manifestado de modo palpable en un número considerable de extensiones unilaterales, que comprende tanto a países desarrollados, como a países en vías de desarrollo. De ello se deduce que la **III Conferencia de las N.U. sobre Derecho del Mar** deberá limitarse, en definitiva, a recoger esta orientación de la práctica. En este sentido, el proceso ya es irreversible y aunque la conferencia llegara a un fracaso en este punto, la historia pasada de 1960 nos enseña que la práctica de los restantes Estados se encargaría de hacer realidad lo que no fuera posible a través de un convenio multilateral general. Sin embargo, no creemos que esta última posibilidad llegue a producirse, dado el gran número de valedores con que cuenta la zona económica exclusiva.

10) Frente a estos claros datos que nos ofrece la realidad de las cosas, **la actitud por parte de la Administración española** es vacilante y temerosa. Al menos, lo ha sido en el pasado inmediato, acaso como consecuencia de la inexistencia de una política exterior y marítima coherente. Así ha sucedido, por ejemplo, respecto al establecimiento en el **Derecho español del sistema de líneas de base rectas** para medir la anchura de nuestro mar territorial, ha sido necesario esperar al Decreto de 5 de marzo de 1976. Como es sabido, dicho

sistema tiene un efecto de protección sobre sectores marítimos sensibles o neurálgicos del Estado ribereño y amplía en la práctica la extensión de sus aguas jurisdiccionales; es decir, resultaba imperativo para España que posee en su territorio nacional dos archipiélagos (Canarias y Baleares) y posee en la proximidad de sus costas dos importantes rutas para la navegación internacional. Igualmente, el factor de protección que supone un mar territorial de 12 millas, aceptado generalmente, no fue establecido en España hasta la ley de 4 de enero de 1977. De otro lado, los **Cuatro Convenios de Ginebra de 1958** no fueron aceptados por España hasta 1971, tardía incorporación que no encuentra justificación lógica.

Por lo que se refiere a la **política pesquera** española, en su componente internacional, el balance tampoco es favorable. La reciente medida comunitaria de ampliación de sus aguas pesqueras a 200 millas era conocida y esperada desde hace algún tiempo y, sin embargo, fue presentada a la opinión pública como una medida discriminatoria y sorpresiva. En este caso, España poseía una baza no despreciable para la negociación, puesto que los países miembros de la C.E.E. son partes, con nuestro Estado, del **Convenio Europeo de Pesca**, hecho en Londres el 9 de marzo de 1964. En el artículo 3 de dicho convenio se determinaba que “en la zona comprendida entre las seis y las doce millas, medidas a partir de la línea de base del mar territorial, el derecho de pesca será ejercido únicamente por el Estado ribereño, así como por las otras Partes contratantes cuyos buques de pesca

hayan practicado habitualmente la pesca en esta zona entre el 1º de enero de 1953 y el 31 de diciembre de 1962". Este reconocimiento expreso de los derechos históricos, junto a los términos del artículo 10 que prevé la coexistencia del régimen convencional de Londres con otros regímenes particulares de pesca entre los Estados parte, incluidos los de la C.E.E. en cuanto tales, concedían posibilidades para una negociación iniciada antes de la medida efectiva de extensión.

En otro plano distinto, España no ha tenido una **política de cooperación internacional** respecto a los países en vías de desarrollo, que potenciara su futura situación negociadora frente a las inminentes extensiones por parte de estos en sus espacios marítimos. La Resolución adoptada por la IV Conferencia de Jefes de Estado o Gobierno de países no alineados, celebrada en Argelia en 1973, recomendaba a los participantes la progresiva extensión de sus zonas marítimas de recursos. Ello no era nuevo, puesto que recogía los precedentes del Comité Consultivo Legal Afroasiático (Colombo 1974, Lagos 1972, y Nueva Delhi 1973), de la II Reunión Ministerial del Grupo de los 77 (Lima 1971), de la Conferencia de Ministros de los países del Caribe (Santo Domingo 1972), del Seminario Regional de Yaundé (1972) y de las reuniones de la U.N.C.T.A.D. (Santiago de Chile, 1972), y de la O.U.A. (Addis Abeba, 1973) (cfr. en este sentido *The evolving limit of coastal jurisdiction*, op. cit., págs. 122 a 124). La

