

INDICE:

| | |
|--|----|
| CAPITULO 1: ECOLOGIA Y PRODUCCION | 4 |
| CAPITULO 2: ECOSISTEMAS | 6 |
| 1. CONCEPTO DE ECOSISTEMA..... | 7 |
| 2. COMPONENTES DE UN ECOSISTEMA MARINO..... | 7 |
| 2.1. Cadena trófica | 7 |
| 3. FUNCIONAMIENTO DE UN ECOSISTEMA..... | 7 |
| 3.1. Niveles tróficos | 7 |
| 4. PRODUCCION Y BIOMASA EN LOS ECOSISTEMAS..... | 9 |
| CAPITULO 3: SINGULARIDAD DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS: CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LAS ZONAS COSTERAS | 12 |
| 1. EL MEDIO MARINO Y SUS DIMENSIONES..... | 12 |
| 1.1. Ambiente pelágico | 13 |
| 1.2. Ambiente béntico | 13 |
| 2. CARACTERISTICAS DEL MEDIO ACUATICO..... | 13 |
| 2.1. Calor específico | 13 |
| 2.2. Poder disolvente del agua | 13 |
| 2.3. Variables oceanográficas | 13 |
| 2.4. Continuidad del espacio marino | 15 |
| 2.5. Inestabilidad del medio | 15 |
| 2.6. Disolución de gases | 15 |
| 2.7. Escasez de nutrientes | 15 |
| 3. LOS ORGANISMOS MARINOS..... | 16 |
| 3.1. La forma del cuerpo | 16 |
| 3.2. Tamaño y color del cuerpo | 17 |
| 3.3. Estrategias reproductivas | 18 |
| 3.4. Estrategias alimenticias | 19 |
| 4. LAS COMUNIDADES QUE PUEBLAN EL MAR..... | 20 |
| 4.1. Comunidad béntica | 20 |
| 4.2. Comunidad pelágica | 20 |
| 4.2.1. Comunidad planctónica..... | 20 |
| 4.3. Características generales de las comunidades marinas | 21 |
| 5. CADENAS ALIMENTICIAS MARINAS..... | 23 |
| 6. LA PRODUCCIÓN MARINA: SU CICLO..... | 23 |
| CAPITULO 4: LAS RIAS GALLEGAS | 26 |
| 1. TOPOGRAFIA Y BATIMETRIA..... | 27 |
| 2. CARACTERISTICAS OCEANOGRÁFICAS..... | 27 |
| 2.1. Afloramiento | 27 |
| 2.2. Circulación del agua y mareas | 28 |
| 2.3. Temperatura | 28 |
| 2.4. Salinidad | 28 |
| 2.5. Oxígeno disuelto | 28 |
| 2.6. Nutrientes | 29 |
| 3. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS..... | 29 |
| 3.1. Ciclos de producción primaria | 29 |
| 3.2. Zooplancton | 29 |
| 3.3. Estructura de la comunidad béntica | 30 |
| CAPITULO 5: LA BATEA EN EL ECOSISTEMA DE LAS RIAS | 32 |
| 1. AUMENTO DEL SUSTRATO SOLIDO..... | 32 |
| 2. CAMBIOS ECOLOGICOS..... | 33 |
| 2.1. Sedimentos | 33 |
| 2.2. Comunidades pelágicas | 34 |
| 2.3. Ciclo de la biomasa del zooplancton | 35 |
| 2.4. Comunidades bénticas | 35 |
| 2.5. Otros cambios | 36 |
| TERMINOS DEL TEXTO RECOGIDOS EN EL GLOSARIO | 39 |

Nos parece evidente que un tema dedicado a la ecología de las rías de Galicia debe orientarse especialmente a la Ecología de la Producción, esto es, al sector de la ecología que trata de la producción en los ecosistemas. De esta forma se resalta uno de los aspectos más llamativos y característicos de las rías, como es su gran capacidad para producir seres vivos, muchos de ellos de alta valoración comercial y económica. Con este enfoque se cubren tres objetivos básicos:



Polígono de bateas características de las rías gallegas.

1. Se pone en evidencia la interdependencia existente entre los diferentes tipos de organismos en un ecosistema. Por ejemplo, no pueden existir herbívoros en un hábitat donde no haya plantas que comer y a mayor cantidad de plantas, más abundancia de herbívoros. Esto significa que el alimento disponible es el que controla el tipo y cantidad de organismos que pueden vivir en una comunidad.

2. Con el enfoque de la ecología de la producción mostramos de una manera clara y sencilla el aspecto dinámico de las comunidades. Con esto queremos indicar que las comunidades son entidades activas, en las que existe un flujo continuo de materia y de energía, es decir, que hay crecimiento de la biomasa vegetal, que a esta se la comen los animales herbívoros, que a estos se los comen los carnívoros, y al mismo tiempo, se van produciendo unas pérdidas por excreción, por respiración, por reproducción, por mortalidad, etc., etc., y todos esos procesos varían según el sitio y la época del año.

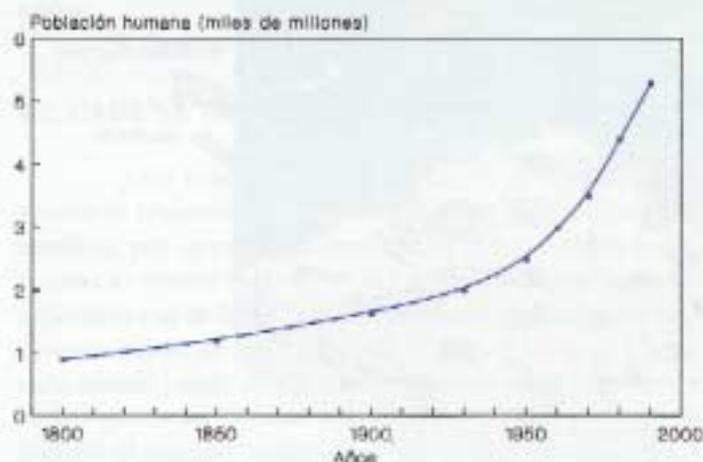
3. El conocimiento de la producción biológica de los ecosistemas es un aspecto de extraordinario interés aplicado, ya que un problema fundamental como es el de la alimentación humana, depende para su solución de que conozcamos per-

fectamente como trabajan los ciclos de materia y energía en los ecosistemas. Por ello, es muy importante comprender cuales son los factores que gobiernan esos ciclos, para que podamos manejar los ecosistemas en beneficio de la humanidad.



Ecosistema costero explotado.

Esta es la razón de que la producción de los ecosistemas sea un área tan sugestiva y trascendente de la Ecología, ya que permite manejar y controlar nuestros recursos alimenticios. Recordemos que tales recursos son fundamentales para intentar erradicar el hambre en el mundo, que según expertos padecen actualmente al menos 2/3 de los más de 5000 millones de personas que poblamos este planeta.



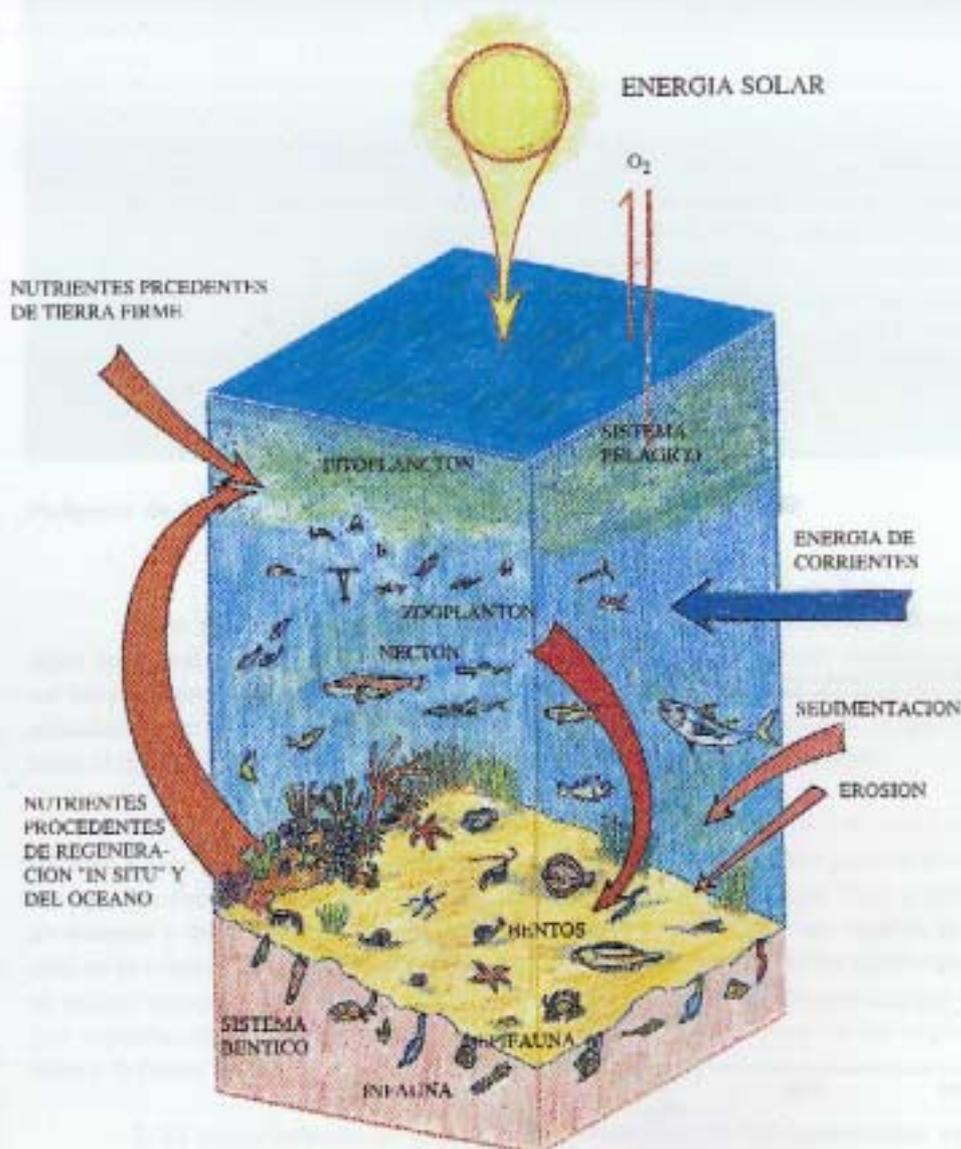
Crecimiento de la población humana desde 1800 hasta nuestros días.

Y si el problema actual es grave, calculemos como lo será en el futuro, ya que la cifra actual de aumento de la población es de unos 75 millones de personas por año, lo que parece indicar que la tendencia es la de continuar creciendo.

En cualquier caso, ya hay suficientes argumentos para entender que es vital conocer los recursos biológicos disponibles, y también el modo de aprovecharlos de la manera más eficaz. Y esto se consigue aplicando los conocimientos científicos actuales sobre la producción de los ecosistemas.

De todos los procesos que tienen lugar en los ecosistemas vamos a estudiar uno: el de la producción. Empezaremos por explicar la producción primaria, que es sin duda el proceso más fundamental en la biosfera, aunque en general no caigamos en la cuenta de su trascendencia.

En términos simples, la producción primaria es la síntesis de materia orgánica por parte de los vegetales usando materiales inorgánicos (agua, CO_2 y sales minerales) y empleando como fuente de energía la luz solar. Para demostrar que éste es el proceso fundamental en los ecosistemas, recordemos que tanto los animales como el hombre son incapaces de esa síntesis, por lo que su alimentación, indispensable para el mantenimiento de la vida, depende de la producción primaria. Y de esta producción primaria depende la producción secundaria o producción de los animales.



Esquema de los procesos fundamentales en un ecosistema costero.

Contenido

1. Concepto de ecosistema
2. Componentes de un ecosistema marino
 - 2.1. Cadena trófica
3. Funcionamiento de un ecosistema
 - 3.1. Niveles tróficos
4. Producción y biomasa en los ecosistemas

1 CONCEPTO DE ECOSISTEMA

Un ecosistema se define como "un sistema funcional formado por la comunidad de organismos que viven en su medio", o sea, el conjunto de seres vivos que pueblan un medio ambiente.

Desde el punto de vista de la producción, un ecosistema es como una fábrica en la que por una puerta entran las materias primas como son la energía solar y sustancias inorgánicas y por otra salen los productos elaborados: seres vivos. Para que se realice esta elaboración, dentro de la fábrica hay diferentes componentes que realizan muchos procesos, imprescindibles para llegar a los productos manufacturados finales. Vamos a ver cuales son esos componentes y que procesos realizan.

2 COMPONENTES DE UN ECOSISTEMA MARINO

Podemos dividirlos en dos grupos: componentes vivos u organismos, y componentes no vivos o abióticos.

Los componentes abióticos son de dos clases:

1. Compuestos inorgánicos, orgánicos y gases disueltos en el agua.
2. El medio acuático y sus condiciones como son las corrientes, la temperatura, la iluminación, la presión, y las estructuras sólidas como las rocas, los sedimentos de diferente tipo, etc, etc.

Los componentes vivos se pueden clasificar en tres categorías:

1. Vegetales o Productores primarios (organismos autótrofos)
2. Animales o Consumidores (organismos heterótrofos)
3. Descomponedores (organismos saprófagos)

2.1. CADENA TROFICA

¿Qué relaciones mantienen entre si los diferentes grupos de organismos?. Una fundamental es la relación alimenticia, por ejemplo, los organismos A se comen a los B, y éstos se comen a los C. A esa forma de organizarse los organismos se le llama "cadena alimenticia" aunque es mas correcto hablar de "red alimenticia" (= red trófica), ya que cada animal puede elegir su comida entre varias presas y a su vez puede ser comido por otros varios. Sin embargo se prefiere el término "cadena" ya que parece mas intuitivo y sencillo de comprender, ya que en una cadena cada eslabón va unido al anterior y al siguiente. Este es el motivo de que se siga empleando el concepto de "cadena alimenticia".

