



## Boletín de Satisfacción Ambiental de la Región de Murcia

- Editorial **2**  
Alerta: medusas
- En Portada **3**  
Poblaciones de medusas en el Mar Menor
- Entrevista **4**  
Josep Maria Gili Sardá
- Ecobarómetro **6**  
El 50,9% de la población murciana considera un problema poco grave la proliferación de medusas en el Mar Menor
- Ecobarómetro de medios **8**  
Qué dice la prensa
- En nuestra región **9**  
Control, medidas de protección y estudio de las poblaciones de medusas en el Mar Menor
- Saber más **10**  
El ciclo reproductivo de las medusas
- De un vistazo **12**  
Factores que afectan a la proliferación de medusas



## PROBLACIONES DE MEDUSAS EN EL MAR MENOR

Medusa en una playa de La Manga del Mar Menor (G.L.G.)

En las últimas décadas se está hablando mucho del incremento en el Mar Menor de las poblaciones de medusas de mediano y gran tamaño de las especies *Cotylorhiza tuberculata* y *Rhizostoma pulmo*, que desde 1990 forman una constante en el Mar Menor con máximos poblacionales en la época estival. Pero esto no es un hecho aislado ya que en otras zonas del Mundo, como es en el Mar Rojo, o en los fiordos Noruegos, se encuentran con problemas muy similares.

Las causas de estas proliferaciones son diversas y no están del todo claras. Se ha especulado con la idea de que tenga que ver con la disminución de peces, víctimas de una sobreexplotación, asistiendo así a un proceso de sustitución de unos organismos por otros en la red trófica. Otros científicos creen que son simplemente dinámicas poblacionales naturales propias del grupo de los cnidarios (*Cnidaria*), ya que en zonas concretas, los incrementos masivos de estos individuos parecen mantener un comportamiento cíclico, apareciendo y desapareciendo sin causa aparente. No obstante, la hipótesis de que las proliferaciones masivas de medusas están relacionadas con fenó-

menos de eutrofia (altos niveles de nutrientes), demostrada ya en otros lugares, va tomando fuerza en el ámbito del Mar Menor. Esta hipótesis viene apoyada por los resultados obtenidos en los análisis de nutrientes, que resultan más elevados de lo que cabría esperar, comparados con los datos de años anteriores. La entrada de nutrientes que ha alterado el carácter oligotrófico que siempre había tenido el Mar Menor, de aguas claras con escasa productividad primaria, tiene lugar a través de las ramblas, del drenaje sub-superficial y muy recientemente del vertido de salmueras, unido a los vertidos urbanos, fundamentalmente en la época estival.



*Cotylorhiza tuberculata*

Continúa en página 3

## ALERTA: MEDUSAS

La naturaleza se comporta, con frecuencia, de una forma sorprendentemente parecida a nuestra existencia cotidiana, en la que nos vemos sometidos a fuertes presiones que acaban minando nuestra salud. Cuando percibimos los primeros síntomas de enfermedad, los combatimos con soluciones de urgencia que nos permiten seguir activos, entrando de nuevo en la vorágine que nos impide reflexionar sobre las causas últimas que nos han debilitado.

Los sistemas naturales, forzados por la presión humana hasta extremos que los debilitan en sus mecanismos de reconstitución, o *resiliencia*, manifiestan también síntomas de enfermedad (algún organismo, característica o valor que se sale de su rango habitual). Y como en nuestras dolencias cotidianas, caemos en la tentación –o en la urgencia– de combatir esos síntomas y proseguir con nuestra no siempre sostenible actuación sobre el medio. Aunque no deberíamos afrontar estos síntomas como problemas en sí mismos, casi siempre lo hacemos, olvidando que a la acción inmediata debe acompañar una política a más largo plazo que incida sobre las causas últimas. Tan acostumbrados como estamos, a oír hablar de indicadores, de tendencias, de señales y de barómetros (de opinión, salud, economía, etc.), no somos capaces de identificar en ciertos fenómenos naturales, señales evidentes de alerta sobre un mal funcionamiento del engranaje vital.

Porque, superados determinados umbrales de presión, esos síntomas pasajeros pueden convertirse en algo permanente, y los sistemas naturales se ven incapaces de asimilar los impactos, de reconstituirse permanentemente. Arrojan la toalla y se acomodan en condiciones de equilibrio igualmente estables, pero muy diferentes a aquéllas en las que los conocíamos.

El litoral es un sistema especialmente sensible a las presiones que el hombre ejerce sobre él desde tierra, asimilando los efectos de distintos tipos de contaminación con cambios a menudo sutiles, pero a veces llamativos y no siempre beneficiosos. Porque el litoral es también un recurso socioeconómico que, a la vez que pierde atractivo natural y diversidad biológica, se vuelve menos productivo y ve alterada su calidad para el turismo o el recreo. Por eso, en general, no nos interesa desplazarlo desde su actual estado de equilibrio, altamente valorado por las sociedades humanas, hasta otro estado igualmente estable pero menos atractivo y funcional.

Si todo lo anterior lo trasladamos a un espacio reducido, “confinado”, muy demandado y presionado hasta lo indecible, como puede ser una laguna costera, es fácil pensar que en ese *microcosmos* pronto empezarán a aparecer los síntomas de cambio en el sistema, cuyas consecuencias son impredecibles, y no siempre deseables. Pero ¿estamos dispuestos a pararnos a pensar en las causas?

Entre los cambios llamativos y molestos con los que la Naturaleza “nos devuelve el golpe”, las proliferaciones de medusas ni son nuevas, ni exclusivas de lagunas costeras como nuestro Mar Menor. Estas criaturas gelatinosas han proliferado bajo muchas condiciones en diversas partes del mundo. ¿Cuál es entonces la singularidad del fenómeno en nuestra laguna costera?

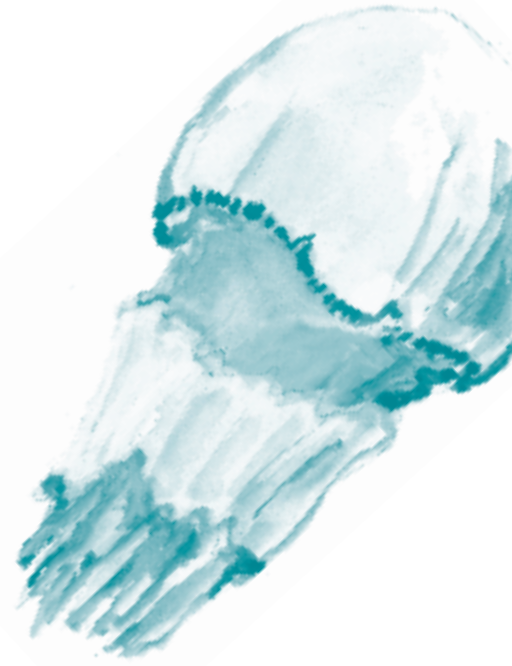
El Mar Menor, esa joya de la corona que adorna el litoral regional, tantas veces elogiada, objeto de diversos intereses científicos, con múltiples reconocimientos a su interés natural e incluso mayores muestras de preocupación por su deterioro, afronta desde hace unas pocas décadas una de sus crisis más notables, de naturaleza y alcance sistémico. Las medusas son sólo el síntoma del *recalentamiento* del sistema, del vertido, concentración y movilización de gigantescas cantidades de alimento (fitoplancton) para unos comensales a los que además hemos invitado a entrar, abriendo la puerta de comunicación con el Mediterráneo y modificando las condiciones ambientales de la laguna para hacerla más favorable a su presencia.