actitud de estos Estados, entre los que se encontraba casi todos los africanos, repetidamente manifestada, no era la de cerrar rígidamente sus zonas de recursos a las flotas extranjeras, sino la de establecer un sistema de cooperación económica que favoreciese sus intereses nacionales de desarrollo frente a los países eventualmente interesados en continuar allí sus pesquerías. Estos datos indicativos no fueron valorados correctamente por la Administración española, que siempre se limitó a reaccionar negativamente a posteriori, es decir, una vez que las medidas habían sido tomadas.

Finalmente, debe recordarse el período en el que España ejerció la administración del territorio del **Sahara occidental**. Conocida la importancia del banco pesquero sahariano, España no adoptó medidas especiales de conservación en el sector, puesto que se limitó a la insuficiente extensión de la Ley española de pesca de 8 de abril de 1967, que determinaba solamente doce millas de exclusividad. Como consecuencia se produjo la concurrencia de multitud de flotas extranjeras, que contribuyeron a la depauperación de las riquezas pesqueras en el área. Resulta aún más sorprendente que tras la entrega del territorio a Marruecos y Mauritania en el llamado Acuerdo de Madrid, no se aludiera a la situación futura de la flota española en el sector marítimo sahariano, aspecto que afecta directamente a los intereses canarios en el tema.

12. La tendencia ampliacionista hasta 200 millas hoy imperante a nivel general, afecta directamente a

los intereses españoles en materia de pesca, pues, como se ha dicho, los 2/3 del volumen total de capturas se efectúa en aguas distantes, sometidas ya o que pueden ser sometidas en un futuro inmediato, a la exclusiva competencia de los Estados ribereños, en orden al aprovechamiento de los recursos. En esta doble dimensión, esto es, valorando los intereses españoles en las distintas áreas pesqueras y la actitud de los Estados interesados respecto a la extensión de sus aguas jurisdiccionales, cabe distinguir las siguientes situaciones:

A) El sector de la C.E.E. es de importancia primordial y de futuro, hasta que no se produzca la total integración de España en la Comunidad. El número de buques que opera oscila entre los 1.100 y los 1.250, con unas capturas aproximadas de 200.000 a 220.— Toneladas. Todo el conjunto ha sido afectado por la reciente extensión de las aguas pesqueras comunitarias a 200 millas.

B) En el área de América del Norte (Canadá, Estados Unidos, Méjico) faenan un número de buques cercano a los 150, con capturas próximas a 110.000/130.000 toneladas. También en este área existen zonas de 200 millas.

C) Por lo que se refiere a América del Centro y del Sur, las estadísticas son menos fiables y más incompletas, aunque es previsible el interés español en los recursos atuneros existentes. En cualquier caso, la casi totalidad de las aguas están comprendidas en extensiones de 200 millas.

D) Dentro del **continente africano**, la fachada atlántica ofrece varias zonas de gran interés para las pesquerías españolas (y más concretamente, Canarias). En primer término, el **área de Marruecos, Sahara occidental, Mauritania y Senegal**, posee caladeros donde faenan unos 900 buques españoles, con unas capturas cifradas entre las 300.000/350.000 toneladas. Se trata de una zona conflictiva tras la entrega del Sahara occidental y de su banco pesquero, a lo que debe añadirse las extensiones de Marruecos y Senegal en materia pesquera. El **sector situado más al sur**, desde el Golfo de Guinea a Sudáfrica, sirve de actuación a unos 170 buques, con capturas estimadas en cerca de 200.000 toneladas. Se hace imprescindible en este sector una adecuada planificación de la política pesquera española, puesto que es previsible que en un plazo corto o medio se proceda mayoritariamente a la extensión de las aguas jurisdiccionales entre los países de la zona. No obstante, al tratarse de un área deprimida económicamente, las posibilidades de participación sobre una base de cooperación económica son importantes.