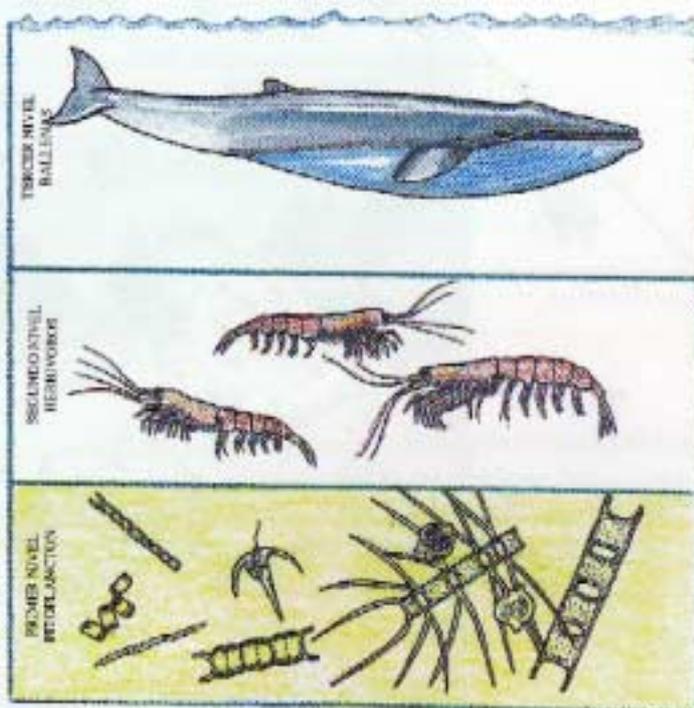
El concepto de red trófica es algo mas complicado de explicar. Se considera a cada especie como un nudo de una red, y como es normal, cada nudo se forma por la reunión de varios cabos de la malla. En el siguiente Capítulo veremos como funciona la red o cadena trófica.

3 FUNCIONAMIENTO DE UN ECOSISTEMA

Los ecosistemas son entidades dinámicas, en los que tienen lugar muchos procesos, y de ellos vamos a estudiar el de la producción. La producción es la cantidad de materia viva que se forma en un nivel trófico determinado en un período de tiempo. Se calcula esa cantidad en peso por metro cuadrado en un año.

3.1. NIVELES TROFICOS

¿Pero qué es un nivel trófico?. Si consideramos todos los organismos del ecosistema, observamos que podemos colocarlos por la forma de obtener su alimento en una especie de pirámide escalonada y a cada escalón lo llamamos nivel trófico. En el primer escalón de la pirámide ponemos a los vegetales, que ya dijimos son los únicos capaces de sintetizar materia orgánica (hidratos de carbono, grasas y proteínas) a partir de sustancias inorgánicas.



Una cadena alimenticia de 3 eslabones en la Antártida [según R. C. Murphy]

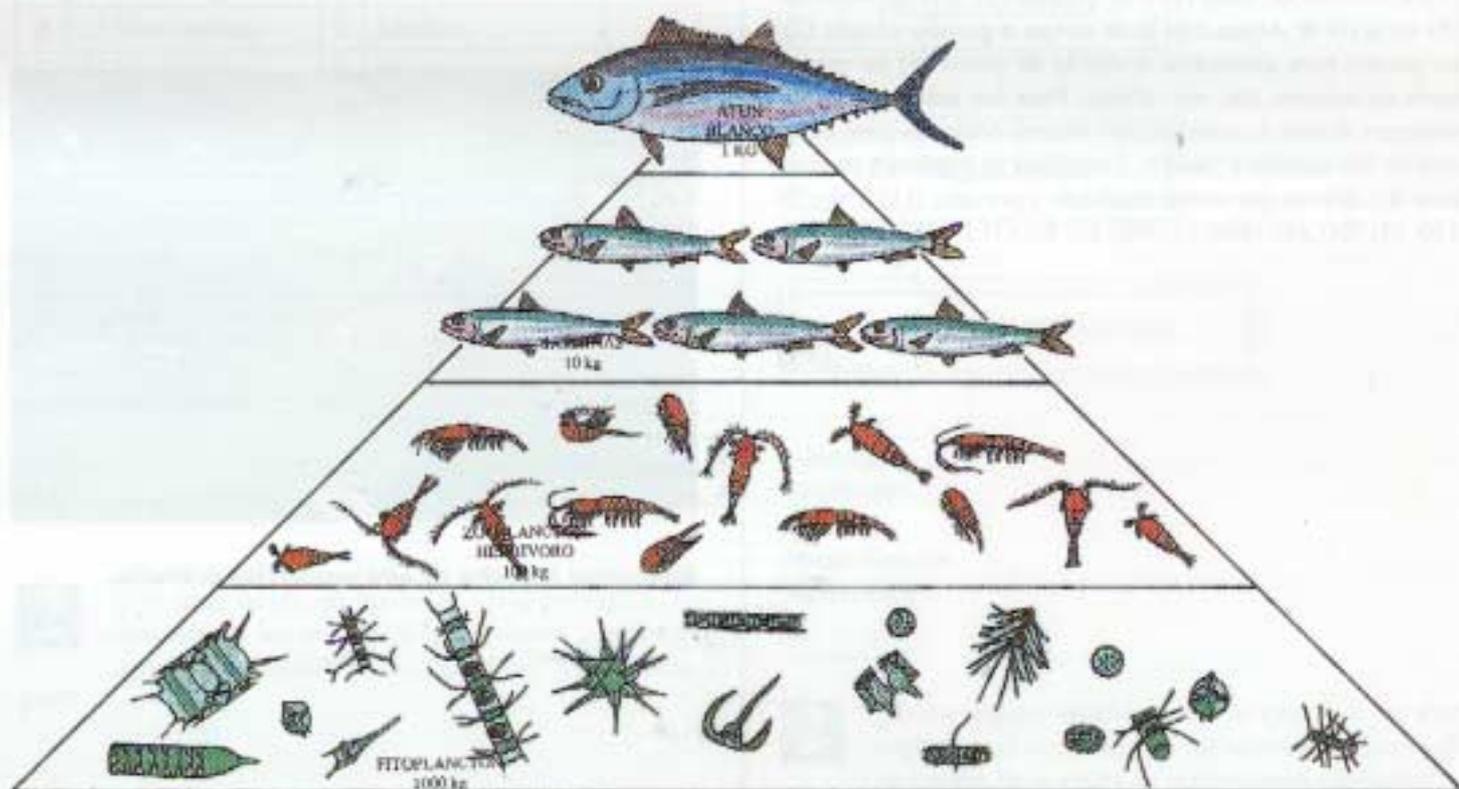
4 PRODUCCION Y BIOMASA EN LOS ECOSISTEMAS

Se llama producción a la cantidad de materia orgánica que fabrican los diferentes niveles tróficos. La materia orgánica que fabrican los vegetales es decir, el primer nivel trófico, es la producción primaria. La producción primaria se la comen los animales herbívoros que aumentan su biomasa y originan lo que se conoce como producción secundaria. A su vez los herbívoros son pasto de los carnívoros, cuya producción se llama terciaria. En resumen, la materia orgánica vegetal se transforma, primero en biomasa de herbívoros, luego en biomasa de carnívoros, y por último en biomasa de supercarnívoros.

Es de la materia orgánica de la que todos los vivientes tenemos necesidad, de donde se obtiene la energía para el movimiento, el crecimiento, la reproducción,

de fitoplancton (vegetales), servirán para producir 100 kg de copépodos (herbívoros), que a su vez, si son pasto de sardinas, servirán para producir unos 10 kg de éstas, que serán necesarias para producir ¡¡ 1 kg !! de atún blanco. Es decir, con 1 tonelada de "pasto vegetal marino" al final solo se ha conseguido la producción de 1 kg de atún blanco, y esto es porque la materia orgánica formada por los vegetales tiene que pasar por 2 niveles intermedios: copépodos y sardinas, antes de llegar al atún.

Como podemos observar, no parece que la cadena alimenticia sea muy eficaz trasportando materia orgánica desde el primer nivel trófico hasta el último. Y esto tiene una gran importancia práctica ya que el hombre para comer tiene que recolectar (pescar, cosechar, etc) lo que producen distintos niveles tróficos. Por ello, si la cadena es corta podrá cosechar más: en el ejemplo que se ha visto hay que decidir que interesa más, si pescar 10 kg de sardina o 1 de atún blanco.



Pirámide de la producción de los diferentes niveles de un ecosistema marino.

etc. Ahora bien, los animales solo acumulan en su cuerpo una parte bastante pequeña de lo que han comido, y una gran parte (de hasta el 90%) se pierde en forma de excreción, respiración, mudas, etc, etc.

¿Que significan estas pérdidas?. Pues que cada nivel trófico actúa como un convertidor de materia-energía de poca eficacia.

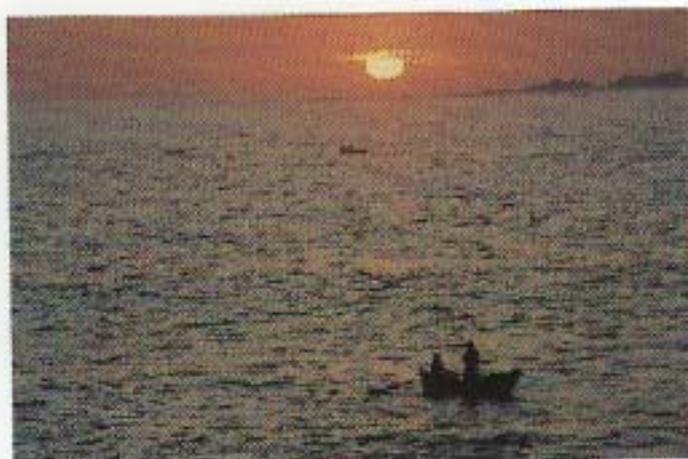
Con un ejemplo de una cadena de 4 niveles tróficos ilustraremos mejor el tema. La producción de 1000 kg

Es muy importante no confundir la producción con la biomasa. La biomasa es el peso del conjunto de los organismos que están en un sitio en un momento determinado. Si vamos al campo, marcamos un metro cuadrado, recogemos con cuidado todos los vegetales (incluyendo las raíces) que están en ese metro cuadrado y los pesamos, tendremos el valor de la biomasa vegetal por metro cuadrado. Si esa experiencia la hacemos en invierno, las plantas puede que no tengan hojas, ni flores ni frutos, sólo troncos y ramas peladas. Sin embargo, esa biomasa al llegar la primavera

empezará a producir ramas, brutes, hojas, flores, frutos, etc. Si al final del período de crecimiento, cortamos y pesamos todo lo nuevo que se formó, obtendremos la producción primaria de ese año. De algún modo, la biomasa es como el capital que tenemos en el banco, y la producción, el interés que nos da ese capital.

Volveremos sobre este asunto al hablar de la producción de las rías y su explotación.

Tratándose de producción, son muy importantes varias cosas: 1) conocer los factores que influyen en la producción, 2) poder comparar lo que producen diferentes ecosistemas, por ejemplo prados, bosques, tierras de cultivo, el mar, etc o diferentes niveles tróficos. Para facilitar el trabajo de comparación entre sistemas y niveles diferentes, la producción se expresa como peso del elemento más característico de los seres vivos, el carbono. De esta forma podemos comparar la producción de bosques de pinos (1), con la del fitoplancton (2) en la región costera, la de prados (3), o cultivos de maíz (4) o de patatas (5), o la de mejillón (6) en la ría de Arosa, con la de ovejas o ganado vacuno (7) en prados bien abonados, o con la de peces (8) en estanques de cultivo, etc, etc. (Nota. Para los amantes de los números damos a continuación valores comunes para cada uno de los ejemplos citados. Las cifras se expresan en gramos de carbono por metro cuadrado y por año. [(1) 850, (2) 150, (3) 700, (4) 1800, (5) 900, (6) 80, (7) 15, (8) 40]).



Ecosistema costero.



Ecosistema terrestre de alta producción primaria.



Ecosistema terrestre (bosque de pinos).

Autoevaluación

- 1** Diferenciar, relacionándolos, los siguientes pares de conceptos:
- A. Compuestos inorgánicos - Compuestos orgánicos.
 - B. Factores bióticos de un ecosistema - Factores abióticos.
 - C. Nivel trófico - Cadena trófica.
 - D. Producción primaria - Producción secundaria.

- 2** Relacionar ambas series de conceptos:

| | | | | | |
|---|---------------------|---|-----------------|--|--|
| A | Producción primaria | 1 | Ostra | | |
| B | 2.º Nivel trófico | 2 | Merluza | | |
| C | 4.º Nivel trófico | 3 | Factor abiótico | | |
| D | 1.º Nivel trófico | 4 | Fotosíntesis | | |
| E | Ecosistema | 5 | Fitoplancton | | |

Aplicaciones

- 1** Nombrar, al menos, tres ecosistemas.
- 2** ¿Por qué, desde un punto de vista ecológico, se denomina a los vegetales "productores", mientras que a los animales se les denomina "consumidores"?
- 3** Describir, al menos tres cadenas o redes tróficas en el medio marino?
- 4** Señalar cuatro especies marinas para cada uno de los niveles tróficos:

| | ESPECIE 1 | ESPECIE 2 | ESPECIE 3 | ESPECIE 4 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nivel 1.º | | | | |
| Nivel 2.º | | | | |
| Nivel 3.º | | | | |
| Nivel 4.º | | | | |

Conoce tu entorno

- 1** Hacer un diagrama del funcionamiento del ecosistema planetario terrestre que relaciones, al menos, los siguientes conceptos y funciones:

SOL

MATERIA ORGANICA EN DESCOMPOSICION

PRODUCTORES

CONSUMIDORES

MATERIA INORGANICA

Absorción
Excreción
Muerte
Mineralización
Alimentación

- 2** ¿Existe alguna relación entre lo estudiado en este capítulo y el hecho de que los alimentos básicos de casi todos los pueblos de la tierra sean vegetales?
- 3** En el texto se expone un ejemplo de la producción necesaria o alcanzada en cada uno de los 4 niveles tróficos de una cadena alimenticia. Redactar un nuevo ejemplo (suponiendo que el lobo se alimentara solamente de conejos) para la siguiente cadena:

Vegetales - Conejo - Lobo

3

Singularidad de los ecosistemas marinos: características ecológicas de las zonas costeras

El hombre, como ser terrestre, está capacitado para percibir por observación directa muchas de las características del medio en que habita, pero está muy mal dotado para percibir esas características del medio marino, que solo consigue conocer con enormes esfuerzos y recurriendo a sofisticados medios y técnicas.

