

# EL BENTOS EN LOS FLUJOS DE MATERIA Y ENERGÍA DE LA BAHÍA DE ELS ALFACS

Javier Romero

*Departamento de Ecología. Facultad de Ecología. Universidad de Barcelona*

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción y consumo de materia orgánica tienen centros de gravedad segregados verticalmente, con el consumo siempre por debajo de la producción. En los sistemas acuáticos, y muy particularmente en el océano, dicha segregación es particularmente patente. A la vez, ambos procesos disminuyen más o menos exponencialmente con la profundidad, la síntesis de materia orgánica por la extinción de la luz y su degradación por la limitación del aporte de sustratos orgánicos. El fondo marino oceánico y su poblamiento biológico, el bentos, recibe una cantidad de energía, como luz o como materia orgánica, variable. En términos muy generales, la primera dependerá de la profundidad, y la segunda tanto de la profundidad como de la intensidad de la producción primaria en el agua. La actividad biológica en el bentos (respiración, liberación de nutrientes, tamaño de poblaciones, de organismos, etc.) y su papel en el conjunto del sistema marino vendrá determinada, a su vez, por dicha energía recibida.

Al abordar el estudio de la dinámica biológica de la bahía de els Alfacs, se partió de la hipótesis de que su escasa profundidad (alrededor de 5 m en su parte central) y la alta producción de sus aguas iban a ir acompañadas (y en parte, explicadas) por una dinámica bentónica muy activa, con un papel decisivo en las transferencias de materia y energía en el sistema y por lo tanto con una gran capacidad de control sobre él mismo. Dicha hipótesis sirvió de punto de partida para el estudio de los flujos de materia y energía en esta bahía deltaica, llevado a cabo durante los años 1986-1990, trabajos que cristalizaron en una serie de tesis doctorales (M. Delgado, M. Pérez, A. Martínez-Arroyo, M. Vidal), de las que se han extraído los datos que se presentan a continuación.

## PLANTEAMIENTO

La bahía se consideró un sistema con una serie de entradas y salidas de carbono orgánico, que se intentaron medir de la manera más exacta posible. Las entradas consideradas fueron la producción de fitoplancton, microfitobentos, fanerógamas y macroalgas, más los aportes del «exterior» del sistema y, especialmente, las entradas de carbono orgánico particulado a través de los canales de desagüe de los campos de arroz. La salida principal fue, como antes se ha justificado, el consumo de carbono orgánico en el bentos por un lado. A ésta hay que añadir el consumo de carbono en la columna de agua y la exportación hacia mar abierto, como partículas, de parte del carbono del sistema. Por último, se investigó, también, el balance de nutrientes (como elementos que, potencialmente, pueden controlar directamente la síntesis de carbono e, indirectamente, su consumo) y muy especialmente, su regeneración en el fondo de la bahía.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 1. Balances de producción/consumo (en términos de carbono orgánico de la bahía de els Alfacs).

		<i>Producción</i>		<i>Consumo</i>
		gC m-2 año-1	gC año-1 (x 10 <sup>6</sup> )	gC año-1 (x 10 <sup>6</sup> )
Actividad biológica				
Columna de agua	Fitoplancton (0-2 m)	100	4.872	600-1.200
	Fitoplancton (2-4 m)	25	725	
Bentos	Macrofitobentos (0-1 m)	35	631	900
	Macrofitobentos (>2 m)	18	543	
	Macroalgas	250	610	
	Fanerógamas	400	1.643	
Total autóctono			9.126	9.600-10.200
Importación/exportación	Entrada canales (POC)	—	1.100	2.000-2.200 400-600
	Entrada canales (DOC)	—	1.100-3.300	
	Intercambio neto mar abierto			
	Enterramiento			
Total alóctono			2.200-4.400	
TOTAL			11.300-13.500	10.800-13.000