E) Finalmente, en el resto de la **Europa no comunitaria**, nuestras relaciones pesqueras afectan fundamentalmente a dos países (Noruega y Portugal), en cuyas aguas faenan casi 500 buques, con unas 130.000 toneladas de capturas. Se trata de dos países de características diferentes, pero junto a la anunciada ampliación noruega a 200 millas, (la ley portuguesa de 28 de mayo de 1977 ha creado una zona económica exclusiva de 200 millas). Por ello, se hace

imprescindible iniciar negociaciones con estos dos países, máxime si pensamos que gran parte de la flota española que opera en el país vecino es de bajura, y la reciente ampliación portuguesa producirá unos costos sociales importantes. Naturalmente, el **Convenio pesquero hispano-portugués de 1969** habrá de ser sustituido.

—III—

Crisis interna: manifestaciones

13. En relación con la que se ha calificado de “crisis interna” del sector pesquero, pueden retenerse, como datos más significativos, los siguientes, en relación con las deficiencias estructurales del sector:

A) Por lo que se refiere a la **composición de la flota pesquera**, de sus 16.500 buques unos 12.000 son los integrantes de la llamada flota “artesanal” y sólo unos 4.500 los componentes de la llamada “flota industrial”. Si consideramos el **crecimiento** de uno y otro subsector, destaca el hecho de que mientras el primero no ha crecido en los últimos diez años a un ritmo superior al 10^o%, al margen de una escasa renovación de los buques, en el sector de la flota “industrial” se ha operado un desarrollo cercano al 100^o%. De otra parte, se registra el hecho de que cerca de 1/3 de la flota, en su conjunto, se halla compuesta por buques de más de 20 años de construcción, lo que incide en su rendimiento así como en las condiciones

de trabajo del personal a bordo; envejecimiento parcial de la flota que se aprecia, claro es, con mayor fuerza en el subsector de la flota artesanal que en de la industrial.

B) Este desigual desarrollo del sector, en su conjunto, con evidentes ventajas para la flota "industrial" la gran altura, deriva de la política seguida en el período de los Planes de Desarrollo (1964-1975) y de las líneas de crédito establecidas, en distintas disposiciones (O.M. de 4 de febrero de 1964, 31 de julio de 1971, etc.) de conformidad con tales objetivos. Complementariamente, se ha buscado una **concentración capitalista**, mediante la creación de "empresas pesqueras de dimensiones adecuadas" (Decreto 1541/1972, de 15 de junio, artículo 20 bis, texto refundido de la Ley del III Plan de Desarrollo Económico y Social), principales beneficiarios de las líneas de crédito oficial. Dos recientes disposiciones, los Decretos 2517/76, de 8 de octubre, sobre empresas pesqueras conjuntas y 2529/76, de 30 de octubre, sobre primas al desguace de pesqueros, al operar sobre esta estructura económica desigual, son susceptibles de acentuar las diferencias entre los dos subsectores, sin aportar soluciones adecuadas al más necesitado de ellos.

C) Las instalaciones portuarias, elemento de primera importancia para el desarrollo del sector pesquero han presentado y presentan diversas insuficiencias, en la mayor parte de los puertos. Cabe señalar, principalmente, las relativas a la extensión y características de las dársenas de flotación, al calado

insuficientes para buques de cierto tonelaje, a las instalaciones pesqueras (muelles, varaderos, lonjas, almacenes, frigoríficos, etc.) o a las complementarias de la pesca (fábricas de hielo, talleres, etc.). Las previsiones hechas a partir del II Plan de Desarrollo no se han cumplido totalmente; siendo posible señalar, a este respecto, ciertas **desigualdades regionales**.