Para poder apreciar en todo su valor las características ecológicas de las rías gallegas, creemos necesario exponer previamente algunos aspectos generales de los ecosistemas costeros, sus habitantes, comunidades y producción, comparando tales aspectos, cuando sea oportuno, con sus equivalentes en el medio terrestre, mucho más habitual para cualquiera aunque no sea experto en ecología.

Contenido

1. El medio marino y sus divisiones

- 1.1. Ambiente pelágico
- 1.2. Ambiente béntico

2. Características del medio acuático

- 2.1. Calor específico
- 2.2. Poder disolvente del agua
- 2.3. Variables oceanográficas
- 2.4. Continuidad del espacio marino
- 2.5. Inestabilidad del medio
- 2.6. Disolución de gases
- 2.7. Escasez de nutrientes

3. Los organismos marinos

- 3.1. La forma del cuerpo
- 3.2. Tamaño y color del cuerpo
- 3.3. Estrategias reproductivas
- 3.4. Estrategias alimenticias

4. Las Comunidades que pueblan el mar

- 4.1. Comunidad béntica
- 4.2. Comunidad pelágica
 - 4.2.1. Comunidad planctónicas
- 4.3. Características generales de las comunidades marinas

5. Cadenas alimenticias marinas

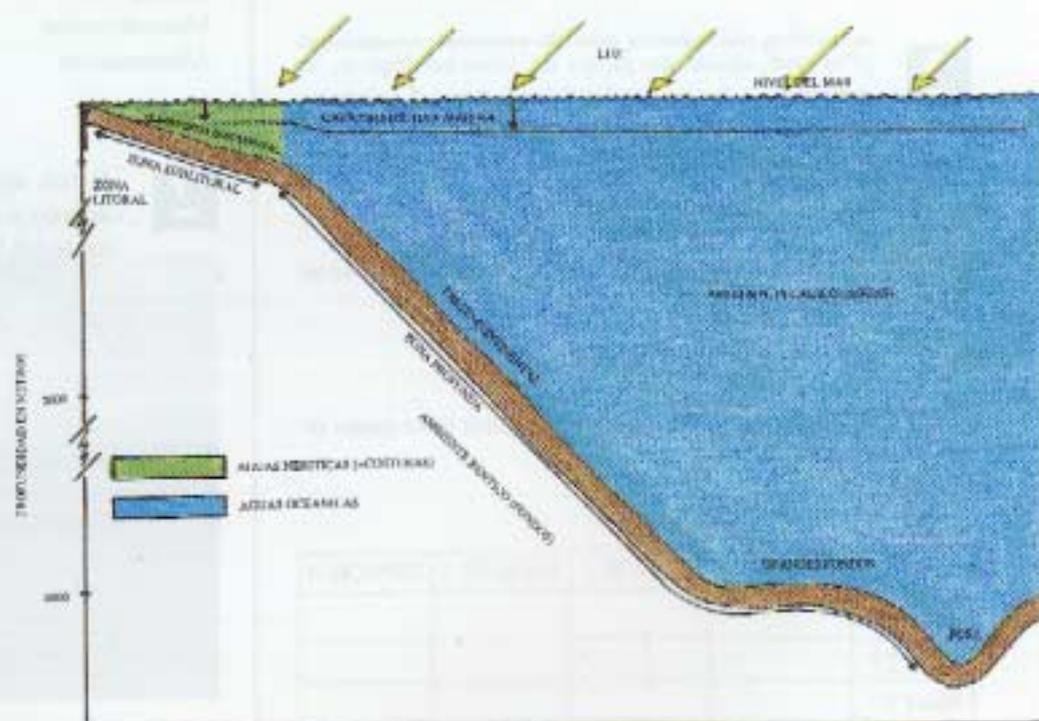
6. La producción marina: su ciclo

1 EL MEDIO MARINO Y SUS DIVISIONES

Es conveniente en la exposición tratar por separado el medio sólido: las costas y los fondos, del medio líquido.

A efectos prácticos, podemos decir que los organismos pueden vivir en el mar de 2 modos: (1) en el agua, flotando o nadando, (2) sobre el sustrato sólido, fijos, moviéndose de algún modo, o incluso dentro, excavando refugios diversos.

Por ello, los científicos dividen el medio marino en dos ambientes diferentes: el ambiente de las aguas, o **ambiente pelágico**, y el ambiente de los fondos o **ambiente béntico**. Ambos ambientes son muy diferentes y por ello se deben tratar por separado.



Zonas y regiones en que se dividen los océanos.

1.1. AMBIENTE PELAGICO

El ambiente pelágico puede dividirse en dos regiones: la región de las aguas cercanas a las costas, que se llama región o **aguas neríticas**, y la región de las aguas alejadas de las costas o región o **aguas oceánicas**.

Las aguas neríticas están sobre la plataforma continental, por lo que su máxima profundidad son 200 metros y las aguas oceánicas están sobre el talud y los grandes fondos.

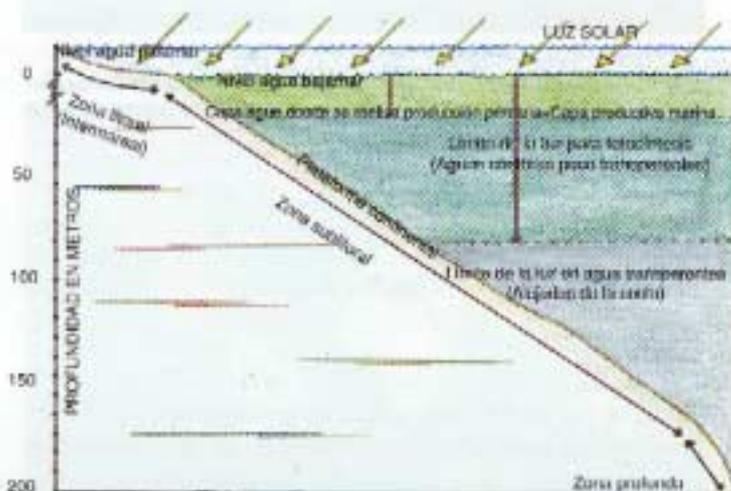
1.2. AMBIENTE BENTICO

En el ambiente béntico y simplificando mucho se pueden distinguir tres zonas:

1. **Zona litoral**, que está comprendida entre la bajamar y la pleamar (también puede llamarse zona intermareal).

2. **Zona sublitoral**, siempre cubierta por las aguas y que se extiende hasta el límite de la plataforma continental.

3. **Zona profunda**.



Divisiones del sistema béntico costero.

2 CARACTERISTICAS DEL MEDIO ACUATICO

El agua es una sustancia tan común que se le presta poca atención y sin embargo algunas de sus propiedades son verdaderamente raras y decisivas para que exista vida en la Tierra. Algunas de esas propiedades singulares son: el calor específico, la absorción selectiva de radiaciones, la capacidad de disolución de compuestos, y los cambios de su densidad a distintas temperaturas. Precisamente, de tales propiedades dependen varias de las características de los sistemas marinos.

2.1. CALOR ESPECIFICO

El agua tiene un calor específico muy elevado. ¿Qué es eso en palabras sencillas?. Pues que el agua tiene gran capacidad para absorber energía térmica, calor, cambiando poco su temperatura. Por ello, en el agua se amortiguan las variaciones de la temperatura ambiente, tanto los cambios del día a la noche, como los del invierno al verano, y por ello, tales cambios son mas lentos y suaves que los del aire.

Esta propiedad hace que las masas de agua actúen como reguladoras del clima de las áreas costeras, y también que los organismos marinos no tengan que soportar grandes cambios de temperatura al pasar del día a la noche, o del verano al invierno. En invierno, la temperatura del aire puede ser muy baja, y sin embargo la del agua puede ser varios grados mayor. Incluso, si se pierde calor del agua de superficie, y esta se vuelve muy fría, a pocos metros de profundidad la temperatura es mayor, y los organismos pueden "invernarse" en aguas más templadas.

Como sabemos en el clima de un lugar influyen los siguientes factores climáticos: latitud, altitud, y proximidad al mar. Por ello los climas marítimos son mas suaves que los climas continentales. También influye en el clima de las regiones cercanas al mar la clase de corrientes marinas (frías o cálidas).

Un ejemplo del efecto de las corrientes marinas se da en la ciudad de Nueva York, con inviernos muy fríos pues está afectada por la corriente fría del Labrador y con veranos calurosos por la acción de la corriente cálida del Golfo.

2.2. PODER DISOLVENTE DEL AGUA

Otra de las propiedades importantes del agua es su capacidad de disolución de compuestos. Dicha capacidad es la responsable de que el mar sea salado. En efecto, el agua de mar lleva disueltos compuestos como el cloruro sódico (sal común), cloruro potásico, carbonatos, etc. en una cantidad aproximada de 35 gramos por cada kilo de agua. A esa cantidad se le llama la salinidad.

2.3. VARIABLES OCEANOGRAFICAS

En el mar una característica de extraordinaria importancia para los organismos es que las variables oceanográficas como por ejemplo la temperatura, la luminosidad, la salinidad, la presión, y los gases disueltos son muy diferentes a medida que vamos profundizando en el agua.

Sin necesidad de ningún aparato especial, podemos comprobar como van cambiando alguna de ellas sim-

plemente buceando, ya que al sumergirnos desde la superficie hacia el fondo notaremos unos cambios muy grandes en la luz y la temperatura.

Esos cambios que se producen con la profundidad producen muchos fenómenos en el mar que al profano le parecen misteriosos. Por ejemplo, las aguas que tienen diferente temperatura, o salinidad, se mezclan mal, del mismo modo que se mezcla mal el agua con el aceite, o la ginebra con el agua y por ello hay que revolver con una varilla el líquido del vaso.

Aunque en principio no nos parezca que este fenómeno tenga interés, pongamos un ejemplo de lo vital que es para algunos animales marinos que no soportan el agua dulce y se mueren en ella como les ocurre a muchos crustáceos, peces y moluscos. Supongamos que hay fuertes lluvias y aumenta el caudal de agua dulce de un río. El agua dulce al llegar al mar no se mezcla inmediatamente con el agua salada, y queda "flotando" por encima. Al bajar la marea, el agua dulce es la que queda en contacto con el fondo y provoca la mortalidad de una gran cantidad de los animales que allí viven. Para que se mezclan bien los dos tipos de agua se necesita una gran energía que las agite. En la región costera, esa mezcla se produce gracias a las turbulencias que causan los vientos y las tormentas, las mareas, las corrientes, y el propio drenaje de las aguas continentales (ríos, lluvias, etc). Todos esos factores actúan como la varilla que remueve el líquido del vaso.

Naturalmente hay épocas en que la turbulencia es mucho mayor que otras en que hay bastante calma. Por ello, en las épocas veraniegas de calma, la temperatura cambia mucho desde la superficie hasta el fondo, y se produce como una estratificación de capas de agua cada una con diferente temperatura (como una pila de platos), mientras que en época de turbulencia, con las tormentas de invierno, las aguas se mezclan bien y así, la temperatura es homogénea en toda la columna de agua.

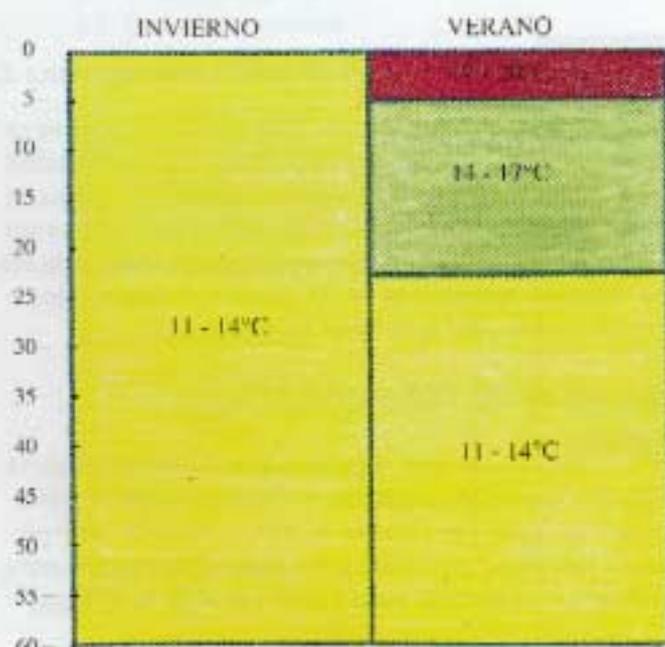


Gráfico "en capas" de la distribución de la temperatura del agua en verano e invierno en la ría de Arousa.

Dijimos unos párrafos antes que si buceamos podemos notar cambios en la luz y la temperatura entre el agua de superficie y unos pocos metros de profundidad. Veamos por ejemplo que ocurre con la luz.

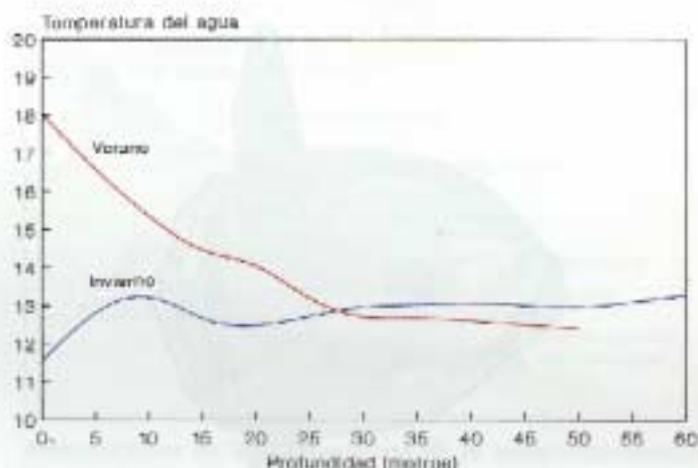
El mar es como un filtro azul en una cámara fotográfica, prácticamente opaco al rojo y naranja, (por eso las fotos submarinas tienen una tonalidad azulada).