Y, como en todo sistema que se acomoda en un nuevo equilibrio estable, ahora resulta muy difícil quitarnos de encima a estos incómodos convidados que, eso sí, tienen la virtud de dejar bien limpios los platos. Si no fuera por las medusas, los enormes aportes de nutrientes de origen agrícola y urbano, en un ambiente menos salino y confinado que antes, nos conducirían a situaciones incluso de mayor eutrofia, o de predominio de la producción fitoplanctónica. Es decir, a los ojos de los bañistas, aguas menos limpias, de peor color, olor y tacto. Algo más parecido a una marisma que a una “mar chica”.

De momento, una vez se han saciado, lo que hacemos con las medusas es pescarlas y retirarlas de la laguna, amén de cerrarles el paso a las zonas de baño para que no nos molesten. Las mantenemos a raya porque no resultan compatibles con nuestra imagen turística, pero no las eliminamos porque además de no poder con ellas, sería un lujo renunciar a un mecanismo de depuración natural tan eficaz. Pero nos disgusta este nuevo estado, y añoramos volver a la anterior situación, de aguas limpias, hipersalinas y *oligotróficas*, es decir pobres en nutrientes (y en medusas).

Hoy por hoy, el desarrollo de la agricultura y del turismo son los dos principales motores de la economía marmenorense, y no sólo de la laguna y su ribera, sino de su campo circundante y del conjunto de su cuenca vertiente (y por ende de toda la Región). No podemos renunciar a estas fuentes de riqueza, pero tampoco estar indefinidamente combatiendo los síntomas de sus desajustes, ya imposibles de disimular. ¿Seremos capaces de analizar las causas, buscar mecanismos para corregir los efectos, y reorientar el crecimiento hacia un escenario más sostenible?

Al menos en lo que se refiere a los estudios y seguimiento, la situación es esperanzadora, ya que la información que se está recopilando nos conducirá sin duda a modelos predictivos. Pero los modelos sólo plantean escenarios, entre los que hay que optar mediante decisiones colectivas. Y a cada uno de estos escenarios de presión le corresponde uno de respuesta, con más o menos medusas, pero también con biotas diferentes (plantas, aves, peces...), con ecosistemas y paisajes diferentes... La pregunta es, por lo tanto: ¿qué tipo de Mar Menor queremos?



## SIGNOS VITALES

En cuanto al Mar Menor:

☹ **Actualmente la lámina de agua ocupa 135,24 Km<sup>2</sup>, almacenando un volumen de 610 millones de metros cúbicos**

☹ **La profundidad máxima es de 6,8 m siendo la media de sus fondos de 3,6 m.**

☹ **El aumento del intercambio del volumen de agua entre los dos mares, Mar Menor y Mediterráneo, tras el dragado del canal del Estacio (pasando la profundidad de 0,5 m a 4 m):**

- ha rebajado las salinidades desde los 53 gramos por litro, a los máximos valores actuales de un 47 g/l

- ha suavizado ligeramente las temperaturas extremas

- ha alterado la biota al introducirse nuevas especies. En el fitoplancton el número de especies se ha multiplicado por 10 y el de peces y moluscos por 2, con la aparición de nuevos grupos taxonómicos, como el de equinodermos.

# POBLACIONES DE MEDUSAS EN EL MAR MENOR

Embarcación de pesca efectuando la recogida de medusas en el Mar Menor (P.M.B.)

Otros factores a tener en cuenta, que han contribuido al fenómeno del incremento de medusas, son los derivados de las modificaciones realizadas en la laguna, como es el ensanchamiento y dragado del canal del Estacio, que ha aumentado el intercambio de agua con el Mediterráneo ha modificado las características oceanográficas de la columna del agua lagunar (igualándose cada vez más a la temperatura media y salinidad del mediterráneo) la distribución de los sedimentos y la composición y distribución de su biota. Contribuyendo todo esto a convertir al Mar Menor en un medio ideal para el desarrollo de nuevas especies de cnidarios, que han cerrado en él su ciclo biológico, de manera que cada año hay una generación que vuelve a colonizar la laguna.

Las medusas alteran el frágil ecosistema del Mar Menor pero al mismo tiempo, al consumir el aporte extra de materia orgánica existente en la laguna, actúan como reguladoras. Consumen y transforman en biomasa esta materia orgánica, que es retirada del mar cuando son extraídas con las redes. Realizan una función beneficiosa, ayudando a reciclar el exceso de materia orgánica y manteniendo el ecosistema dentro de un rango aceptable de concentración de nutrientes, atenuando el fenómeno de eutrofización y la aparición de otros organismos, como dinoflagelados tóxicos, que serían más complejos de controlar y generarían daños irreversibles a la laguna.

El Centro Oceanográfico de Murcia del Instituto Español de Oceanografía (IEO), ha desarrollado un sistema de muestreo que permite predecir cada año el ciclo de vida y el momento de la eclosión (de forma aproximada) de las larvas de las tres especies de medusas que habitan en el Mar Menor. Sabiendo en qué momento van a reproducirse, puede conseguirse un número de ejemplares adecuado que permita reciclar el exceso de materia orgánica, sin causar problemas a los pescadores ni a los usuarios de las playas.

Los ciclos biológicos no son iguales todos los años, porque la eclosión de las larvas puede variar en función de las condiciones oceanográficas del Mar Menor y no es siempre sincrónica, ya que depende de factores como la temperatura del agua, luminosidad e hidrodinamismo.

La especie de medusa originalmente autóctona del

Mar Menor es la *Aurelia aurita*, de color blanquecino y traslúcido. Lo que más destaca en ella son 4 estructuras marrones de forma redondeada que se ve en su interior. La fase medusa suele aparecer entre mediados de diciembre y primeros de junio. Tiene el ciclo cerrado en la laguna y es una especie que por su pequeño tamaño y poca consistencia, unido a que no aparece en los meses de verano y a que no ocasiona picaduras, no produce problemas. Su distribución es más o menos homogénea por la laguna dependiendo del régimen de corrientes y vientos dominantes.

La segunda cronológicamente en aparecer es la *Rhizostoma pulmo*, conocida como medusa blanca. Presenta una umbrela acampanada de color blanco azulado y con un ribete violeta que la bordea, por debajo de la umbrela tiene un largo manubrio festoneado, seguido por 8 brazos orales gruesos de color blanco azulado. Está presente durante todo el año pero en junio alcanza las máximas densidades al coexistir los ejemplares nacidos en el año con los nacidos el año anterior. Su ciclo dura más de un año. Produce picaduras leves si no se dan fenómenos de alergias, no deja heridas aunque si produce una intensa irritación. Su distribución no es dependiente de las corrientes sino que los individuos se concentran en las zonas de mayor cantidad de alimento de una forma activa. Al liberar al medio pequeños fragmentos de los tentáculos, no resulta necesario tener un roce directo con la medusa para verse afectado por la picadura. En el 2003 apareció en cantidades mucho más grandes de las habituales hasta la fecha.

La tercera especie es la *Cotylorhiza tuberculata*, llamada "huevo frito". Se caracteriza por presentar en la umbrela aplanada, una protuberancia central abombada de color más oscuro, y más gruesa al tacto. Su color es verdoso amarronado, debido a las algas simbiotas que lleva en su interior. Es la especie más abundante y está presente hasta el mes de noviembre. Aunque no produce picaduras, por su enorme abundancia coincidente con los meses de verano ocasiona problemas tanto al sector turístico como a la pesca tradicional que se desarrolla en la laguna. Su distribución es más o menos homogénea por la laguna dependiendo como *Aurelia aurita* del régimen de corrientes y vientos dominantes.