D) La **estructura financiera y comercial del sector** es inadecuada, en diversos extremos: los **mecanismos de crédito oficial**, no han sido suficientemente amplios, ni adaptados a las características de sus dos subsectores, de manera que se registra, en general, una descapitalización del conjunto del sector pesquero; existe un **creciente aumento de costes**, en especial a partir de finales de la década de 1960, que en algunos casos (combustibles) se eleva sobre el 300^o/o y, en los restantes, alcanza un promedio del 85^o/o; La **comercialización** de los productos pesqueros es insatisfactoria, en dos aspectos esenciales: los **precios en lonja** (primera venta), que siguen dominados por el sistema de subasta a “la baja” calificado oficialmente como “mercado de competencia imperfecta” en donde un grupo de “intermediarios” condicionan los precios, al margen de la demanda y en contra de los intereses de los pescadores (oligopolio bilateral de oferta y demanda); en segundo lugar, los **canales de comercialización**, inadecuados para el volumen actual de capturas y con efectos perturbadores en el sistema de precios con **oscilaciones** muy elevadas (sobre el 25^o/o). Las previsiones de los Planes de Desarrollo para una progresiva transformación de los circuitos de

comercialización y de fijación de precios no parece que hayan logrado efectos sensibles; subsistiendo, en cambio, los periódicos conflictos de precios con la industria conservera.

E) En lo que se refiere a los aspectos profesionales y de condiciones de trabajo en el sector pesquero, existen diversos aspectos que, tradicionalmente, han operado de forma negativa: entre ellos, deben ser tenidos en cuenta: la insuficiente representación y protección de intereses en el marco de la organización sindical antes vigente; la inaplicación de las normas laborales (salarios, jornada de trabajo, descansos) o la insuficiencia de esta normativa para las condiciones sociales actuales; el insatisfactorio estado de los regímenes de previsión social, o la defectuosa aplicación de las medidas sobre prevención de accidentes, etc. que contribuyen a caracterizar el sector, en esta dimensión, como un ámbito "deprimido". A ello cabe agregar, de otra parte lo limitado del esfuerzo realizado en materia de formación profesional, con miras a conseguir profesionales altamente cualificados, de acuerdo con las exigencias de la actual tecnología del sector.

F) Finalmente, debe destacarse, por lo que se refiere a la Administración pública en el sector pesquero, que esta ha contado con medios insuficientes y no ha buscado, pese a algunos intentos una adecuada descentralización sobre bases regionales, lo que habría contribuido a una mayor eficacia en el examen de los problemas del sector. Complementariamente, en lo que

respecta a la actividad de la Administración, se registran notables insuficiencias en varios órdenes: junto a las indicadas, de carácter **financiero** o de comercialización de los productos, en que no se han **corregido** los desequilibrios existentes, o no ha existido una financiación adecuada a las necesidades de ambos subsectores, no se ha proseguido un programa global de renovación de la flota pesquera, no se ha dotado a los servicios de vigilancia de la pesca de medios suficientes, ha sido limitada la investigación pesquera así como las medidas adoptadas para evitar la **contaminación** del medio marino, que ha dañado ciertas zonas de nuestro litoral. Finalmente, todos estos extremos han sido potenciados por la ausencia de una adecuada política **pesquera** en su doble dimensión, interna e internacional, operándose, en ambos casos, con medidas **coyunturales**.

—IV—

14) El examen de las posibles soluciones al problema pesquero en su dimensión internacional debe partir de un dato, en ocasiones olvidado: que la exclusividad de los Estados ribereños en la conservación y aprovechamiento de los recursos vivos del mar adyacente a sus costas engendra una ulterior contradicción, en función del grado de desarrollo económico de los Estados costeros. En el caso de la mayor parte de los países en vías de desarrollo, la exclusividad de aprovechamiento se convierte en un poder “formal”, por carecer de una flota “industrial”

que asegure el mantenimiento de las capturas. Con la consecuencia de que los recursos vivos del mar —por ser renovables y de vida limitada— se pierden para el consumo humano, si no son aprovechados.