Las fotos submarinas sin flash tienen una coloración azulada, debido a que el agua actúa como un filtro azul que elimina los demás colores.

La luz solar se extingue de modo muy rápido en el agua, de tal modo que incluso en condiciones favorables como por ejemplo que no haya nubes, que el sol esté muy alto en el cenit, que el mar esté en calma y el agua limpia, la capa de agua bien iluminada, es decir, la capa donde los vegetales en suspensión: fitoplancton, pueden realizar la fotosíntesis de materia orgánica, tiene un espesor de 100 - 130 metros. A esta capa se le llama "capa productiva marina", y en las aguas costeras que tienen muchas materias en suspensión y disolución, la capa productiva es solamente de unos 30 a 40 metros. Por debajo de esa capa no hay "producción" sólo hay "consumo", es decir, la producción de vegetales, o producción primaria marina, está limitada a una capa de agua superficial.

En cuanto a la temperatura, diremos que casi toda la energía de la radiación luminosa se transforma en calor que se acumula en la capa de agua superficial. Por ello, en verano, el agua de superficie está más caliente que a pocos metros de profundidad, mientras que en invierno, al bajar la temperatura ambiente se pierde calor del agua y la de superficie puede estar más fría que el agua del fondo.



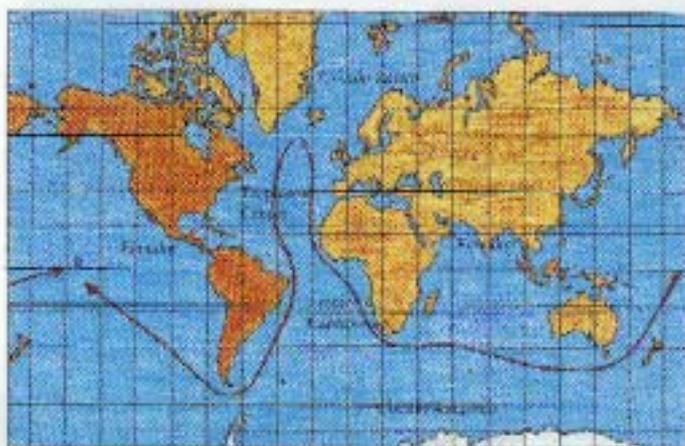
Distribución vertical de la temperatura del agua en verano e invierno en la ría de Arosa.



Movilidad de las aguas marinas: oleaje costero.

2.4. CONTINUIDAD DEL ESPACIO MARINO

En el mar no existen barreras geográficas como las de tierra firme: desiertos, grandes cordilleras, ríos caudalosos, etc. que impiden el paso y limitan la distribución de los animales terrestres. Por ello, un animal nadador suficientemente fuerte como una ballena por ejemplo, puede ir de un extremo a otro de los océanos sin que haya ninguna barrera que le impida el paso.



En el mar no hay barreras geográficas para la distribución de las especies

2.5. INESTABILIDAD DEL MEDIO

El agua es inestable, no es un medio inmóvil como es el caso de la tierra firme. Las aguas se mueven constantemente, y tenemos como ejemplo las olas, las corrientes, y las mareas. Incluso en el medio sólido, también hay cierta movilidad en los fondos blandos de fangos y arenas, que pueden cambiar de situación y forma por el empuje de las corrientes.

2.6. DISOLUCION DE GASES

El aire tiene un 21% de oxígeno disuelto (es decir 210 cc/litro). En el agua aunque depende de la temperatura, la cantidad de oxígeno es mucho menor. El máximo es de unos 8 cc/litro, y mínimo de hasta 0. En aguas superficiales se difunde oxígeno del aire y además se añade el liberado en la fotosíntesis del fitoplancton, por lo que esas aguas pueden estar sobresaturadas de oxígeno, mientras que en aguas cercanas al sedimento, como se consume el oxígeno en diversos procesos químicos y biológicos, puede llegar a faltar, y producirse hongos anóxicos, negros y que desprenden muy mal olor, y donde muchos animales que necesitan oxígeno para respirar no pueden vivir.

2.7. ESCASEZ DE NUTRIENTES

En el mar hay escasez de nutrientes (sales de nitrógeno y fósforo especialmente) disueltos en aguas superficiales, lo que limita la producción de vegetales. Por ejemplo en los suelos ricos, la concentración de nitrógeno puede



Las aguas con abundante fitoplancton son de color verde.



Adaptaciones de los organismos de la zona intermareal para evitar la desecación en la bajamar.



Un ejemplo de animal transparente: la medusa.



Un ejemplo de forma hidrodinámica: el listado.



Un ejemplo de coloración de camuflaje: el cangrejo.

3.2. TAMAÑO Y COLOR DEL CUERPO

Otras características del cuerpo, como el tamaño y el color también muestran diferentes adaptaciones según vivan los organismos en un ambiente u otro.

Así hay animales transparentes como las medusas y salpas, o de coloraciones miméticas con el agua o con los fondos como ocurre por ejemplo con muchos peces que viven en la zona intermareal, capaces de pasar desapercibidos entre las algas. Algunos animales marinos pueden cambiar de color como los pulpos y calamares, y otros son de colores intensos: rojos, verdes, azules, y siempre la coloración está adaptada al lugar y modo de vida, y de esa manera evitan que sus enemigos los detecten con facilidad.

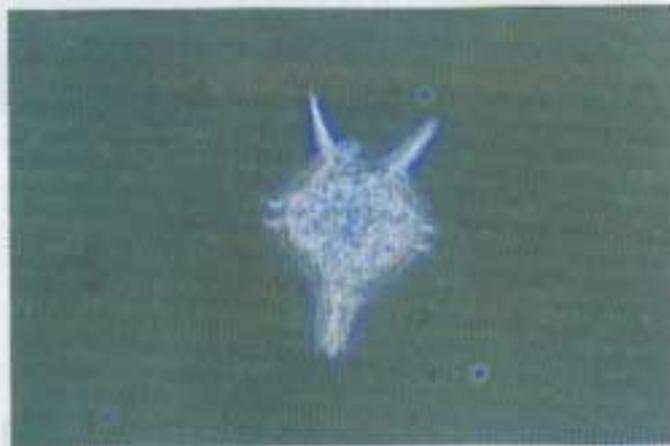


Un ejemplo de mimetismo: el Blennius.

Y cuando se trata de vivir flotando, el cuerpo suele ser muy pequeño, como es el caso de los organismos planctónicos. En efecto, los vegetales marinos más numerosos e importantes para la producción son las algas fitoplanctónicas, microscópicas (en general menores de medio milímetro), y que se mantienen flotando en las aguas superficiales iluminadas para realizar la fotosíntesis, gracias tanto a la propia turbulencia de las aguas como a ciertas adaptaciones de su cuerpo.



Algunas diatomeas forman cadenas con lo que se mejora su flotación.



Los dinoflagelados tienen dos flagelos que ayudan a la flotación.

Esta característica de su pequeñez, obliga a su vez que los principales herbívoros que los consumen, los copépodos, sean también muy pequeños, puesto que deben estar adaptados al tamaño del "pasto" que filtran. A pesar de la excepcional importancia que tienen en las cadenas alimenticias y por tanto en la explotación pesquera marina, los copépodos son casi desconocidos para el profano ya que son de muy pequeño tamaño (1-4 mm en general).



El copépodo *Calanus* sirve de alimento a numerosos peces.



El copépodo *Acartia* es uno de los más abundantes en las rías gallegas.

3.3. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS

Las estrategias de la reproducción se acomodan a la vida en el agua. Es frecuentísimo que los seres marinos suelten sus óvulos y espermatozoides directamente al agua, donde flotan y tiene lugar la fecundación, y para asegurar que pueda prosperar un número suficiente de crías, el número de óvulos es enorme en general, de varios millones en muchos peces, como en la merluza.

A veces se liberan al agua no óvulos, sino estados más avanzados, como en el caso de la ostra, que libera millones de larvas. En el caso de que las hembras protejan la puesta como ocurre en crustáceos como las nécoras, centollas, langostas, bogavantes, camarones y quisquillas, el número de huevos es menor. Y una característica importante es que en muchísimos organismos marinos las corrientes son las que se encargan de dispersar a las crías y llevarlas a los lugares donde desarrollarán su vida.



Camarones ovados.

3.4. ESTRATEGIAS ALIMENTICIAS

También el modo y las características de la alimentación de los organismos reflejan la singularidad del medio marino. Una forma de alimentación propia del ambiente acuático es la filtración. Consiste en pasar agua a través de algún tipo de filtro para retener las partículas que están flotando en el agua e ingerirlas posteriormente.

Este método alimenticio con diversas variaciones, está extendidísimo en el mar. Lo emplean los mamíferos más grandes que existen como son las ballenas, muchos peces, desde los enormes tiburón-ballena, el tiburón peregrino y la manta, a otros pequeños como las sardinas. También usan esa forma de alimentarse animales sedentarios, que están fijos en las rocas como los percebes y mejillones, o los que viven dentro de la arena del fondo como los berberechos o almejas. Y también se alimentan de este modo los animales que viven flotando en el agua como los copépodos y otro zooplancton. Muchísimos animales que habitan en los fondos, tanto "dentro" como "encima" (gusanos, moluscos, equinodermos) están adaptados perfectamente para alimentarse de la "lluvia" de partículas que les cae desde arriba.

Algunos de esos animales tienen filtros tan finos que pueden retener partículas minúsculas, incluso tan pequeñas como bacterias. A veces, para mejorar la filtración, el filtro está cubierto de una sustancia mucosa donde se pegan las partículas alimenticias. Los animales de mayor tamaño tienen "filtros" capaces de retener cosas bastante grandes. Por ejemplo, las ballenas pueden retener el "krill" que son como camarones de unos 3-4 cm de longitud. La ballena llena de agua con camarones su gigantesca cavidad bucal y al expulsar el agua a través de las "barbas" los camarones quedan atrapados.



Los balanos son animales filtradores.



El "Krill" (eufasiáceos) es el principal alimento de las ballenas.

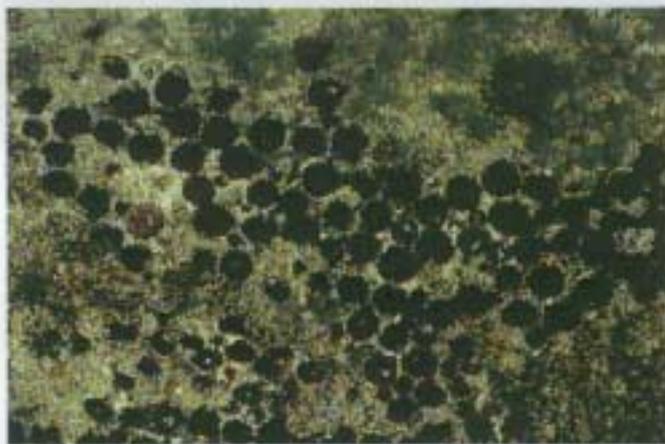
Otros modos de alimentación son más parecidos a los que emplean los organismos terrestres. Por ejemplo, los carnívoros que persiguen y engullen sus presas como hacen los tiburones, los atunes o los delfines. O los animales que tragan sedimento blando para aprovechar la materia orgánica que lleva, como las holoturias o pepinos de mar, o los que raspan las rocas para alimentarse de su cobertura vegetal y bacteriana, como los erizos y las lapas.



El delfin es un mamífero carnívoro.



Las estrellas de mar se alimentan de caracoles, bivalvos y otros organismos con escasa capacidad de huida.



Los erizos, para alimentarse, raspan las rocas cubiertas de algas y otras materias orgánicas.

4 LAS COMUNIDADES QUE PUEBLAN EL MAR

Ya dijimos que el medio marino se puede considerar compuesto por dos partes: una sólida, las costas y fondos, y otra líquida, el agua. Por tanto, las comunidades marinas pueden desarrollarse en estrecha relación con la parte sólida o en plena agua.

4.1. COMUNIDAD BENTICA

La comunidad que vive asociada a los fondos es la **comunidad bética**, y no debe presentar gran novedad para nosotros, ya que en cierto modo es similar a las comunidades de vegetales y animales que podemos observar diariamente en tierra. Es decir, la comunidad bética está formada por vegetales y animales que viven fijos sobre el fondo, o que excavan galerías en él, o que se desplazan sobre él.

4.2. COMUNIDAD PELAGICA

Existe otra comunidad que habita las aguas, es decir, ocupa el ambiente pelágico, flotando o nadando. En



Bentos recogido con draga de un fondo arenoso.

esta comunidad pelágica podemos observar dos grupos: el primer grupo lo forman todos aquellos animales que pueden nadar de un sitio a otro, incluso en contra de las corrientes más fuertes. Son los organismos más grandes como por ejemplo los peces, los mamíferos marinos como los delfines, marsopas o ballenas y moluscos como los calamares y potas.

El segundo grupo lo forman los organismos que viven flotando casi pasivamente en el agua y por ello son llevados de un lado a otro por las corrientes. Suelen ser organismos diminutos y como no los vemos si no usamos algún aparato óptico especial (una lupa de muchos aumentos, o un microscopio, por ejemplo) no reparamos en su existencia. Algunos sí son visibles, como las medusas por ejemplo. Los griegos llamaron "plankton" que significa "lo que va errante" a este conjunto de organismos minúsculos y flotantes.



Cordumen de atún.

4.2.1. Comunidad planctónica

Esta comunidad planctónica, tiene dos aspectos muy notables:



Muestra de zooplancton con copépodos

1º. No tiene ningún equivalente ni hay nada que se le parezca en tierra firme.

2º. A pesar de las tallas minúsculas que tienen los organismos que componen esta comunidad, tiene una extraordinaria importancia para la ecología de los mares, como veremos a continuación.



Región de marisma con ostras.



Zooplancton con quetognatos.