La bahía procesa una cantidad importante de carbono orgánico, aunque más interesante que el valor total es la distribución entre los distintos procesos de entradas y salidas (tabla 1). Si bien en algunos casos los procesos no se han medido con total precisión y sólo se dan valores o intervalos orientativos, los datos de la tabla 1 marcan unas ciertas pautas de funcionamiento del sistema que suscitan reflexión. En primer lugar, la bahía exporta carbono, si bien de forma muy moderada, del orden del 15-20 % del total de las entradas. En segundo lugar, el consumo biológico («total autóctono») parece ser sólo algo superior a la producción biológica de la bahía. En consecuencia, se trata de un sistema que funciona principalmente por su propia producción primaria (90 %), y que es sólo levemente «heterótrofo» (10 %); es decir, dependiente de aportes externos. Esto tiene evidentes implicaciones prácticas, tanto para la calidad de las aguas de la bahía (por ejemplo, oxigenación de las aguas profundas) como, en general, para cualquier medida de gestión. Por último, es de resaltar la segregación espacial que confirma las tendencias apuntadas en la introducción, entre síntesis y consumo de materia orgánica. Así, mientras que la mayor parte de la producción tiene lugar en el plancton (60 %), la casi totalidad de la degradación tiene lugar en el fondo de la bahía, en el bentos (>90 %).

La producción primaria que se ha estimado requiere el suministro de una cierta cantidad de nutrientes, ésta puede estimarse conociendo las relaciones molares C:N y C:P de los distintos productores. Asimismo, hemos podido estimar las entradas de nitrógeno y fósforo al sistema (tabla 2).

TABLA 2. Balance de nitrógeno y fósforo para la bahía de els Alfacs. Los valores se expresan en  $10^6$  moles.año<sup>-1</sup>.

	<i>Entrada por canales</i>	<i>Liberación por sedimento</i>	<i>Regeneración columna de agua</i>	<i>TOTAL</i>	<i>Requerido</i>
N	15	42	8	65	77
P	0,4	1,3	0,2	1,9	4,4

Los datos de dicha tabla confirman dos aspectos ya señalados a propósito de la tabla 1: la importancia del bentos en el funcionamiento del sistema, suministrando más del 66 % del nitrógeno necesitado, y la poca importancia de los aportes alóctonos, en este caso como fuente de nutrientes (20 % del total).

La tabla 2 pone también en evidencia discrepancias entre el total de nutrientes necesarios para sustentar la producción y la suma de las estimas de las diversas

fuentes, especialmente altas en el caso del fósforo. Parte de las discrepancias cabe atribuir las a errores experimentales, ampliados por la extrapolación al conjunto de la bahía, así como a procesos no medidos (por ejemplo, absorción radicular de nutrientes en las fanerógamas, empleo por los productores primarios de sustratos orgánicos como fuentes de nutrientes, etc.). No obstante, al menos en el caso del fósforo, las diferencias son suficientemente acusadas como para requerir alguna explicación adicional.

Dicha explicación deba buscarse probablemente en el hecho, revelado por algunos experimentos recientes, de que una perturbación del sedimento estimula el flujo de nutrientes desde él mismo, pero afectando mucho más al nitrógeno que al fósforo. Una misma perturbación hace aumentar al doble o al triple la tasa de liberación de nitrógeno (en forma amoniacal, especie liberada preferentemente), pero incrementa la del fósforo (fosfato reactivo soluble) en uno o dos órdenes de magnitud, en forma de pulsos de gran intensidad pero escasa duración.

Probablemente, la cantidad de fósforo que se necesita para la producción, pero, no queda explicada por los procesos resumidos en la tabla 2 se libere durante dichos pulsos, en eventos de resuspensión del sedimento que son relativamente poco frecuentes y no corresponden a las condiciones experimentales en que se han realizado las determinaciones de los flujos. De confirmarse esta hipótesis, esto tendría algunas consecuencias importantes para el funcionamiento del sistema: su producción primaria estaría limitada, en condiciones «basales», por fósforo, lo cual es relativamente raro en sistemas estuáricos; dicha limitación se aliviaría puntualmente, probablemente hasta desaparecer, con la perturbación (resuspensión) del sedimento del fondo de la bahía, lo cual sucede normalmente asociado al paso de frentes meteorológicos y fuertes vientos de componente norte. Durante el evento de resuspensión, el fitoplancton pasaría a estar limitado por el nitrógeno, hasta que se recuperaran las condiciones «normales» al estabilizarse la columna de agua.

El control, pues, de los mecanismos productivos del sistema, corresponde al compartimento bentónico. De esta manera queda confirmada la hipótesis inicial planteada.

Este trabajo fue redactado con los datos disponibles hasta 1990; desde entonces, otros proyectos han ido desarrollándose y completando la información sobre la bahía de els Alfacs. Los resultados obtenidos complementan lo aquí presentado sin modificarlo sustancialmente.