No obstante, tal contradicción es sólo aparente: la mayoría de los países en desarrollo tratan de resolver mediante la cooperación con otros Estados, negociando acuerdos con terceros Estados en los que la participación por estos en el aprovechamiento de los recursos de la zona se integra en el marco de una contribución al desarrollo económico del Estado ribereño y, en particular, al desarrollo de su industria pesquera. El contenido tradicional de los acuerdos de pesca queda así sustancialmente transformado, pues no se trata ahora del pago de un canon por tonelada de pescado capturado en el área en que se autoriza la pesca o ilusorias condiciones de reciprocidad, entre los dos Estados, abriendo las respectivas zonas a las flotas de pesca de uno y otro. Los nuevos acuerdos pesqueros son un instrumento de financiación del desarrollo económico de los ribereños, países en vías de desarrollo, sobre la base de una mutua ventaja.

Se ha dicho que los nuevos convenios de pesca son un medio para financiar el desarrollo económico de los Estados ribereños y ello se evidencia, en efecto, en su **estructura básica**: primero, de una parte, la autorización de pesca se condiciona, de ordinario a la concesión por el tercer Estado de créditos de bajo interés a nivel gubernamental (créditos “blandos”); también en **segundo** lugar, a inversiones privadas, de

distinta índole, entre ellas, la creación de empresas mixtas con aportación por los terceros de buques, tecnología, personal, etc. de que carece el ribereño; en **tercer lugar**, al establecimiento de medidas comerciales, que permitan la entrada de contingentes libres de derechos, para las conservas de pescado elaboradas en el Estado ribereño; **finalmente**, a la adaptación de un programa de formación profesional o la participación del tercer Estado en la investigación pesquera. Todos estos elementos de la negociación requieren una importante financiación por parte del Estado, bien directamente, bien indirectamente, a través de medidas de desgravación fiscal, ayuda a las inversiones privadas, reducción de derechos de importación, etc.

16) Este **postulado general** de la **negociación de convenios** pesqueros se halla presente incluso en el marco de las soluciones generales que pueden ser adoptadas por III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, cuyos trabajos se prosiguen, tras la labor preparatoria de la Comisión de Fondos Marinos y Oceánicos (1971-1973) en sus aspectos sustantivos, desde la reunión de Caracas del verano de 1974.

En efecto, el “Texto Unico revisado de Negociación” (Doc. /A/ CONF, 62, WP.8/Rev.1) en su Parte II, Capítulo III, artículos 44-63 consagra el establecimiento de un espacio marítimo, la “Zona económica exclusiva”, de una anchura de 200 millas náuticas medidas a partir de las líneas de base del mar

territorial, en la que el ribereño posee soberanía sobre los recursos naturales, vivos y no vivos de la zona, a los fines de la exploración, explotación, conservación y administración de tales recursos. En lo que respecta al régimen de **utilización de los recursos** vivos de la zona, el **artículo 51** del texto antes citado prevé que “Cuando el Estado ribereño carezca de la capacidad necesaria para pescar toda la captura permisible, dará acceso a otros Estados al excedente de la captura permisible, mediante acuerdos u otros arreglos...” con esos otros Estados; los cuales podrán pescar en la zona, con sujeción a los reglamentos adoptados por el Estado ribereño:

El acceso a los **excedentes de captura** por terceros Estados supone una importante atenuación al principio de “exclusividad”, de aprovechamiento de los recursos pesqueros. Ahora bien, esta **facultad de acceso se halla sometida a diferentes condiciones**: 1) En primer lugar, al presupuesto de que existan tales excedentes; circunstancia que será determinada por el propio ribereño en función tanto de su capacidad real de captura como en atención a las medidas de conservación adoptadas por el para promover una utilización óptima de los recursos de la zona. 2) En **segundo lugar**, a la eventual preferencia de acceso respecto de ciertos Estados “desventajados”: los Estados sin litoral, así como los Estados en desarrollo de la región con características especiales; y —extremo este aún sin resolver— en último lugar, supuesto un régimen de “preferencias”, los Estados que habitualmente han faenado en la zona. 3) Finalmente,

el acceso se condiciona, en todo caso, a la negociación de acuerdos u otros arreglos con terceros Estados.