La comunidad planctónica

El componente vegetal de la comunidad planctónica se llama fitoplancton y el animal zooplancton. Muchos de los animales del zooplancton siempre viven en el ambiente pelágico, y por ello, a este zooplancton permanente como los copépodos se le llama holoplancton mientras que hay un zooplancton temporal, que son las larvas y huevos de los gusanos, moluscos, equinodermos, crustáceos, etc. que de adultos componen el bentos, y también huevos y larvas de peces. A este zooplancton de temporada, pues desaparece cuando crecen las larvas y se marchan a los fondos, se le llama meroplancton.

En esta comunidad, como es normal en todas las comunidades, conviven bacterias, protozoos, vegetales, y animales, y de éstos unos son herbívoros y otros carnívoros. Los carnívoros son muy voraces a pesar de su tamaño; por ejemplo los gusanos-flecha (quetognatos) que miden de menos de 1 cm hasta 2 o 3 cm, son muy activos y feroces depredadores de otros minúsculos animales como copépodos, e incluso se comen las larvas de ciertos peces como las de sardinas y anchovas.

4.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS COMUNIDADES MARINAS

Vamos a resumir en seis puntos las características más notables de las comunidades marinas:

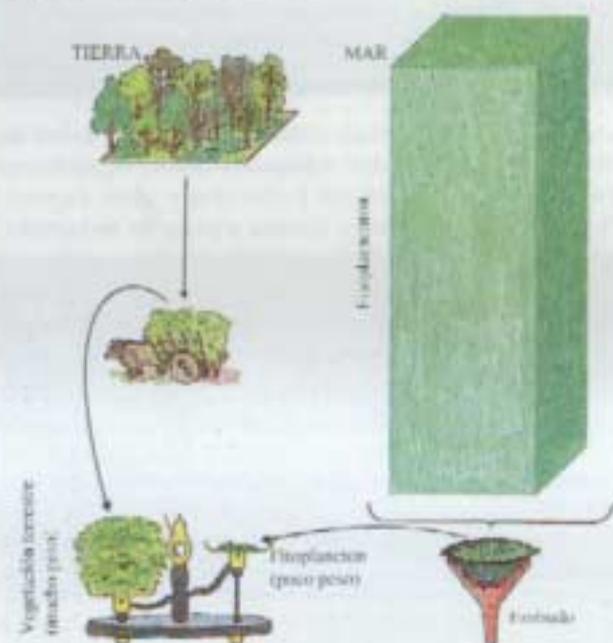
1. Los organismos que forman las comunidades marinas viven en un medio tridimensional, lo que les permite ocupar desde la superficie hasta las mayores profundidades, en neto contraste con las comunidades terrestres, que se distribuyen prácticamente en un plano.

2. El medio acuático es mucho más denso que el aire. Aproximadamente el agua es unas 700 veces más densa que el aire, y así como en la orilla del mar una persona está sometida a la presión de una atmósfera, es decir, el peso que tiene el aire desde la superficie terrestre hasta unos 20-25 km de altura, en el mar cada 10 metros de profundidad aumenta la presión una atmósfera.

A pesar de ello, los organismos marinos deben contrarrestar también la acción de la gravedad. Sin embargo, en el agua no se requieren los fuertes elementos estructurales característicos de la vegetación continental y la sustentación en el medio acuático por flotación, favorece el predominio de proteínas como componente de los organismos marinos frente a carbohidratos como la lignina de los vegetales terrestres. Esa notable diferencia es reflejo de cuán distintos son los procesos operativos de ambos medios, ya que los carbohidratos son muy buenos para acumular energía, y las proteínas para el crecimiento rápido.

3. La biomasa vegetal en el mar es muy pequeña comparada con la biomasa vegetal terrestre. En el mar es en general menor de 20 gramos de carbono por metro cuadrado. En los continentes puede llegar a muchos kilos por metro cuadrado, como en un bosque por ejemplo.

Sin embargo, la producción de esa biomasa vegetal puede ser en el mar de 30 a 40 veces su peso en el año, mientras la vegetación terrestre, en valor medio, produce menos de una décima parte de su peso al año. Esto significa que la vegetación marina flotante, el fitoplancton pesa muy poco pero como se está reproduciendo constantemente, si al final del año pudiéramos pesar todo lo que se ha producido, tendríamos una cifra bastante alta, mientras que la vegetación terrestre pesa mucho (un solo árbol grande puede pesar toneladas) pero produce poco en proporción, excepto los cultivos que se organizan precisamente para producir cuanto más mejor.



Comparación de la producción terrestre con la marina.

4. En la comunidad pelágica existe un claro predominio de un grupo de pequeños crustáceos herbívoros, los copépodos. Son muy abundantes y en muchos lugares, los copépodos pueden representar más del 90% de todos los animales del plancton.

Por otra parte, son eficacísimos capturando por filtración las células vegetales en suspensión en el agua, tan eficaces que en algunos momentos y en determinadas áreas, son capaces de vaciar el agua de fitoplancton, por lo que son entonces el principal factor de control de la producción primaria pelágica.

Además, han desarrollado un curioso mecanismo excretor, gracias al cual la materia orgánica particulada que se produce en aguas superficiales se marcha muy rápidamente a las aguas profundas. Esto ocurre así porque los restos de la digestión se expulsan en forma de bolitas compactas cubiertas por una especie de cáscara protectora. La cáscara impide que se disgreguen en el agua y por ello se hunden con rapidez. Desde hay muchos copépodos se produce una especie de "lluvia" de estas bolitas, muy ricas en materia orgánica, que además se recubren de bacterias con lo que aumenta su valor como alimento. Al llegar al fondo junto con otros restos sirven para alimentar a muchos animales que viven allí, como gusanos, moluscos, etc.

5. Un rasgo muy importante en las comunidades bénticas costeras es su riqueza, tanto en especies como en

número de individuos. Algunos autores señalan que más del 95% de las especies conocidas del bentos pertenecen a la zona costera.

Existen varias razones para esa riqueza, y entre ellas, las condiciones de refugio y alimento en dicha zona. Un gran número de animales bénticos costeros como por ejemplo moluscos (almejas, ostras, berberechos, bigaros, lapas, mejillones y otros), crustáceos (nécoras, percebes, langostas, y otros) o equinodermos (estrellas de mar, y crizos), cuando se reproducen tienen larvas que viven flotando en el plancton, de tal modo, que en diferentes momentos de su ciclo biológico esas especies pueden aprovechar las ventajas de la movilidad en el agua para su dispersión y de la abundancia de alimento que flota en el agua. Por esa razón, cuando llega la época de la reproducción de esas especies el plancton es muy abundante.



Larva de langosta.

6. Diferentes sectores de la zona costera como estuarios, rías, marismas, deltas, praderas de algas o de fanerógamas marinas, etc, funcionan como áreas de reproducción, cría y refugio de muchos moluscos, crustáceos y peces de gran valor comercial.



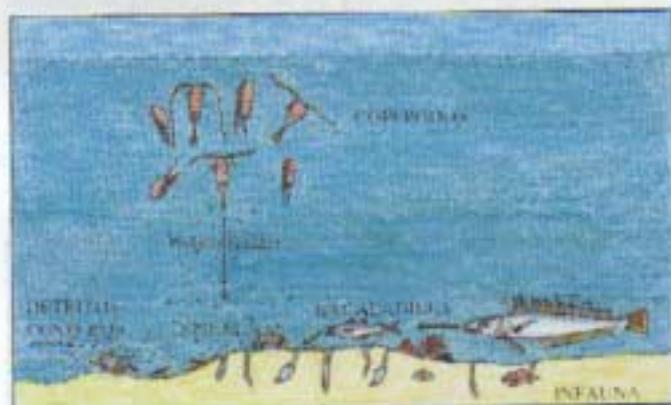
Larva de gasterópodo.

5 CADENAS ALIMENTICIAS MARINAS

Como en el ambiente marino hay dos ámbitos principales el de las aguas y el de los fondos, es lógico que se organicen dos cadenas alimenticias diferentes:

1. En el sistema pelágico hay una eficaz **cadena alimenticia de ingestión**, que se puede representar así: vegetales (fitoplancton) - herbívoros (copépodos del zooplancton) - carnívoros 1 (zooplanctófagos) - carnívoros 2 (animales que se comen a los anteriores). Ejemplo: fitoplancton - copépodos - sardina - atún blanco.

2. En el sistema béntico, está la **cadena alimenticia detritica**, que se puede representar así: detritos + bolitas fecales + bacterias descomponedoras - organismos detritívoros - carnívoros 1 - carnívoros 2. Ejemplo: material detritico - fauna del sedimento (gusanos, moluscos, anfípodos, etc.) - bacaladilla - merluza.



Ejemplo de cadena alimenticia detritica.

Las 2 cadenas alimenticias están bastante aisladas excepto en la zona costera, en que se mezclan.

En general, en la zona costera las cadenas alimenticias suelen ser mas cortas y de menor complicación que en las zonas oceánicas.

En efecto, en las aguas del mar abierto, lejos de las costas, podemos encontrar cadenas de seis eslabones como por ejemplo: nanoplancton (pequeños flagelados) - microzooplancton (protozoos herbívoros) - macrozooplancton (crustáceos carnívoros del zooplancton) - megazooplancton (quetognatos y eufausiáceos carnívoros) - planctonívoros (agujas, pez volador) - supercarnívoros (pez espada).

En cambio, en las aguas costeras encontramos en general cadenas de cuatro eslabones: fitoplancton - zooplancton herbívoro (copépodos) - zooplanctófagos (sardi-

nas) - carnívoros 2 (atún blanco). También pueden existir cadenas de tres eslabones como en la Antártida: macrofitoplancton - "krill" - ballenas, e incluso en áreas costeras de afloramiento, de dos eslabones solamente, como en la costa del Perú: macrofitoplancton - peces planctófagos (anchoveta). En las Rías también tenemos una cadena de 2 eslabones: fitoplancton - mejillón.

6 LA PRODUCCION MARINA: SU CICLO

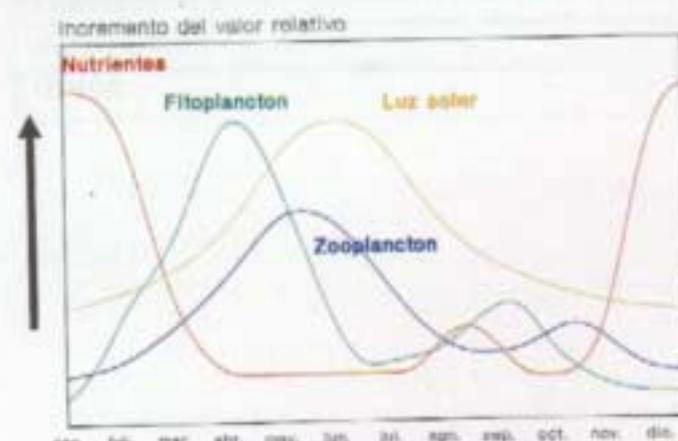
Muchas fiestas sociales y religiosos tienen su origen en la sucesión de las estaciones, que se traduce en cambios de la vegetación en la zona templada del planeta. Y al igual que en tierra en que la llegada de la primavera induce el crecimiento de las plantas, en el mar también se dan estaciones y la llegada de la primavera hace aumentar el fitoplancton presente en las aguas.

Este incremento de los vegetales hace que enseguida aumenten los herbívoros que se los comen, y toda la cadena alimenticia marina está en gran medida condicionada por la producción primaria primaveral.

A medida que pasan los días, los herbívoros se hacen tan abundantes y tienen tal capacidad de filtración que llegan a "vaciar" el agua de fitoplancton. Como el fitoplancton al crecer ha agotado las reservas de sales de nitrógeno y fósforo, se produce una ralentización y casi detención del proceso productivo.

En el verano hay unos valores mínimos de biomasa de fitoplancton, y al llegar el otoño se da una segunda oleada de producción primaria, seguida de un incremento de los herbívoros. A finales de otoño disminuye el fitoplancton, y en invierno se hace escasísimo, ya que en esa época no hay prácticamente producción.

Este fenómeno descrito, por su carácter cíclico y repetido año tras año se llama el **ciclo de producción**.



Esquema del ciclo de la luz, nutrientes, biomasa de fitoplancton y biomasa de zooplancton en el Atlántico norte.

Podemos preguntarnos por las causas de la regularidad de este ciclo. En esencia responde al ciclo astronómico, que se traduce en cambios estacionales de la luz, la turbulencia del agua, la temperatura y las sales nutritivas disueltas.

En efecto. En las latitudes templadas se da un cambio estacional muy marcado en la cantidad de luz solar que se recibe diariamente, dependiendo de la posición de la Tierra en su órbita. El máximo de luz, tanto en horas de insolación al día como en perpendicularidad de los rayos solares se da en verano y los mínimos en invierno, en que como sabemos por experiencia los días son más cortos que en verano y el sol se ve más cercano al horizonte.

En nuestras latitudes, en invierno es muy grande la turbulencia del agua y esa mezcla turbulenta, característica de las zonas costeras, es responsable del enriquecimiento en sales nutritivas de nitrógeno y fósforo, necesarias para el crecimiento de los vegetales. Esa mezcla turbulenta es una de las condiciones necesarias para el desarrollo del ciclo estacional de producción característico de las aguas templadas del Atlántico Norte.

Se observa en el ciclo estacional de nutrientes que los valores máximos se encuentran en invierno y los mínimos a finales de verano. Esto es así porque se produce el consumo de los nutrientes por el fitoplancton (y vegetales benthicos) en las aguas bien iluminadas en primavera y verano, mientras que en otoño e invierno dominan procesos de destrucción de la materia orgánica, y las aguas se cargan de sales minerales disueltas. Ya dijimos que los procesos más importantes para la mezcla turbulenta de las aguas de la zona costera son las mareas, las tormentas invernales, los vientos y el drenaje de las aguas continentales.

Es importante saber que es lo que ocurre con la producción vegetal de cada año, pues hay una gran diferencia con lo que sucede en el mar y en tierra firme. En tierra, una gran parte de la biomasa vegetal producida durante la estación de crecimiento queda acumulada de un año para otro en las raíces, troncos, ramas, etc. En el mar no queda prácticamente nada acumulado de un año para otro. Es decir, la producción primaria de un año se consume toda en

ese año y no queda nada para el siguiente, como se comprueba con facilidad, pues en el invierno casi no encontramos fitoplancton en el mar.