Las medusas alteran el frágil ecosistema del Mar Menor, pero también lo regulan



*Cotylorhiza tuberculata* (F.F.M.)

En la Mitología, Medusa hace referencia a una de las tres Gorgonas y concretamente a la única de ellas que era mortal. Fue amada por Poseidón, quien la sedujo en el templo de Atenea. La diosa, irritada, transformó los magníficos cabellos de Medusa en espantosas sierpes que petrificaban a cuantos la miraban.

Perseo le cortó la cabeza a Medusa, y la utilizó en sus expediciones para petrificar a sus enemigos, en especial para liberar a Andrómeda. Así, Medusa participa también en el origen mitológico del coral.



Josep Maria Gili Sardá es doctor en Ciencias Biológicas y profesor de investigación del CSIC en el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona. Ha trabajado durante 25 años en el estudio de las comunidades bentónicas marinas en el Mediterráneo, Atlántico, Pacífico y Antártico. Se ha centrado en el estudio del papel de los organismos suspensívoros en los procesos de transferencia entre las comunidades de la columna de agua y las del fondo marino. También ha centrado su investigación en el zooplancton, especialmente el componente gelatinoso (ejemplo, medusas).



## JOSEP MARIA GILI SARDÁ Investigador del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona

Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales (A.D.D.)

**1. La proliferación de medusas en los últimos años en el Mar Menor es motivo de preocupación en la sociedad murciana, por sus implicaciones ambientales, sanitarias y económicas, dicha proliferación se ha relacionado con el cambio ecológico de la laguna costera. ¿Por qué se ha producido este fenómeno?**

Por lo que sabemos hasta la actualidad, las causas de las proliferaciones de medusas son debidas a una serie de alteraciones de las condiciones ecológicas de la laguna costera. En las dos últimas décadas algunos aspectos muy relevantes para el medio natural de la laguna han ocurrido especialmente debido al incremento de la actividad humana. Los aportes terrígenos han cambiado la naturaleza del sustrato de arena a fangoso, las praderas de *Zostera sp* y *Cymodocea nodosa* han sido sustituidas por praderas mixtas de *Cymodocea-Caulerpa prolifera* o monoespecíficas de *Caulerpa*. La apertura del canal del Estacio ha favorecido la entrada de agua del mediterráneo (la salinidad ha bajado) y la introducción de especies propiamente mediterráneas. Entre estas especies se sitúan las medusas que poco a poco han ido sustituyendo en parte a las poblaciones de la especie autóctona del Mar Menor como *Aurelia aurita* conocida en el Mar Menor de hace más de un siglo. También ha hecho que épocas del año, como el verano, en las que no se desarrolla *Aurelia*, proliferen las especies introducidas. El incremento de la temperatura del agua afecta tanto a las aguas interiores de la laguna como a las mediterráneas que a su vez se mezclan continuamente con las primeras. Otro hecho muy importante es la eutrofización de la laguna debido a los aportes de nutrientes que proceden de los canales de desagua de los campos de cultivo como la Rambla del Albuñón. En conjunto se ha cambiado tanto el ecosistema, que forzadamente nos encontramos con una situación ecológicamente muy distinta de la que teníamos hace tan solo un par de décadas.

**2. ¿Esta situación particular del Mar Menor podría estar influida/ magnificada por el cambio global?**

No creo que el cambio global tenga que ver en los cambios producidos en el Mar Menor ni

que los magnifique. Los cambios introducidos son debidos a la actividad humana. Cada día necesitamos explotar más el medio ambiente que tenemos cerca y ello lleva a un deterioro casi inevitable. Este efecto sobre el medio ambiente es cada vez mas global en nuestro planeta y quizás desde este punto de vista si que podríamos hablar de relación con el cambio que introduce el hombre e nivel global sobre el mismo, que es fruto tanto de la suma de cambios a nivel regional como a nivel mundial.

**3. Qué similitudes o particularidades tiene el crecimiento explosivo de medusas en el Mar Menor, con respecto a este fenómeno en otras zonas costeras?**

El caso del Mar Menor no es un hecho aislado. Proliferaciones de medusas e incrementos de la eutrofización (aumento de los nutrientes orgánicos que hace que proliferen unas especies más de los esperables) se conocen, por ejemplo, en lagunas costeras de Méjico. En estas zonas, la sobreexplotación tanto pesquera como turística ha hecho que los niveles de nutrientes sean muy altos y las proliferaciones de medusas son ya habituales. En estas lagunas, al igual que en el Mar Menor, proliferan especies de medusas como *Cotylorhiza tuberculata* (conocida como el huevo frito) que crece rápidamente gracias a tener algas simbiontes, como los corales. Estas algas necesitan nutrientes orgánicos, luz y temperaturas elevadas para crecer en el interior de la medusa, con su crecimiento alimenta a la misma y favorece su proliferación. En otras zonas como los fiordos noruegos, canadienses y otras zonas costeras se producen también enormes proliferaciones de medusas aunque por diferentes causas a las de las lagunas costeras.

**4. ¿Cómo está afectando la explosión demográfica de las medusas a la cadena trófica del Mar Menor?**

La verdad es que sabemos poco de las cadenas tróficas en el Mar Menor y esta referido a hace pocos años. Este hecho hace difícil dar una respuesta comparativa con la actual. De todas maneras lo que es evidente es que el zooplancton ha disminuido debido fundamentalmente a la depredación por un número mayor de organismos situa-

dos en los eslabones superiores de las cadenas tróficas. Entre estos organismos situamos a las medusas. Como se ha observado en otras zonas, las proliferaciones de zooplancton gelatinoso carnívoro, como las medusas, afecta enormemente la recuperación de los bancos autóctonos de peces debido a que compiten con gran eficacia con ellos por el mismo tipo de alimento, el zooplancton.

**5. Estos cambios en las poblaciones naturales, ¿qué consecuencias están teniendo a nivel ecológico en el Mar Menor? ¿Y a nivel socio-económico (pesca, turismo, actividades deportivas acuáticas etc.)?**

La tendencia ecológica general va hacia a una simplificación de las cadenas tróficas en la laguna y a un empobrecimiento general de la vida. Hay muchas especies que ya no son frecuentes en el Mar Menor y otras han desaparecido. Estamos ante un sistema simple y frágil. Esta situación ecológica ha hecho que las actividades humanas se vean también modificadas o alteradas tanto por las consecuencias de las medusas como por la reducción de otros organismos como peces o moluscos. También se podría decir que la eutrofización es una manera de contaminar las aguas. En conjunto las actividades turísticas se verán afectadas como es bien evidente en pleno verano a nivel de playas, como también las pesqueras.

**6. ¿Cuales serían a su juicio las principales líneas de actuación para resolver este problema? ¿Cuál sería el papel de los diferentes sectores económicos y sociales?**

La idea clave de esta situación es que si deseamos seguir "disfrutando" del Mar Menor hay que concienciarse de que hay que ir hacia un idea de ecosistema sostenible. Algunas actuaciones, ya se están llevando a cabo, como la extracción de medusas. Pero hay que reducir o al menos, no incrementar la presión humana sobre el litoral de la laguna. Habría que hacer un gran esfuerzo sobre la reducción de la eutrofización causada por los aportes desde los campos de cultivo, activando o incrementando la actividad de las depuradoras, disminuir la presión demográfica sobre las zonas

más afectadas y replantearse hasta que nivel de riesgo deseamos llegar, para no hacer la situación irreversible. Ello requiere una complicidad y participación de todos los sectores públicos y económicos que basan su actividad en la explotación del Mar Menor.