17) La **vinculación** del acceso de terceros a los excedentes de captura existentes en la zona **con el desarrollo económico del ribereño** se pone de relieve en el artículo 51 del Texto Unico Revisado de Negociación, al aludirse a los reglamentos que el Estado costero puede adoptar en su zona. Como extremos más significativos, merecen ser tenidos en cuenta los siguientes:

A) Que el ribereño puede reglamentar no sólo los aspectos normales de las operaciones pesqueras (especies, cuotas, número de buques, temporadas, zonas de pesca, aparejos, etc.), sino también, “el pago de derechos y otras formas de remuneración que, en el caso de los Estados ribereños en desarrollo, podrán consistir en una compensación adecuada con respecto a la financiación, el equipo o la tecnología de la industria de la pesca...” Igualmente, los reglamentos del ribereño podrán exigir de los terceros Estados “la descarga de toda la captura, o parte de ella” en los puertos de su litoral podrán fijar, asimismo, “las modalidades y condiciones relativas a las empresas conjuntas o a otros arreglos de cooperación”.

B) En segundo lugar, el Estado ribereño podrá solicitar de los terceros Estados que pescan en su zona la realización de “determinados programas de investigación de pesquerías”, o que se concierten arreglos adecuados para satisfacer las necesidades del

ribereño “en cuanto a la formación de personal y la transmisión de la tecnología de la pesca, incluido el aumento de la capacidad del ribereño para emprender investigaciones en materia de pesquerías”.

18. Estas referencias de la práctica actual, así como del régimen general previsto en la III Conferencia de las N.U. sobre el Derecho del Mar, sugieren ciertas conclusiones, de cara al futuro: en primer lugar, que el mantenimiento o eventual ampliación del volumen de capturas por la flota española en aguas distantes de nuestro litoral se halla **condicionado por la celebración de acuerdos pesqueros con los Estados en desarrollo.** Una directriz general, a estos fines sería la de alcanzar **la máxima diversificación de los caladeros**, mediante dichos acuerdos, de manera que la actividad de la flota pudiera extenderse no sólo al litoral occidental de África, sino al oriental y otras zonas del Indico, así como a las costas del Atlántico y Pacífico de América del Sur. Correlativamente, para equilibrar las posibilidades del subsector de la pesca “industrial” y el de la pesca costera o de altura, la de asegurar la **estabilidad de la participación española en los caladeros**, mediante dichos acuerdos del Mediterráneo occidental y del Atlántico occidental, esto es, en el litoral próximo de África.

La segunda conclusión es que la realización de esta política de negociación de convenios pesqueros exigirá un **considerable coste financiero por parte del Estado español** en una doble dimensión: en el interior, con miras al desarrollo de elementos necesarios para la

negociación internacional, como es el caso de la investigación pesquera, de la tecnología del sector, en sus diferentes aspectos, así como de las instituciones para la formación de personal cualificado; en el exterior, como se ha dicho, mediante la concesión de créditos de Estado a Estado y el fomento de las inversiones por parte de empresas públicas o privadas. Se produce de este modo una **relación directa** entre los **aspectos internos e internacionales**, ya evidenciada en los problemas resultantes de la aplicación de los Convenios de pesca suscritos por España con Senegal, Mauritania y Marruecos. En el pasado, la ausencia de una coordinación entre ambos aspectos ha generado importantes crisis en la actividad del sector pesquero en los caladeros de Africa occidental. Cabe pensar, por último, partiendo de esta consideración financiera, en la posibilidad de que el Estado —o, en su caso, las nacionalidades o regiones, asuman una directa intervención en la actividad pesquera, creando empresas públicas o a través de la nacionalización de las existentes.

19. En el caso de los países desarrollados de América del Norte o de Europa, las circunstancias de la negociación pesquera son otras. Basta consignar aquí ciertas consideraciones en relación para los intereses españoles, como es la de los países miembros de la C.E.E.