Esta gran diferencia entre los medios terrestre y marino se explica por la capacidad que tienen los herbívoros marinos para consumir prácticamente toda la producción vegetal. Dicho de otro modo: casi todo lo que se produce anualmente en el mar lo consumen los herbívoros. En cambio en tierra firme no ocurre esto, y los herbívoros solo son capaces de comerse una media del 7% de la producción primaria. A esa escasa capacidad consumidora se debe que siempre veamos en los prados y los bosques las plantas con sus hojas y brotes. Así, aunque los herbívoros estén consumiendo la vegetación, casi nunca son bastantes como para acabar con todas las plantas. Claro está que a ello contribuye la propia constitución de las plantas terrestres que tienen mucha lignina y celulosa que son muy resistentes y difíciles de digerir en general. Las plantas marinas casi no tienen lignina ni celulosa, por lo que son más fáciles de digerir.

Hay que advertir que en las zonas costeras además de producción del fitoplancton hay producción primaria de los vegetales del fondo: las algas benthicas, cuya contribución a la producción primaria total es importante en la zona litoral.



Algas de región litoral.

4

Las rías gallegas

En Geología y Geografía se emplea el término "ría" para designar a un valle fluvial hundido, es decir invadido por el mar. Las Rías Gallegas son pues antiguos valles por los que discurría un cauce fluvial y que en un momento determinado y por una serie de procesos tectónicos fueron invadidas por las aguas marinas. Aunque hay muchos estudios geológicos sobre las rías gallegas no hay acuerdo unánime sobre su edad de formación, génesis y origen.

Se pueden clasificar las rías desde diversos puntos de vista. Según la geología, existen 4 tipos de ría diferentes: rías en embudo, rías tectónicas, rías de alteración y rías mixtas.

Por su situación geográfica se clasifican en Rías Bajas y Rías Altas.

Desde el punto de vista físico y por las características de la circulación del agua son consideradas como estuarios de tipo positivo.

Aquí vamos a considerarlas desde el punto de vista que nos interesa: como ecosistemas de una gran producción biológica, y en los que además de una fuerte presión humana de diversos tipos: urbanización de sus entornos, utilización recreativa, pesca, en varias de ellas se cultivan ciertas especies marinas, que ocupan niveles bajos en la cadena alimenticia, lo que resulta imprescindible para obtener grandes rendimientos.

En esencia, con el cultivo se consigue que la gran producción primaria de las rías se canalice hacia especies de interés comercial, lo que significa que se están aprovechando de un modo idóneo las condiciones de producción de las rías. La especie más importante en el cultivo es el mejillón, y alrededor de un 98% de su "cosecha" anual que es de 200.000 Tm se logra en las Rías Bajas. Este es uno de los motivos por los que nos centraremos casi exclusivamente en las Rías Bajas en los próximos Capítulos.

Contenido

1. Topografía y batimetría

2. Características oceanográficas

- 2.1. Afloramiento
- 2.2. Circulación del agua y mareas
- 2.3. Temperatura
- 2.4. Salinidad
- 2.5. Oxígeno disuelto
- 2.6. Nutrientes

3. Características ecológicas

- 3.1. Ciclos de producción primaria
- 3.2. Zooplankton
- 3.3. Estructura de la comunidad béntica



Mapa de Galicia con las 4 Rías Bajas.

1 TOPOGRAFIA Y BATIMETRIA

Las Rías Bajas de Galicia son cuatro amplios estuarios que se localizan en el NW de la Península Ibérica. De sur a norte se abren al Océano Atlántico las rías de Vigo, Pontevedra, Arosa, que es la más grande de todas, y la de Muros y Noya.

Su forma general es de embudo que se abre al mar. En el extremo interno de todas ellas desemboca un río, cuyo curso, al igual que el perfil longitudinal de las rías, es aproximadamente suroeste. El origen fluvial del valle hoy ocupado por el mar hace que en el centro de las rías y longitudinalmente se localice el antiguo cauce del río, relleno de sedimentos y en el que se encuentra la mayor profundidad de cada una de las rías.

Algunos datos indican que las rías ya tenían una forma similar a la presente durante los dos últimos períodos glaciares, y desde luego cuando el nivel del mar estaba mucho más bajo que en la actualidad.

En el cuadro anexo se resumen algunas características de las cuatro Rías Bajas.

| Ría | Vigo | Pontevedra | Arosa | Muros |
|---------------------------------------|-------|------------|-------|-------|
| Longitud en km | 33 | 23 | 26 | 12 |
| Longitud de costas en km | 71 | 46 | 131 | 58 |
| Superficie en km ² | 175 | 145 | 230 | 120 |
| Volumen en millones de m ³ | 3.100 | 3.450 | 4.300 | 2.700 |
| Profundidad máxima en m | 42 | 40 | 65 | 46 |
| Profundidad media en m | 18 | 24 | 19 | 22 |

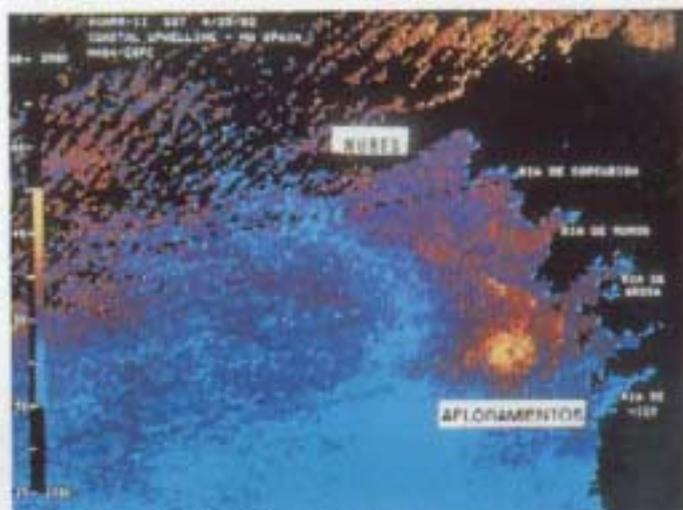
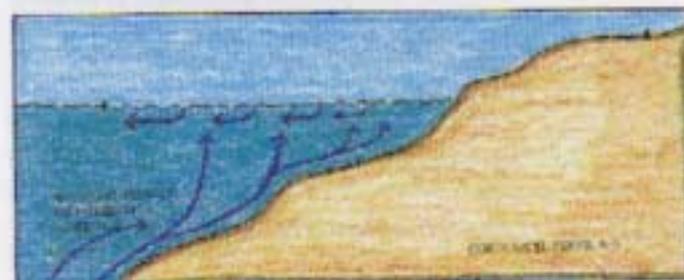


Foto aérea de los afloramientos.



Esquema de afloramiento.

2 CARACTERISTICAS OCEANOGRÁFICAS

2.1. AFLORAMIENTO

Las características oceanográficas y de producción de las Rías Bajas, en gran parte se deben a un fenómeno oceánico que tiene lugar en la plataforma continental de Galicia: el afloramiento.

Este consiste en el ascenso a la superficie de capas de agua que están en profundidad. En el afloramiento de Galicia, las aguas que ascienden a la superficie vienen de una profundidad de al menos 200 metros, y ya cerca de la superficie y próximas a la costa, esas aguas invaden las rías entrando por el fondo. Como vienen de zonas profundas, son bastante frías, y además ricas en los nutrientes necesarios para el crecimiento de los vegetales.

El fenómeno del afloramiento no se produce durante todo el año sino que se inicia en primavera, en abril, adquiriendo su máxima intensidad en el verano, para finalizar al iniciarse el otoño.

Precisamente a las aguas de afloramiento se deben las bajas temperaturas que tiene el mar en las rías en pleno mes de agosto, como conocen bien los bañistas. Por tanto, y a diferencia con otras zonas marinas, en las rías, en la variación de la temperatura del agua a lo largo del año influye muchísimo el intercambio rías-oceano, además del propio aporte de energía solar.

saturación muy superiores al 100% en algunos puntos concretos. En algunas zonas con sedimentos de tipo fangoso, con gran contenido en materia orgánica como ocurre en la parte interna de las rías y en las cercanías de polígonos de bateas de mejillón, el oxígeno del agua cercana al fondo disminuye y llega a agotarse con lo que los fondos son anóxicos, y eso tiene una gran influencia sobre el tipo de organismos que pueden ocupar esas zonas.



Distribución de sedimentos fangosos en la ría de Pontevedra. (%)

2.6. NUTRIENTES

Hemos dicho ya que el afloramiento es el responsable de las características oceanográficas de las rías, ya que condiciona parámetros básicos como la temperatura, la salinidad, el oxígeno y los nutrientes disueltos. Y son precisamente esos parámetros los que caracterizan a las rías como ecosistemas.

En efecto, las aguas afloradas son ricas en nutrientes, y cuando llegan a las rías las "fertilizan". Como es lógico, en las aguas con abundancia de nutrientes se produce una gran cantidad de fitoplancton, que como sabemos, es el primer eslabón de todas las cadenas alimenticias en el mar. Y donde hay mucha producción de fitoplancton, hay mucha producción de los organismos que lo consumen como los mejillones por ejemplo.



Análisis de nutrientes en agua: la intensidad de color es proporcional a la cantidad de nitratos.

Además, el que el afloramiento coincida con el período en que en el Hemisferio Norte se da la mayor incidencia de iluminación: la primavera y el verano, es muy favorable para la producción vegetal.

3 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

3.1. CICLOS DE PRODUCCIÓN PRIMARIA

Dijimos anteriormente que el ciclo de la producción primaria está asociado a los ciclos estacionales de luz, nutrientes disueltos, y temperatura, y también que ese ciclo de producción se repite con regularidad año tras año.

En el Atlántico Norte ya explicamos anteriormente que el ciclo estacional de la biomasa de fitoplancton se caracteriza por dos máximos, en la primavera, y el otoño, y dos mínimos, en verano e invierno. Sin embargo, en las Rías Bajas el ciclo es diferente por el efecto fertilizante de las aguas del afloramiento una vez alcanzan las rías y allí ascienden hasta la capa iluminada. Como a lo largo del verano se producen varios episodios de afloramiento, se van repitiendo con la misma periodicidad del afloramiento los procesos de fertilización de las aguas y la consecuencia es que se dan sucesivos aumentos y disminuciones de la producción primaria y el ciclo es irregular. Por ello en verano la producción depende del ingreso de nutrientes en la capa de agua donde hay suficiente luz para la fotosíntesis, es decir, de la estabilidad de las aguas, y debido a eso, la producción puede variar mucho en esta época del año.

En la primavera y el otoño se dan las floraciones de fitoplancton de modo similar al ciclo "clásico" y en el invierno la producción es asimismo muy baja.

En cifras, la producción de fitoplancton en las Rías está en unos 250 g. C/m²/año. A esta cifra de producción vegetal hay que sumar la producción de las microalgas del bentos, que puede estimarse en otros 80 g. C/m²/año y la de las macroalgas, tanto las del cinturón rocoso intermareal como las que crecen sobre objetos sumergidos en el agua (cuerdas de mejillón por ejemplo). La producción de estas algas muestra mucha mayor variabilidad, de entre 250 y 1000 g. C/m²/año. Por tanto, considerando las superficies que pueden ocupar macro y microalgas, puede estimarse fundamentalmente que de la producción vegetal total en las rías al menos el 90% se debe al fitoplancton y con los otros productores la cifra debe rondar los 300 gramos de Carbono/m²/año.

3.2. ZOOPLANCTON

En las regiones costeras, el zooplancton sigue un ciclo similar al de la biomasa de fitoplancton, aunque con un cierto retraso, ya que los herbívoros aparecen y se multiplican como consecuencia de la abundancia de vegetales.

En las aguas costeras, la comunidad del zooplancton está dominada la mayor parte del año por el grupo de los copépodos. Coincidiendo con la reproducción de nume-

rosos invertebrados del bentos (poliquetos, moluscos, equinodermos, crustáceos, briozoos, celentéros y otros) y también de vertebrados como peces, el zooplancton se hace muy abundante por la gran cantidad de huevos y larvas de todos ellos. Este zooplancton temporal se llama meroplancton. Las larvas pasarán cierto tiempo en el plancton, creciendo en esa "sopa" muy nutritiva y luego se marcharán a los lugares donde continuarán el resto de su vida, unos a los fondos rocosos donde se fijarán como por ejemplo los percebes y los balanos, otros a los fondos blandos donde vivirán en agujeros en el sedimento como por ejemplo los gusanos, almejas, berberechos y navajas, o se arrastrarán como las estrellas de mar.



Larva de cangrejo

La época de reproducción de muchos de esos animales suele ser la primavera- verano, por lo que en éstas épocas se observa la máxima abundancia de plancton.

Sin embargo, en alguna ría, especialmente en la que existe mayor abundancia de bateas de mejillón, la de Arosa, la comunidad de zooplancton es muy diferente de la de otras aguas costeras del Océano Atlántico, ya que el zooplancton en lugar de estar compuesto mayoritariamente por copépodos, está dominado durante muchos meses del año por larvas, y particularmente por las de un pequeño cangrejito que vive en las bateas. Las larvas de este cangre-



Larva de Pisidia.

jito aparecen en el plancton en febrero y no desaparecen hasta acabar el mes de octubre. Hay muchísimas, y a veces en un metro cúbico se encuentran más de 10.000. Por eso, la biomasa de zooplancton es muy grande en la Ría de Arosa durante los meses de verano.

En las otras rías, y especialmente en las que tienen menor número de bateas, en el zooplancton abundan los copépodos muchos meses al año, y las biomásas nunca llegan a las cifras que se encuentran en Arosa.

En resumen, que el ciclo de la biomasa del zooplancton a lo largo del año y la composición media de la comunidad de zooplancton en algunas rías es algo diferente al que se observa en otras áreas costeras del Atlántico Norte. En el siguiente capítulo volveremos sobre este asunto.