**7. Considerando que podríamos estar actuando fundamentalmente sobre los "síntomas de la enfermedad". ¿Faltaría mucho para poder empezar a actuar sobre las causas? ¿Disponemos de suficiente información científica para determinarlas?**

Ya conocemos algunas de las causas más probables de la situación actual del Mar Menor, al menos como para no tener excusas para empezar las actuaciones. Hay que reconocer que el conocimiento científico, aún no es suficiente, y este es necesario para plantear con rigurosidad y posibilidades de éxito las actuaciones mencionadas. Nos quedan aún algunos años para poder ofrecer medidas o soluciones que lleven a tomar medidas adecuadas. De todas maneras, no hay que esperar, hay que actuar ya. Los estudios científicos que se están haciendo en la actualidad por diferentes colectivos profesionales ayudarán a comprobar si los resultados de las medidas de actuación, que en algunos casos ya deberían ser medidas de choque, permiten la recuperación del ecosistema o no. Los estudios han sido puntuales y han carecido de la continuidad temporal necesaria como para poder ofrecer respuestas y soluciones con la rigurosidad necesaria. También hay que abordar estudios multidisciplinares que permitan conocer la situación y ofrecer respuestas a nivel global sobre el Mar Menor. Hay que huir de las medidas locales, temporales o parciales que tantas veces se han demostrado ineficaces a medio o largo plazo.

**8. ¿Cómo ve el futuro de este fenómeno en el Mar Menor? ¿Cree en una posible solución "definitiva", o bien habrá que aprender a convivir con esta situación?**

Con el sistema económico actual de nuestra sociedad en el que tan sólo lo que genera beneficios vale la pena invertir, se hace difícil una solución a corto plazo. Inevitablemente tenemos que irnos acostumbrando a vivir con la situación

aun que no por ello haya que descartar que se vayan tomando medidas, bien fundamentadas por estudios científicos rigurosos, que ayuden a apaciguar o suavizar la situación. No hay que dejarse engañar por la búsqueda de soluciones drásticas que lleven a perjudicar a los humanos. Como la mayoría de las especies que viven con nosotros en este planeta, necesitamos modificar el ambiente para hacerlo más adecuado para nuestras necesidades. El problema es cuando hay que pararse y no modificar tanto y de manera injustificadamente inconsciente como para alterar tanto el medio que lleve a situaciones de irreversibilidad. Creo que hace falta un compromiso por parte de la especie "más inteligente de la Tierra" para que sus actuaciones sobre el medio ambiente no sean tan egoístas o irresponsables que nos lleven a la autoextinción. Recuerdo las palabras de un gran profesor que frente al problema de la degradación del Mediterráneo me decía que si de algo deberíamos estar preocupados era de ser más responsables y honestos con el medio ambiente ya que si lo modificamos tanto lo que conseguiremos es desaparecer nosotros como especie y el mundo y nuestro mar seguirá. El Mar Menor es una gran escuela para todos incluso las clases dirigentes y las clases empresariales. En pocos años se ha degradado mucho el ecosistema por el interés legítimo de mejorar nuestro nivel de vida y los recursos que podamos sacar de él (tanto naturales como la pesca, como sociales como el turismo). Pero el intentar desarrollar actuaciones que hagan sostenible el ecosistema es una gran reto para todos. Para nosotros los científicos, nuestro reto es buscar las causas y ofrecer soluciones que serán útiles si nos escuchadas y canalizadas escrupulosamente por los que tengan la responsabilidad tanto frente a nosotros como especie como frente al mundo en global.

**Las causas de las proliferaciones de medusas son debidas a una serie de alteraciones de las condiciones ecológicas de la laguna costera**

**El doctor Gili impartió el pasado año en Murcia, en el ciclo de conferencias 2002-2003 "Vive la Ciencia", una ponencia titulada ¿Tienen relación tantas medusas con el cambio global?, en dónde contesto a diversas cuestiones. A continuación citamos algunas de las más destacables:**

*¿Existen esperanzas de que algún día sea posible bañarse en el Mar Menor sin necesidad de colocar redes contra las medusas?*

Ésta no es una cuestión fácil. Para cortar el ciclo de vida de los celentéreos hay que eliminar su fase de pólipos, pero no los hemos localizado aún. Hay una pista de cómo cortar este ciclo y lograr que el número de ejemplares que aparecen en verano sea mucho menor. Intentamos buscar cuál es el sustrato idóneo para las medusas y así fabricarles un sustrato artificial para que se asienten allí. Luego procederíamos a su destrucción. Es algo así como ponerle el queso al ratón para cazarlo.

*¿Sería ésta la solución definitiva?*

Antes de dos años es imposible saber dónde están los pólipos. Una parte importante de la solución pasa por controlar los aportes de aguas de riego al Mar Menor. Hay que construir más depuradoras, algún sistema para evitar que los nutrientes lleguen fácilmente a la laguna. Lo más prioritario es controlar el nivel de nutrientes en las aguas, ya que evitaría que las medusas adultas crecieran tan rápido y que no se reprodujeran tanto, con lo cual vamos acortando el número de ejemplares. Es obvio que estas actuaciones requieren inversiones suficientes.

*¿Qué condiciones se dan en la laguna murciana para que estos seres gelatinosos campen a sus anchas y proliferen a un ritmo tan vertiginoso e incontrolable?*

Uno de los casos más espectaculares de Europa es el del Mar Menor. En él confluyen tres factores que alimentan el incremento en la población de medusas: una masa de agua caliente, una elevada iluminación y la existencia de nutrientes orgánicos procedentes en su mayor parte del campo y la huerta. Otro agente que beneficia su desarrollo es la pesca indiscriminada de especies que vienen actuando como depredadores de los celentéreos.



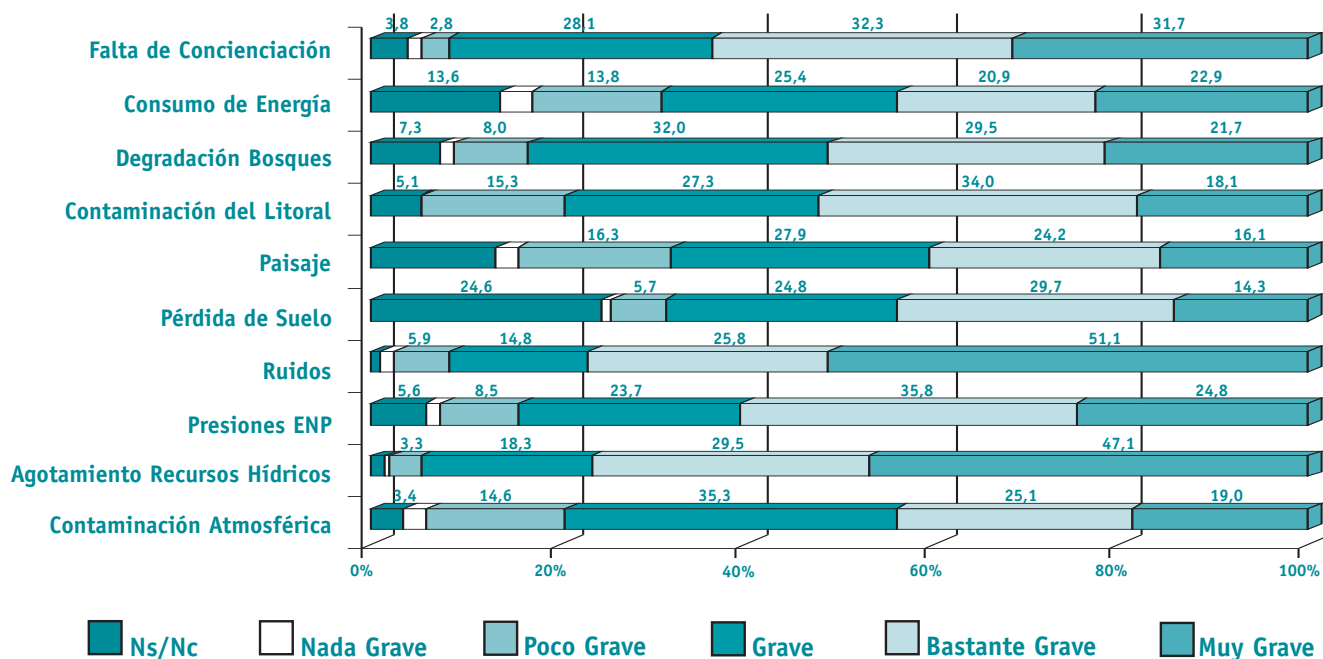
Vista del copo del arte de pesca en la recogida de medusas en el Mar Menor (P.M.B.)