Conforme el Tratado de Roma, su artículo 38 establece que el Mercado Común se extiende a la agricultura y al comercio de productos agrícolas,

entendiéndose por estos, entre otros, “los productos de la pesca”. Progresivamente, la C.E.E. ha ido estableciendo los jalones de una política comunitaria en el Derecho del Mar, a partir de la Conferencia de Londres de 1964 mediante la introducción de la Comunidad, en las que el tema pesquero tuvo gran importancia, como nos revelan los artículos 98-103 del Acta de adhesión de Bruselas, de 22 de Enero de 1972. El artículo 102, por la generalidad de sus términos, parece anunciar el resultado actual de la extensión de las aguas comunitarias a 200 millas, que se produce cuando la III Conferencias de las N.U. sobre el Derecho del Mar ha consagrado el principio de una “zona económica exclusiva”.

Teniendo en cuenta estos datos, así como la propia postura de la Comunidad y de sus Estados miembros en el seno de la III Conferencia sobre el Derecho del Mar, no puede estimarse que la medida comunitaria haya sorprendido a la Administración española. Lo que importa, en todo caso, es considerar las causas de la situación actual, así como las posibilidades en un futuro inmediato.

Por lo que respecta el primer extremo, es sabido que la incorporación de España a la C.E.E. ha encontrado, en el pasado, obstáculos de distinta índole; fundamentalmente, la falta de homogeneidad en la estructura política española con la de los Estados de la Comunidad. Por ello, este aspecto de la crisis “interna” antes señalado: la insuficiencia del modelo de Estado vigentes en España en las últimas décadas. Al

margen de soluciones con valor transitorio, sólo puede modificarse la situación actual mediante un cambio de aquellos presupuestos, que hagan posible la incorporación de España como miembro de la C.E.E. La negociación en este caso, desborda el ámbito estrictamente pesquero, que se integra como un aspecto más de los muchos que deben ser resueltos de cara a esta incorporación de España a la C.E.E.

—V—

Soluciones a la crisis interna

20 Por lo que respecta a las soluciones de la que se ha calificado de “crisis interna”, cualquier cambio en profundidad de las estructuras del sector pesquero requiere tanto la superación del modelo de Estado hasta ahora vigente, como la adopción de un modelo de desarrollo distinto al que ha imperado entre nosotros.

21. Como **soluciones concretas**, se sugieren las siguientes, de distinta índole:

A) A nivel **político y administrativo**, una adecuada descentralización en materia de pesca, con la atribución de las competencias apropiadas a los órganos de las nacionalidades y de las regiones para potenciar el adecuado examen de los problemas, la corrección de las desigualdades hoy existentes y la elaboración de soluciones generales a nivel de Estado o particulares para determinadas áreas geográficas.

B) A nivel económico, una reestructuración general del sector pesquero que corrija las distorsiones e insuficiencias hoy presentes y posibilite una política pesquera internacional, en sus diferentes aspectos. En esta reestructuración, como se ha dicho, cabe considerar la creación de empresas públicas para participar en la pesca de gran altura; también, un régimen de consorcio obligatorio, sobre bases regionales, de las empresas y armadores que participan en el subsector de la pesca costera o de altura. Esta reestructuración del sector deberá inspirarse en las pautas trazadas en el ámbito de la C.E.E. por el Reglamento 2142/1970, con miras a la incorporación española a la Comunidad.

C) A nivel internacional, junto a la política de negociación de convenios pesqueros, España se ve obligada, por un efecto reflejo de las situaciones próximas, a la adopción de una zona exclusiva de 200 millas; elaborando un plan general de medidas de conservación de las pesquerías en esta área, para potenciar el subsector de la pesca litoral.

ESTUDIO Y EXPLOTACION DEL MAR EN GALICIA es uno de los resultados del Curso, que con el mismo título, se celebró dentro de la programación de la Universidad de Verano de Vigo en el año 1977, bajo la coordinación de los Drs. Margalef y Fraga.

Sin pretensiones de exhaustividad, y mucho menos de exclusivismo, se intenta con este libro generalizar el conocimiento científico que hoy se tiene del mar gallego, del estado en que se encuentra el desarrollo científico de la biología marina en Galicia, y también se pretende contribuir desde diferentes planteamientos, a la polémica —ya imprescindible— de un aprovechamiento racional de nuestro mar.