3.3. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD BENTICA

Dentro de la comunidad bética se distingue entre el bentos que viven dentro del sedimento (infauna), y el que vive sobre el sustrato, fijo o sin fijarse (epifauna). En los sedimentos de arenas limpias y bien oxigenados viven organismos completamente diferentes de los que viven en fondos en los que hay un gran contenido en materia orgánica, o sobre las fondos rocosos.

Un factor ecológico importante en las rías es el aporte de aguas dulces en su parte interna, por lo que en esas zonas habitan especies capaces de soportar grandes cambios de salinidad. Además, las zonas interiores de las rías suelen tener mayor acumulación de fangos por lo que las concentraciones de oxígeno en el fondo pueden disminuir mucho, lo que limita esas zonas a especies que tienen capacidad para soportar tales cambios de salinidad y de oxígeno.

Otro factor de importancia para las comunidades béticas son las bateas de mejillón. En las rías, los organismos béticos que deben vivir fijos o moverse sobre sustratos han encontrado un nuevo hábitat para fijarse, refugiarse o encontrar alimento: las cuerdas donde se cultiva el mejillón. Para la comunidad de bentos esto ha supuesto un cambio importante, de tal modo que las condiciones ambientales en las rías son diferentes según tengan muchas o pocas bateas de mejillón. Por eso, se encuentran algunas diferencias tanto en la infauna como en la epifauna en las rías que tienen más o menos desarrollados los cultivos de mejillón.

Por ejemplo, comparando las comunidades béticas de las diferentes rías, se ha comprobado que la biomasa de infauna en Arosa es menor que la de Muros (2 gramos de materia orgánica por metro cuadrado frente a 14) a causa del mayor aporte de materias detríticas al sedimento que lo hacen menos apto para la infauna en Arosa. Sin embargo, los organismos de la epifauna bética de mayor movilidad y tamaño como los peces, crustáceos y equinodermos, son más abundantes en los fondos de la Ría de Arosa que en las otras rías, dado el mayor número de bateas en esta ría. En el siguiente Capítulo daremos más datos sobre este asunto.

Autoevaluación

- 1** Colocar por orden de mayor a menor las cuatro rías (Vigo, Pontevedra, Arosa y Muros), según los parámetros que se indican:

| | RIA 1 | RIA 2 | RIA 3 | RIA 4 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Longitud | | | | |
| Longitud de costas | | | | |
| Superficie | | | | |
| Volumen | | | | |
| Profundidad media | | | | |
| Profundidad máxima | | | | |

- 2** Señalar cuáles de estas frases son verdaderas y cuales falsas, respecto del afloramiento en las costas gallegas:

| | | |
|---|--|--|
| En Galicia se produce el afloramiento de agua profundas por la acción de los vientos que vienen de las Azores | | |
| El afloramiento en Galicia se produce en verano-otoño | | |
| En Galicia la temperatura del agua baja en verano como consecuencia del afloramiento | | |
| El afloramiento provoca un gran aumento de fitoplancton | | |

- 3** Definir los siguientes conceptos:
- Circulación estuárica positiva.
 - Giro Anticiclónica del Atlántico Norte.
 - Fertilización de las rías por el afloramiento.
 - Ciclo estacional de la biomasa de fitoplancton.

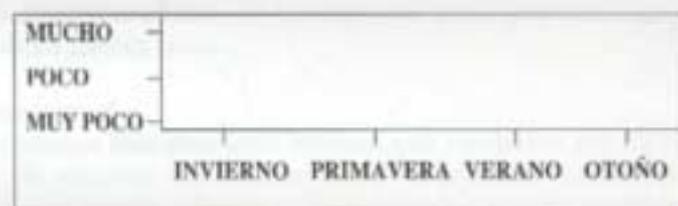
Aplicaciones

- 1** Con ayuda de una carta marina de la Ría de Arosa, hacer un dibujo de un corte transversal por la línea recta imaginaria que une Cambados con Riveira.

- 2** Hacer dibujos similares en otras rías.

- 3** ¿Qué símil podría establecerse entre el afloramiento en las rías gallegas y el abonado que hace el campesino sobre sus campos?

- 4** Sobre los ejes de coordenadas procurar ilustrar los ciclos de producción primaria y zooplancton en las Rías Gallegas y en el Atlántico Norte:



Conoce tu entorno

- 1** Con ayuda de la bibliografía adecuada citar un Ría Gallega, de cada uno de los siguientes grupos:

| | |
|-------------------|--|
| RIA EN EMBUDO | |
| RIA TECTONICA | |
| RIA DE ALTERACION | |
| RIA MIXTA | |

- 2** Sobre un mapa mudo de Galicia señalar las diferentes rías, diferenciando las rías altas de las bajas, comparando sus superficies.

- 3** Con ayuda de la bibliografía adecuada, estudiar la distribución porcentual del cultivo del mejillón en las distintas rías gallegas.

5

La batea en el ecosistema de las rías

Para explotar los recursos vivos, el hombre debe modificar de algún modo los ciclos de la naturaleza o la estructura natural de las comunidades, favoreciendo algunas especies que le son útiles y eliminando otras que o bien no le interesan o compiten con las primeras. En cualquier caso, siempre que un sistema natural se transforma en un sistema de cultivo, se producen multitud de cambios y modificaciones, tanto en el propio sistema como en otros cercanos. Algunos de los cambios son beneficiosos, al menos desde el punto de vista de la producción de alimentos, y otros pueden ser desfavorables.

Normalmente se persigue que los beneficios que se obtengan del sistema cultivado superen los aspectos negativos de las modificaciones.



Batea de cultivo del mejillón.

Desde ese punto de vista, la introducción del cultivo del mejillón en las Rías a partir del año 1940 ha provocado una serie de cambios y modificaciones tanto en el sistema en sí como en las comunidades que lo habitan y en las páginas que siguen vamos a resumir los cambios más llamativos.

Contenido

1. Aumento del sustrato sólido

2. Cambios ecológicos

- 2.1. Sedimentos
- 2.2. Comunidades pelágicas
- 2.3. Ciclo de la biomasa del zooplancton
- 2.4. Comunidades bénticas
- 2.5. Otros cambios

1 AUMENTO DEL SUSTRATO SOLIDO

El bentos necesita de un soporte sólido sobre el que vivir. Es un hecho de observación muy común que cualquier objeto que se sumerge en el mar, tanto el casco de un buque como una pequeña roca o una simple botella, al cabo de pocos días queda cubierto por multitud de algas y animalillos diversos en un proceso de incrustación.

Hasta la introducción de las bateas en las rías, los organismos bénticos disponían del ambiente natural costero además de los diques de los puertos para fijarse.

2 CAMBIOS ECOLOGICOS

2.1. SEDIMENTOS

Las bateas son artefactos repletos de seres vivos, no sólo de mejillones, ya que se encuentran cerca de 100 especies diferentes. El peso total de cada cuerda es variable y depende de si son cuerdas de semilla o de mejillón de desdoble y del tiempo que lleva la cuerda en el agua, pero valores entre 40 y 100 kg por cuerda son habituales así como que la biomasa que mantiene cada batea pueda ser de 25 a 80 toneladas, ya que cada batea tiene centenares de cuerdas.

Esa abundante biomasa está compuesta por miles de animales que realizan todos los procesos vitales y al igual que los animales estabulados en las granjas, producen diferentes residuos, entre ellos heces y mudas, por lo que de las bateas está cayendo continuamente una auténtica "lluvia" de materia orgánica que llega al sedimento. Además, el sedimento recibe el producto de las periódicas "limpiezas" que se realizan en las cuerdas para mejorar el crecimiento de los mejillones, y todos los animales que se van arrancando y desprendiendo de las cuerdas también van a parar al fondo.

Algunos datos experimentales indican que la lluvia de materia orgánica al sedimento es muy grande, de hasta 60 gramos por metro cuadrado y día. Esta enorme cantidad de restos orgánicos provocan cambios sustanciales en los sedimentos, especialmente en su textura, en su contenido en oxígeno, y en su capacidad de servir de habitat para los organismos.

Los sedimentos con ese gran contenido en materia orgánica son muy blandos, poco consistentes, y eso impide que puedan ser colonizados por muchas especies que como viven en galerías y agujeros que tienen que excavar, en ese tipo de sedimento no lo pueden hacer.

Por ejemplo, las almejas y navajas necesitan fondos limpios, de tipo arenoso, para vivir adecuadamente. Pero además del cambio de textura, un gran contenido de materia orgánica en el sedimento hace que se consuma el oxígeno del agua y en aguas sin oxígeno solo pueden sobrevivir contados animales. Y para acabar de completar el cuadro de cambios en el sedimento, cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno, se produce y libera sustancias de muy mal olor, como el ácido sulfídrico (olor a podrido), característico de los fangos negros, malolientes, de muchos sedimentos de las rías.

Pero las bateas con sus flotadores y cuerdas significan un aumento del sustrato del que disponen esos organismos para fijarse. Pueden estimarse por cada batea un mínimo de 1.500 m de superficie en contacto con el agua y esa superficie es "rugosa" muy apropiada para la fijación de todo tipo de larvas y de refugio para organismos de diferentes grupos zoológicos. Por ello, en la Ría de Arosa con más de 2.000 bateas, la superficie "nueva" disponible para la epifauna puede ser de más de 3 millones de metros cuadrados. Hay por tanto un aumento de la cantidad de bentos epifaunal en función del número de bateas.



Encordado de mejillón.

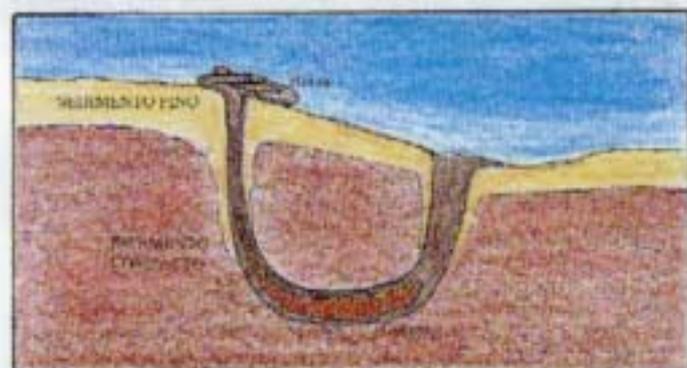
La abundancia del bentos epifaunal ha llevado incluso, a que las larvas de algunos de esos animales, al no encontrar espacio para fijarse, lo hagan sobre la concha de los mejillones, que generalmente están recubiertas con organismos diversos de la epifauna.



Mejillón con balanos en la concha.



Sedimentos negros del fondo de las rías.



Gusano en su galería.



Playa de arena apta para almejas.

Parece probable, que en los cambios que se han producido en la fauna del fondo de las rías, con desaparición de ciertas especies que en otras épocas fueron abundantes y que formaron grandes bancos como por ejemplo las ostras y vieiras, además de que se haya dado una sobre-explotación, también los cambios en la calidad de los sedimentos, asociados al cultivo del mejillón, han debido tener un papel importante.

2.2. COMUNIDADES PELAGICAS

El mejillón en estado silvestre es un animal que vive sujeto por el biso a las rocas del cinturón intermareal, y que se alimenta de minúsculas partículas que se encuentran en el agua que va filtrando.



Mejillones fijados en las rocas.

Al poner mejillones en las cuerdas suspendidas de las bateas el mejillón pasa a vivir en el ambiente pelágico, compitiendo por el alimento: el fitoplancton, con los demás filtradores del mar. En esta competencia sale siempre triunfante tanto por su enorme tamaño, comparado con el de los copépodos más frecuentes en las rías que son de talla pequeña, como por su potencia de filtración.

Un mejillón de tamaño medio-grande puede pesar de 30 a 40 gramos, mientras que ejemplares adultos del género *Acartia*, el copépodo más frecuente y abundante en las Rías pesa unos 0.05 mg, es decir que ¡harán falta de 600.000 a 800.000 ejemplares de *Acartia* para igualar el peso de un mejillón!. Además, un mejillón puede filtrar hasta 100 litros en un día, mientras que un copépodo del género que hemos indicado filtra como mucho 10 ml en un día, es decir unas 10.000 veces menos. Se ha calculado que en la Ría de Arosa, con algo más de 2.000 bateas, cada día los mejillones filtran un volumen de unos 300 millones de metros cúbicos, es decir, el 7% del volumen total de la ría.

Todas estas cifras se dan a título indicativo y no hay que considerarlas como valores absolutos, pues siempre pueden encontrarse grandes variaciones debido a las diferentes temperaturas, época del año, edad y tamaño de

los animales, concentración del fitoplancton, y otros muchos factores. Pero nos dan idea clara del gran cambio que ha supuesto en el ambiente pelágico el que el hombre haya introducido un filtrador tan potente como es el mejillón, capaz de "vaciar" el agua de fitoplancton e impedir por tanto un desarrollo abundante y vigoroso de sus competidores del zooplancton. Y no sólo eso, sino que además, en las cuerdas de mejillón crece un enemigo de los copépodos y de los otros organismos del zooplancton.

En efecto, en las cuerdas de mejillón vive un cangrejo de menos de 1 cm, *Pisidia*. Se hace tan abundante que llegan a contarse casi 5.000 ejemplares por metro lineal de cuerda. Se reproduce desde febrero hasta fines de septiembre, y sus larvas, extraordinariamente abundantes en el plancton, son carnívoras.



Pisidia.

Aunque aun no se han determinado con absoluta precisión todas sus presas, no cabe duda que se alimentan de copépodos juveniles y de otros animalillos jóvenes del plancton, por lo que representan otro freno para que el desarrollo de los copépodos sea similar al de las áreas costeras sin cultivos de mejillón. Esto se ha comprobado comparando las rías de Arosa y Muros.

Cuando en verano en Arosa las larvas de *Pisidia* son más abundantes, unas 10.000/m³, es menor el número de copépodos, no llegan a 400/m³, y en esos momentos en la Ría de Muros los copépodos pueden ser 3 o 4 veces más abundantes, pues apenas hay larvas de *Pisidia*. Y cuando llega el otoño y desaparecen las larvas, en la Ría de Arosa los copépodos aumentan hasta unos 1.600/m³. Por ello, la existencia de esta "plaga" de larvas de *Pisidia* en la Ría de Arosa, que es la que cuenta con un mayor número de bateas de mejillón, es una característica llamativa y demostrativa del gran cambio que sobre el sistema pelágico ha tenido este sistema de cultivo.