En términos generales, se observa una nueva y significativa disminución de la valoración de gravedad media de la situación ambiental de la Región de Murcia, desde diciembre de 2002 se ha producido una disminución global de cinco puntos porcentuales. Los datos revelan una tendencia iniciada en marzo de 2003 hacia una menor valoración de gravedad de la situación medio ambiental de la Región.

No obstante, tres son los problemas ambientales percibidos por la población de la Región de Murcia que acumulan un mayor porcentaje de valoración de gravedad (grave-bastante grave-muy grave) en junio de 2004: El "Agotamiento y Contaminación de los Recursos Hídricos" (un 94,9%), "Falta de Concienciación Ciudadana" (un 92,1%) y la "Contaminación Acústica" (el 91,7%).

En línea con los ecobarómetros anteriores, se muestra la mayoritaria preocupación de la ciudadanía regional por el agotamiento y estado de los Recursos Hídricos, acumulando el mayor porcentaje de valoraciones de gravedad. Destaca el incremento de cuatro puntos porcentuales en la valoración de gravedad del problema "Falta de Concienciación Ciudadana", situándose en segunda posición por primera vez desde 2002.

## Valoración de la Gravedad de Problemas Ambientales



### A destacar

1  
2  
3  
4  
5  
6

La "Contaminación Acústica" (ruidos), sigue encabezando el tablero de problemas ambientales valorados como "Muy graves" recibiendo el 51,1% de valoraciones, dos puntos más que en el estudio anterior (noviembre 2003). Salvo algunas excepciones, se observa que a menor tamaño de hábitat, menor número de valoraciones de gravedad del problema.

La "Contaminación Atmosférica y sus efectos" muestra una tendencia decreciente en su valoración de gravedad, lo que indica una menor preocupación de la población encuestada hacia este problema. En concreto, recibe el 79,4% de las valoraciones de gravedad acumuladas, casi diez puntos menos que en 2002. La satisfacción ambiental respecto a este ítem es mayor en poblaciones pequeñas.

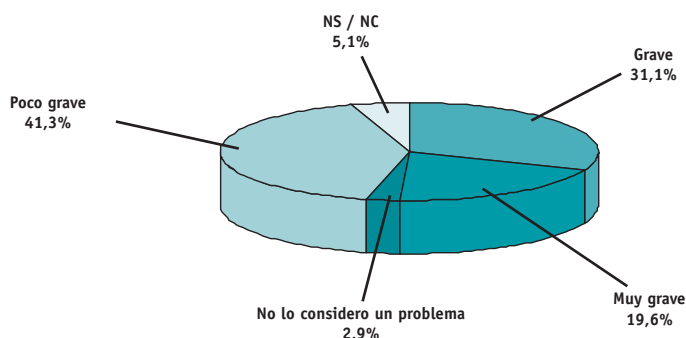
Tres problemas se muestran como los valorados con menor gravedad: "Excesivo consumo de energía y recursos no renovables" con un 69,2%, seguido de la "Pérdida de suelo agrícola y forestal por erosión, salinización, contaminación, etc." con un 68,8%, y las "Amenazas naturales y antrópicas (erosión, incendios, minería, etc.)", que constituyen un deterioro del paisaje" con un 68,2% de valoraciones de gravedad acumuladas.

El 41,3% de los entrevistados considera que la proliferación de medusas en el Mar Menor es un problema poco grave, y un 2,9% no lo considera realmente un problema. El 31,3% cree que la expansión de medusas es un problema grave, y un 19,6% muy grave. Son los municipios costeros de Los Alcazares, San Javier y San Pedro del Pinatar los que muestran mayor preocupación por el problema.

En cuanto a las causas que pueden originar esta expansión de medusas, el 23,4% considera que la urbanización de la zona costera y la proliferación de puertos deportivos es la causa principal; el 20,1% cree que se debe al aporte de nutrientes de la agricultura, y el 13,8% se inclina por achacar la expansión de medusas al exceso de materia orgánica por incompleta depuración de las aguas residuales.

Un mayoritario 47,2% considera que la expansión de medusas genera daños al turismo; un 8,9% se centra en las consecuencias sanitarias por irritaciones y erupciones en los bañistas, y el 5,7% se preocupa por las consecuencias sobre la actividad pesquera.

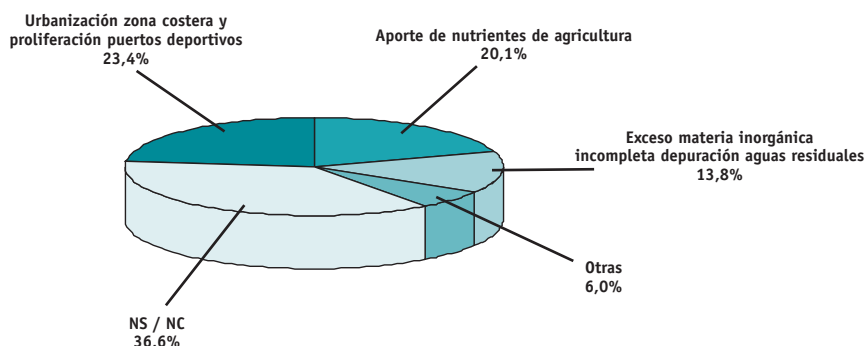
## Gravedad Percibida de la Expansión de Poblaciones de Medusas



¿Considera usted que la expansión de las poblaciones de medusas en el Mar Menor es?... (%)

Grave	31,1
Muy grave	19,6
No lo considero un problema	2,9
Poco grave	41,3
NS / NC	5,1

## Percepción de las Causas de la Expansión de las Poblaciones de Medusas



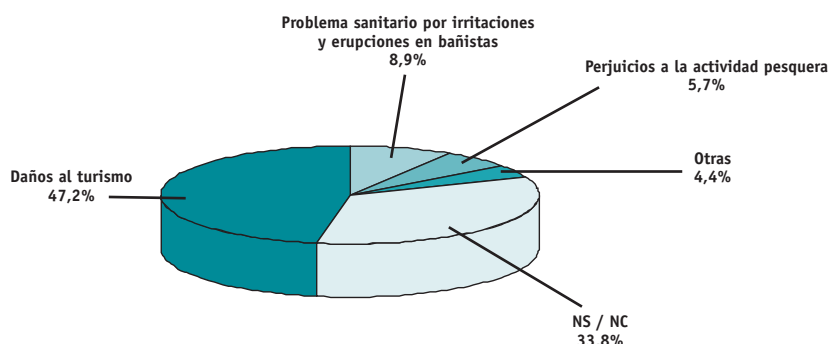
En cuanto a las causas que pudieran originar esta expansión de medusas, ¿cuál cree usted que sería la más significativa? (%)