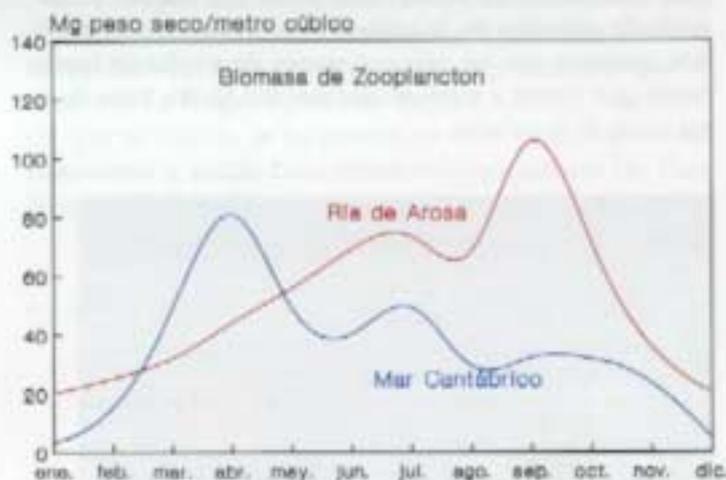
Y un último cambio importante que se ha producido en la comunidad pelágica por el cultivo del mejillón, es que una gran parte de la producción primaria se canaliza en

una cadena alimenticia de solo 2 eslabones: fitoplancton - mejillón. Y ya sabemos que la producción vegetal es más rentable cuanto más bajo sea el nivel que se explote, en este caso el segundo, por lo que desde el punto de vista ecológico, los cultivos de mejillón son muy adecuados.

2.3. CICLO DE LA BIOMASA DEL ZOOPLANCTON

Este ciclo en la Ría de Arosa es diferente al habitual en otras áreas del Atlántico Norte y se debe a que como ya hemos indicado, la máxima biomasa se desarrolla al final del verano, en vez de mostrar la típica curva de doble ascenso y descenso. No hace falta que digamos que las larvas de *Pisidia* son el factor más importante en este ciclo.

En las Rías con escaso desarrollo de cultivos de mejillón, el ciclo es totalmente similar al que se da en el resto del Atlántico norte, y así por ejemplo en la Ría de Muros el ciclo de la biomasa a lo largo del año y la composición de la comunidad de zooplancton, dominada en general por los copépodos, es similar al que hemos denominado "clásico" en el Atlántico norte.



Ciclo de la biomasa del zooplancton en la ría de Arosa y el mar Cantábrico.

2.4. COMUNIDADES BÉNTICAS

Para las comunidades bénticas, las bateas han supuesto diversos cambios.

Sabemos que las especies del bentos se distribuyen en función de las características del sustrato, de la profundidad y movimientos del agua, y en las rías, de la influencia de las aguas dulces. Según sean de favorables las condiciones de su habitat, las poblaciones del bentos alcanzarán mayor o menor abundancia.

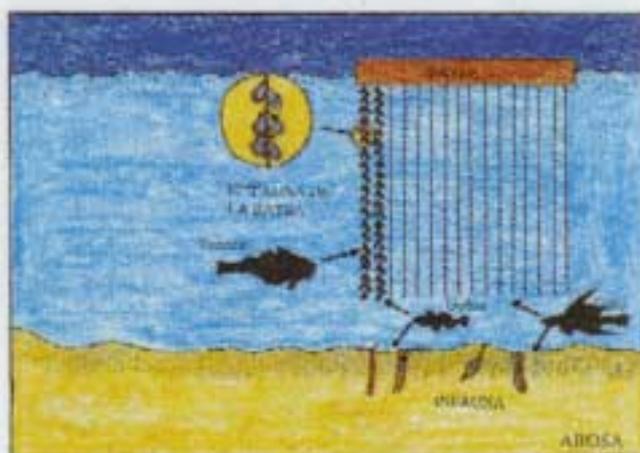
Algunos cambios en el bentos se relacionan con las especies que han colonizado las bateas como nuevos sustratos a ocupar, otros con las modificaciones de los sedimentos, como ya hemos visto un poco antes, y otros con los nuevos recursos alimenticios disponibles, pues el

aumento de epifauna es realmente un aumento de recursos alimenticios para los organismos del bentos. Y como consecuencia ha cambiado la abundancia de ciertas especies, ya que al disponer de más comida pueden desarrollar poblaciones de mayor tamaño.

La mayor superficie para implantarse los organismos de la epifauna, hace que aumente ésta. Por las características del habitat, muy rico en restos orgánicos, muchas especies de la epifauna son de alimentación detritívora, es decir, utilizan las heces y otros detritos del propio mejillón, y los convierten en biomasa viva, con lo que incluso son beneficiosas pues ayudan a reducir la "lluvia" de materia orgánica al sedimento.

Por otro lado, la abundancia de epifauna representa un mayor número de posibles presas para los animales carnívoros, con lo que se han producido cambios en hábitos alimenticios de muchas especies de la comunidad béntica.

Comparando la alimentación de tres especies de peces habituales en las rías como son la faneca, el pez gato, y un pequeño gobio, se ha comprobado que en las que hay gran abundancia de bateas, esos peces son asiduos predadores de animales de la epifauna de las cuerdas de mejillón, mientras que en rías con menor desarrollo de bateas tienen que comer a otros animalillos del fondo, tanto de la epi como de la infauna.



Comportamiento alimenticio de 3 peces comunes en las rías.



Nécoras.

También se ha comprobado que en las áreas de bateas, la biomasa de las diversas especies de peces demersales es mayor que en las áreas donde no hay bateas.

Y por último, en los crustáceos del grupo de la nécora, se ha comprobado también la fuerte influencia de las bateas, ya que en las áreas donde hay bateas, estos crustáceos son de 2 a 4 veces más abundantes que las áreas donde no hay bateas. Esto prueba que esta especie de gran valor comercial se ha visto favorecida pues las bateas son para ellas un suministro constante de alimento.

Por los datos a nuestra disposición, parece demostrado que el desarrollo del cultivo en bateas afecta a las cadenas alimenticias bénticas, ya que los animales del bentos, tienen una mayor cantidad y variedad de recursos alimenticios a su disposición.

2.5. OTROS CAMBIOS

No es posible definir con absoluta precisión todos los cambios que de modo directo o indirecto se deben asociar a las bateas, ya que aun faltan estudios dirigidos específicamente a detallar estos aspectos.

Sin embargo aplicando las teorías generales de la ecología se pueden predecir algunos cambios y de hecho, aunque aun no dispongamos de todas las pruebas que los científicos necesitan para aceptarlos como "científicamente probados", se han dado con seguridad otros cambios, quizás más sutiles y de difícil comprobación experimental y de los que hay algunas evidencias circunstanciales.

Uno de ellos y de gran importancia en la producción del ecosistema es que las bateas con su gran masa de seres vivos, además del mejillón, contribuyen a una aceleración del ciclo de los elementos biogénicos.

De hecho, el mejillón excreta gran cantidad de nitrógeno, que junto con la excreción del resto de los

demás organismos de la batea contribuye a mantener un gran suministro de nutrientes para el crecimiento de los vegetales, que de esta forma pueden superar deficiencias del suministro irregular, procedente del afloramiento, o el agotamiento de ese suministro. Una indicación en este sentido la tenemos en el gran desarrollo que tienen las macroalgas en las cuerdas de mejillón, demostrando que hay abundancia de "abono" para su crecimiento.

Otros cambios están relacionados con los factores que limitan el crecimiento de los copépodos herbívoros del zooplancton, y su incidencia en el conjunto de la cadena alimenticia pelágica que acaba en peces de interés comercial. Las larvas de *Pisidia* se alimentan de diversos animalillos, y entre ellos están los copépodos jóvenes, con lo que limitan drásticamente sus poblaciones.

Este hecho tiene varias consecuencias, una de ellas la de que ciertos carnívoros del zooplancton que necesitan como alimento a los copépodos, como por ejemplo los quetognatos, deben estar afectados por la falta de presas, y esta podría ser una explicación de la mucha menor abundancia de quetognatos que se observa en el zooplancton de la ría de Arosa, si lo comparamos con el de la ría de Muros.

Pero asimismo debemos considerar otros efectos posibles de ese cambio cuantitativo y cualitativo de la comunidad de zooplancton en los siguientes eslabones de la cadena alimenticia, y podemos especular sobre el efecto que

habrá supuesto sobre ciertos peces pelágicos como las sardinias, espadines y boquerones el cambio del zooplancton.

Estos peces suelen nutrirse de zooplancton en que abundan los copépodos y podría ocurrir que las condiciones actuales del zooplancton de la Ría de Arosa no fueran las idóneas para dichos peces y por ello que no la frecuenten como antaño, en que se daban masivas concentraciones en muchas zonas de la ría.

Pero además, hay que considerar el hecho de que las rías, estuarios, y en general los lugares abrigados de la costa son utilizadas para la reproducción por muchos peces y otros animales marinos, porque en esas épocas cruciales para la vida de cualquier ser vivo, las larvas y alevines tendrán mejores perspectivas para su supervivencia en esos lugares, que tienen condiciones idóneas de alimento y refugio. Pues bien, quizás los cambios en las rías asociados con las bateas hayan contribuido a que el ambiente actual no sea tan favorable como lo fuera antaño para esos peces pelágicos costeros, cuya presencia y abundancia en el interior de las rías, según los expertos, ha disminuido con relación a épocas pasadas.

Y por último, como el mejillón es ahora muy abundante, sus semillas se extienden por todos los litorales, invadiendo las rocas, piedras o cualquier objeto que se encuentre en el agua de las rías. En la actualidad, esta especie, por su cultivo, se ha convertido en la especie clave del ecosistema y puede caracterizar ecológicamente las Rías Bajas de Galicia.

Autoevaluación

1 Relacionar ambas series de términos:

| | | | | | |
|---|------------------|---|-------------------|--|--|
| A | Bentos epifaunal | 1 | Epifauna de batea | | |
| B | Bentos infaunal | 2 | Bateas | | |
| C | Sulfídrico | 3 | Heces | | |
| D | Detritívoros | 4 | Sedimentos | | |
| E | Pisidia | 5 | Fangos negros | | |

2 ¿Qué relación probable podría establecerse entre el desarrollo del cultivo del mejillón y los siguientes hechos:

- Reducción de sarinas, espadines y otras especies pelágicas en el interior de las rías mejilloneras.
- Aumento de macroalgas en las rías mejilloneras.
- Aumento de la biomasa de peces demersales en las rías mejilloneras.
- Reducción del número de copépodos en las rías mejilloneras.

3 Señalar cuáles de estas frases son falsas y cuáles verdaderas:

| | |
|--|--|
| El mejillón al alimentarse por filtración mata las larvas de otros moluscos como la ostra impidiendo su desarrollo | |
| El principal enemigo de los copépodos es la Pisidia | |
| El cultivo en batea ha cambiado los hábitos alimenticios de los peces habituales en las rías | |
| Entre los animales que se han visto perjudicados por las bateas se encuentran las almejas, vieiras y nécoras. | |
| La "llovía" constante de materia orgánica desde la batea al sedimento es un factor biológico siempre enriquecedor. | |

Aplicaciones

1 Elaborar un cuadro con los cambios y factores positivos y negativos que aporta el cultivo masivo de mejillón a las rías.

2 El mejillón es una especie béntica que por efecto del cultivo en batea se ha transformado en pelágica. ¿Se podrían citar otros casos en que se haya producido este cambio tan notable de habitat por la acción humana? ¿Has algún ejemplo de cambio parecido en la cría y engorde de animal terrestres?.

3 ¿Debemos alarmarnos por el aumento de Pisisda y la reducción de copépodos en las rías mejilloneras, siendo ambos crustáceos? ¿Por qué, ecológicamente no significan lo mismo?.

Conoce tu entorno

1 Comparar la biomasa comercial presente en el momento de la cosecha de una batea de 500 m² con la de una superficie equivalente en:

- Un bosque.
- Un prado.
- una huerta de patatas en tiempo de cosecha.

2 Con ayuda de la bibliografía adecuada calcular cuanta superficie de prado necesita una vaca para mantenerse. Si una vaca pesa, por ejemplo 500 Kg, ¿cuánto espacio marítimo necesitan 500 kg de mejillón para desarrollarse? ¿Es posible deducir de esta comparación una mayor riqueza biológica y en biomasa del mar sobre la tierra? ¿Por qué?.

Términos del texto recogidos en el glosario

A

Abiótico
Abono
Adaptación
Afloramiento
Alevín
Ambiente
Anóxico
Autótrofo

B

Batea
Batimetría
Béntico
Bentos
Biogénico
Biomasa
Biosfera
Biótico
Biso

C

Cadena alimenticia
Cadena trófica
Carnívoro
Clorofila
Competencia
Comunidad
Concha
Corriente
Cosecha
Costa
Cuerda de cultivo
Cultivo

D

Demersal
Densidad
Depredador
Desdoble
Detritívoro
Detritus
Drenaje

E

Ecología
Ecosistema
Esperma
Estuario
Excreción

F

Fango
Fecundación
Fertilización
Filtración
Floración
Fótica
Fotosíntesis

H

Habitat
Herbívoro
Heterótrofo
Holoplancton

I

Intermareal

L

Larva

M

Marea
Macroalga
Macroplankton
Microplankton
Microalga
Microplankton
Mimetismo
Mortalidad
Muda

N

Nanoplancton
Necton
Nerítico
Nivel trófico
Nutrición
Nutriente

O

Ovulo

P

Pelágico
Pirámide trófica
Plancton

Polígono
Producción primaria
Producción secundaria

R

Respiración
Ría

S

Salinidad
Saprófago
Sedimento
Sésil
Sobresaturación
Sustrato

T

Trófico

Z

Zona litoral
Zona sublitoral
Zooplancton