Urbanización zona costera y proliferación puertos deportivos	23,4
Aporte de nutrientes de agricultura	20,1
Exceso materia orgánica incompleta depuración aguas residuales	13,8
Ausencia depredadores naturales	4,1
Apertura/dragado golas	1,3
NS / NC	36,6

## Consecuencias Percibidas por la Proliferación de Medusas en el Mar Menor

Entre las consecuencias que puede generar esta situación. ¿Cuál destacaría? (%)

Daños al turismo	47,2
Problema sanitario por irritaciones y erupciones en bañistas	8,9
Perjuicios a la actividad pesquera	5,7
Alteración equilibrio ecológico del Mar Menor	1,5
Alteración calidad de agua	0,4
Ninguna de las anteriores	2,5
NS / NC	33,8



### FICHA TÉCNICA DEL ESTUDIO

<b>Realización del estudio:</b>	Trabajo de campo realizado entre el 18 y el 22 de junio de 2004. Estudio dirigido y realizado por el INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y AMBIENTALES (ICSA).
<b>Ámbito geográfico:</b>	Región de Murcia
<b>Recogida de información:</b>	Mediante entrevista telefónica
<b>Universo de análisis:</b>	Población mayor de 18 años residente en hogares con teléfono
<b>Tamaño de la muestra:</b>	1.112 entrevistas proporcionales
<b>Error muestral:</b>	El margen de error para el total de la muestra es del $\pm 2,9$ para un margen de confianza del 95,5% y bajo el supuesto de máxima indeterminación ( $p=q=50\%$ )
<b>Procedimiento de muestreo:</b>	Selección polietápica del entrevistado: Unidades primarias de muestreo (MUNICIPIOS) seleccionadas de forma aleatoria proporcional para los 45. Unidades secundarias (HOGARES) mediante la selección aleatoria de números de teléfono. Unidades últimas (INDIVIDUOS) según cuotas cruzadas de SEXO Y EDAD.

# ecobarómetro de medios

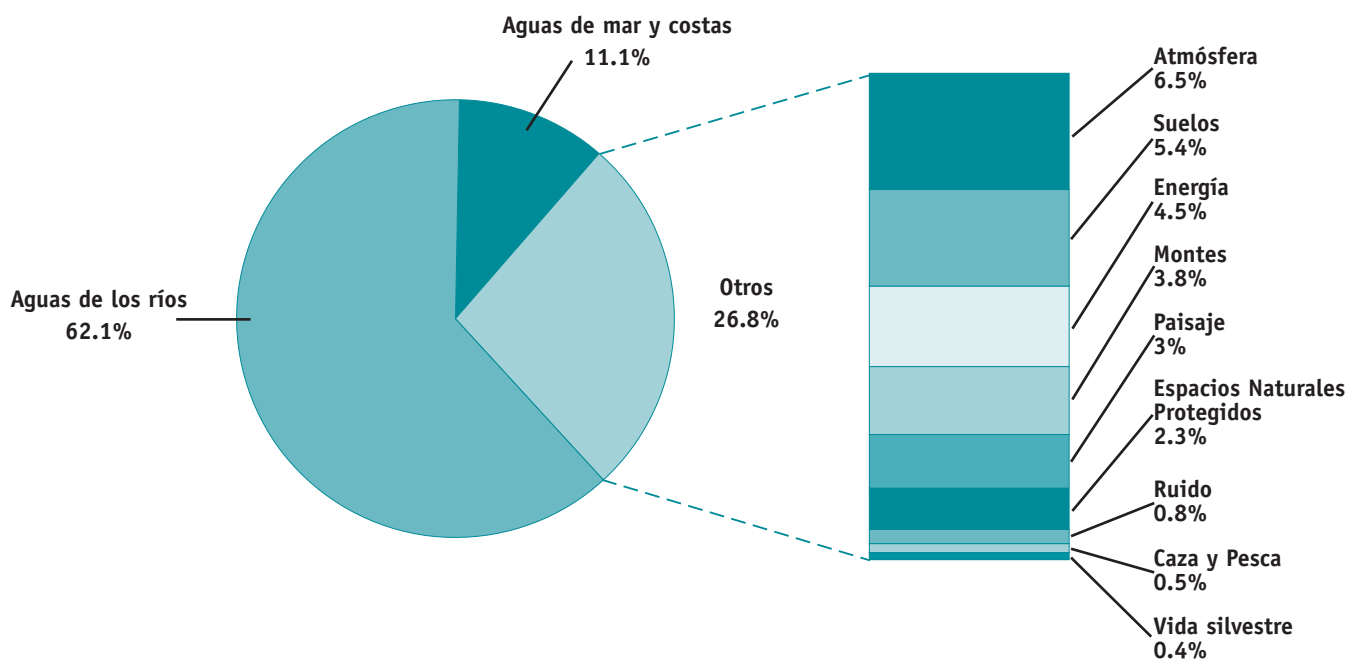
En el último trimestre el número de noticias sobre la temática "Aguas de los Ríos" ha duplicado la media mensual de noticias del año 2003 y 2002, acumulando el 62,10% de noticias sobre medio ambiente publicadas en la prensa regional.

En un segundo lugar, como en estudios anteriores, se encuentra la categoría temática "Aguas de Mar y Costas" que muestra una fuerte tendencia alcista a principios de Verano.

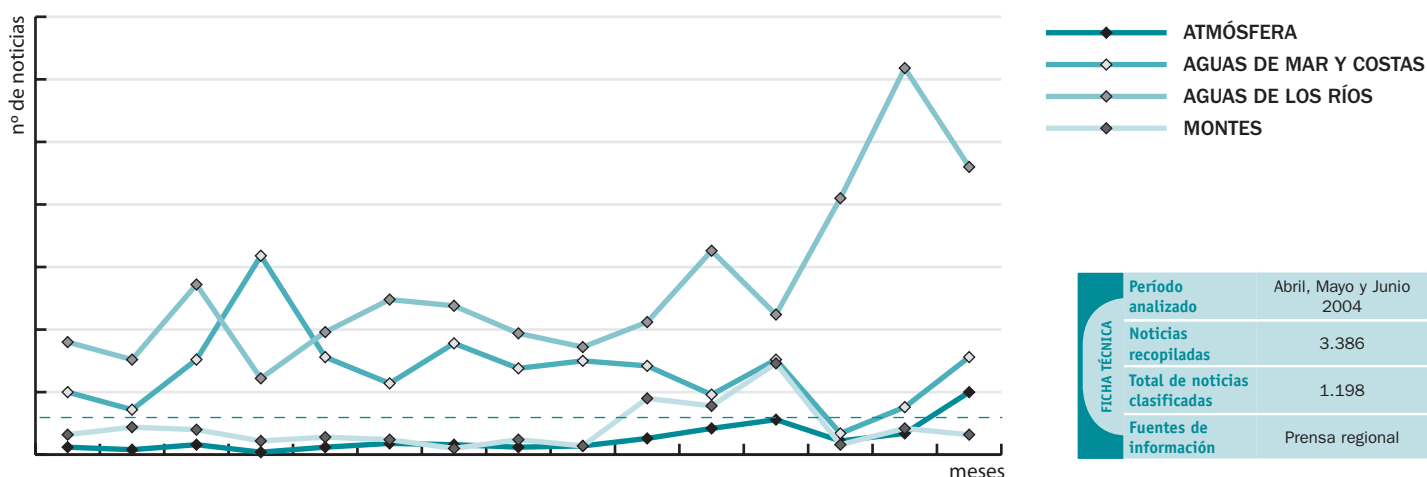
En los últimos meses se muestra un incremento del número de noticias relacionadas con la ola de calor en la Región de Murcia, así como con el cambio climático y similares; lo que provoca un llamativo incremento de la temática "Atmósfera", subiendo al tercer puesto del ranking.

Temas	Total %	Abril %	Mayo %	Junio %
AGUAS DE LOS RÍOS	62.10	17.11	25.79	19.20
AGUAS DE MAR Y COSTAS	11.10	1.42	3.17	6.51
ATMÓSFERA	6.51	0.92	1.42	4.17
SUELOS	5.43	1.42	2.42	1.59
ENERGÍA	4.51	0.67	2.42	1.42
MONTES	3.76	0.67	1.75	1.34
PAISAJE	2.50	0.42	1.00	1.09
ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	2.34	0.33	1.34	0.67
RUIDO	0.83	0.58	0.17	0.08
CAZA Y PESCA	0.50	0.00	0.08	0.42
VIDA SILVESTRE	0.42	0.00	0.00	0.42
	100	23.54	39.57	36.89

## Porcentaje de noticias ambientales analizadas por categorías temáticas:



## Evolución mensual de las categorías temáticas más destacadas:





## CONTROL, MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y ESTUDIO DE LAS POBLACIONES DE MEDUSAS EN EL MAR MENOR

La proliferación de medusas en aguas del Mar Menor ha llevado a la Consejería de Agricultura y Agua a desarrollar las siguientes acciones, que son continuación y complemento de otras realizadas en años anteriores.

### Control de las poblaciones mediante su pesca selectiva: artes de arrastre de superficie

Las actuaciones destinadas a la eliminación y extracción de medusas se realizan con la contratación de barcos de pesca de lista 3ª y con matrícula de San Pedro del Pinatar.

El aparejo diseñado para la captura de medusas se podría definir como un sistema de arrastre pelágico, sin llegar en ningún momento al fondo marino, propulsado por dos embarcaciones. El arte tiene forma de copo y cada banda del mismo se encuentra sujeta a la popa de cada una de las embarcaciones. La boca del arte se encuentra lastrada en su parte inferior y apoyada en la superior. El máximo calado de la boca del arte es de unos 2,5 m desde la superficie del agua. La apertura de la boca puede ser regulada mediante el tiro y la separación entre las parejas de embarcaciones, de modo que a mayor velocidad de propulsión, la boca se cierra. Mientras los patrones de las embarcaciones gobiernan el barco, los marineros, situados en la proa de las naves, dirigen los movimientos hacia zonas donde la densidad de medusas es mayor. Una vez lleno el copo, las bandas son recogidas desde cada barco, y una vez que el copo está al alcance, ambas bandas pasan a un barco, donde se procede a su cierre y embragado para poder ser elevada la captura por la grúa de la gabarra. El copo cerrado se sujeta a la popa de una de las embarcaciones, mientras la otra la remolca hasta la gabarra. Una vez allí, se abarboa la embarcación a la gabarra y el copo es izado y vaciado en el contenedor, procediéndose a anotar el peso escurrecido y el volumen ocupado del contenedor. Posteriormente las medusas capturadas se bombean, a

través de una manguera flexible de diámetro adecuado al caudal, al interior de una zanja localizada en el Acuartelamiento de los Alcázares donde son enterradas.

El número total de embarcaciones dedicado a esta actividad ha ido en aumento, pasando de 10 unidades en el año 2000 a 14 en el 2001 y a 16 en los años 2002 y 2003, actuando por parejas y con una eslora entre 7 y 10 m.



Redes de protección para los bañistas (P.M.B.)

### Protección de las playas mediante la instalación de redes antimedusas

El objetivo de la instalación temporal de las redes, es el de separar estas zonas del resto del Mar Menor, impidiendo el paso de las medusas a las playas y por tanto, evitando las posibles molestias a los bañistas.

Con el fin de evitar el paso de las medusas a las zonas de baño, se han instalado 42 km de redes de hilo Nylon o de plástico, con una luz de malla de 40 mm. Cada paño básico posee una longitud de 50 m, la parte baja lleva cosido a todo lo largo un cabo plomado, y en la superficie, manteniendo los paños de red en una posición vertical, se sitúan unos flotadores de 20 cm de diámetro, colocados a una distancia de 1,5 m, de color amarillo.

Todas las redes están debidamente balizadas de acuerdo a la legislación vigente.

En general, las redes llegan hasta la misma orilla

de la playa, formando canales de navegación acotados.

El cierre selectivo del canal del Estacio se realiza mediante dos líneas de redes curvas, con una distancia media entre ellas de 160 m, de esta forma se permite la navegación de las embarcaciones, impidiendo el flujo de entrada y salida de las medusas entre el Mar Mediterráneo y el Mar Menor.

### Actuaciones de investigación

El proyecto europeo EUROGEL, que tiene su inicio el año 2002, tiene como objetivo general identificar y cuantificar los factores que regulan la abundancia y sucesión de especies de medusas en aguas europeas, los mecanismos biológicos y físicos involucrados en su aparición a modo de proliferaciones masivas o *blooms*, y la importancia potencial que esto tiene en la sociedad.

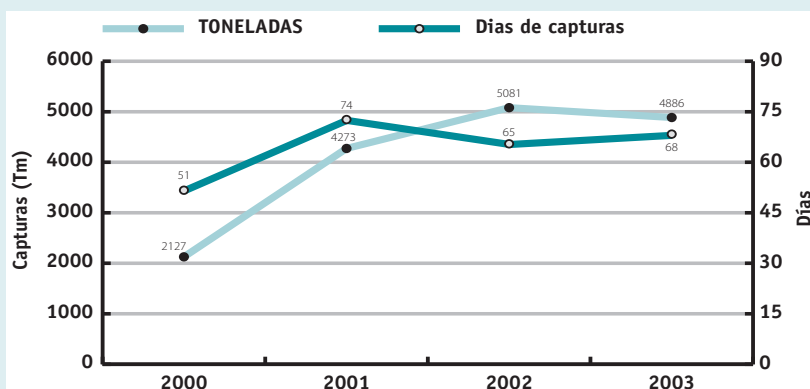
Por ello el Instituto Español de Oceanografía de Murcia, en colaboración con el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, entran a formar parte del conjunto de instituciones de investigación del proyecto europeo EUROGEL. Como antecedentes existieron convenios específicos de colaboración entre la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia (Dirección General de Pesca y Agricultura) y el Instituto Español de Oceanografía para la realización de un estudio de la dinámica de poblaciones de las medusas (*Cotylorhiza tuberculata*) en el Mar Menor y su problemática asociada.

Por el interés regional que este fenómeno presenta en las costas murcianas, se ha contemplado la posibilidad de que, nuevamente, la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia colabore con el Centro Oceanográfico de Murcia con el fin de poder intensificar y ampliar el muestreo realizado bajo el proyecto de EUROGEL, y poder obtener unos resultados y conclusiones que permitan llegar a soluciones aplicables localmente.

### Evolución de las capturas de las medusas (por especie) desde el primer año hasta la actualidad

Este gráfico corresponde a las capturas de la especie *Cotylorhiza tuberculata*, ya que, durante los años 2000-2002 la aparición de *Rhizostoma pulmo* o medusa blanca apenas era significativa. En el año 2000, a lo largo del mes de Junio, se observaron ejemplares de *R. pulmo* los cuales desaparecieron antes de que se iniciara la campaña de captura, por lo que no existen datos de esta especie. En el 2001 se capturaron un total de 35 Tm de la especie *R. pulmo* por el método de extracción mediante salabreo, dentro de los recintos de baño y en las zonas colindantes a estos, se utilizó este sistema debido a la imposibilidad de faenar con el aparejo de arrastre pelágico, de igual modo en el 2002 se capturaron un total de 39,38 Tm de la misma especie. En el año 2003, a principio de la campaña se observó un aumento de la población de la especie *R. pulmo*, respecto con los años anteriores, así como de su distribución. El número de individuos se vio claramente mermado a mediados del mes de agosto, desapareciendo prácticamente en su totalidad en el mes de septiembre.

El peso total extraído de las dos especies ha alcanzado la cantidad de 4.886 Toneladas, estimándose en 22.245.546 individuos. Del total de las capturas el 96.5% correspondió a la especie *Cotylorhiza tuberculata*, solamente 171 Tm (el 3.5%) a la especie *Rhizostoma pulmo*.



## EL CICLO REPRODUCTIVO DE LAS MEDUSAS

Los cnidarios, grupo taxonómico al que pertenecen las medusas, presentan un ciclo reproductivo complejo, con dos tipos de organización y formas básicas de cuerpo: los *pólipos* y las *medusas*. Los pólipos son formas fijas con reproducción asexual, mientras que las medusas son libres, nadadoras con reproducción sexual dioica o de sexos separados.

Las especies de medusas que encontramos en el Mar Menor, *Aurelia aurita*, *Cotylorhiza tuberculata* y *Rhizostoma pulmo*, pertenecen a la clase de los Escifozoos. Aproximadamente la mitad del año están presentes como fase medusa y la otra mitad se encuentran como fase pólipo.

La fecundación es externa y a partir del óvulo fecundado se desarrolla un tipo de larva ciliada y móvil, la plánula, que después de un corto período de vida libre en el que entra a formar parte del plancton, se dirige al fondo fijándose al substrato. En experimentos en acuarios, las plánulas se fijan en un período de entre 4 y 8 días. Buscan lugares poco móviles, como rocas o conchas de molus-

cos. En el Mar Menor es importante que estén a resguardo de la sedimentación por resuspensión, que es elevada.

Una vez fijada en el fondo se transformará en un pólipo llamado *escifistoma* de apenas uno o dos milímetros, que ante condiciones adversas puede producir una especie de ciste, una pequeña yema, como forma de resistencia a la espera de condiciones más favorables.

Desde cada escifistoma, se produce la estrobilación, que consiste en la formación de yemas en el extremo oral del pólipo. Desde cada yema se genera el siguiente tipo de larva con forma estrellada, llamadas efira. A medida que se desarrollan, las efiras se desprenden del escifistoma y se adaptan a la vida libre, desarrollándose hasta alcanzar el estadio adulto de medusa.

El que acabamos de describir es el ciclo general, aunque existen un reducido número de especies oceánicas en las que no hay fase de pólipo y las larvas producen directamente las efiras.

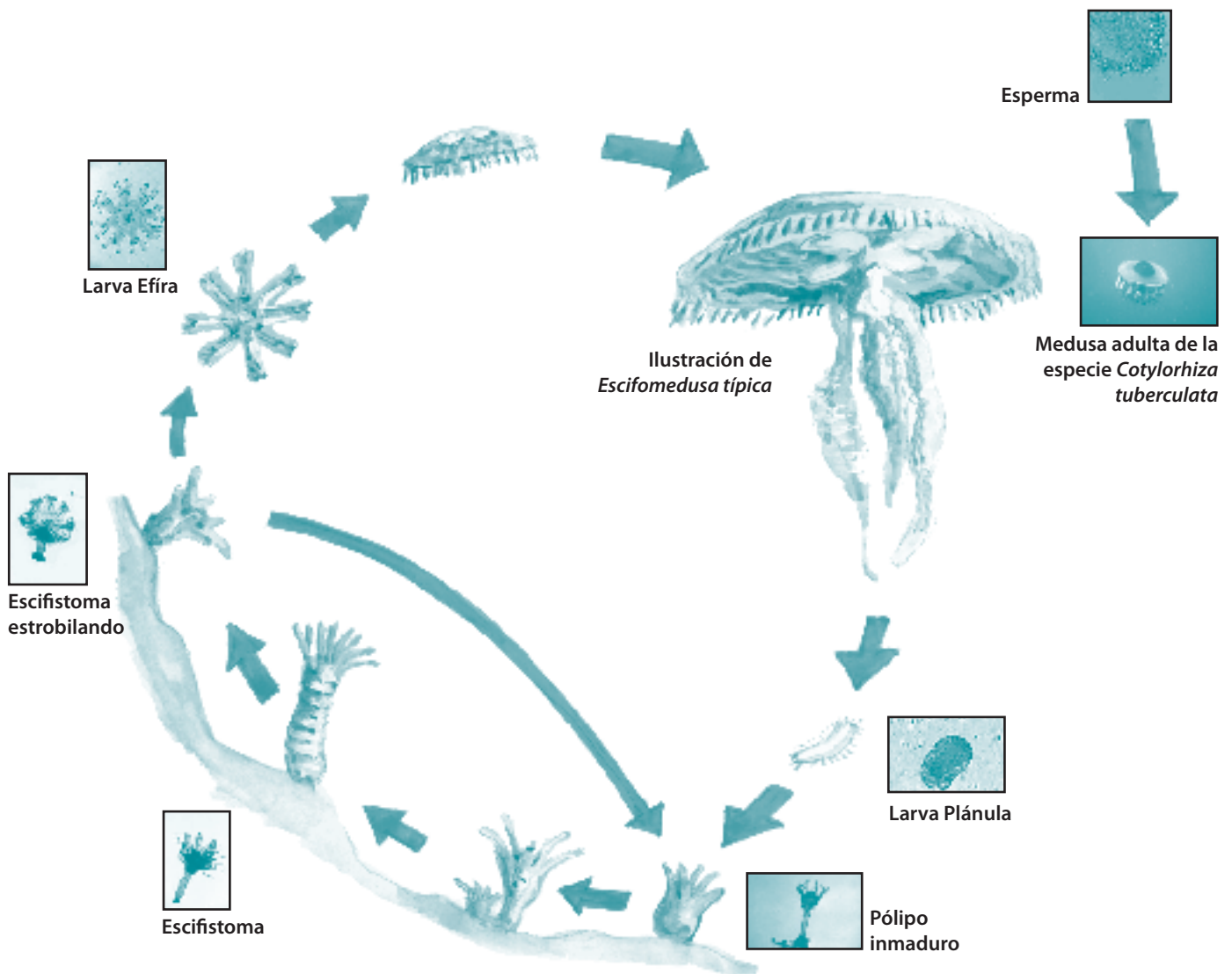
En el caso de *Cotylorhiza tuberculata* y *Rhizostoma*

*pulmo*, un pólipo (escifistoma) produce una sola efira, aunque ese pólipo ha podido dar lugar a más pólipos por reproducción asexual y por tanto podría realmente dar lugar a más efiras, pero no directamente.

En el caso de *Aurelia aurita* un pólipo daría lugar a 8-10 efiras. Cuando estrobila se diferencian las efiras como "apiladas".

El período de aparición de estas tres en el Mar Menor es:

- *Aurelia aurita*: estrobila en noviembre-diciembre y la medusa está presente hasta junio. Por eso no es problemática para el turismo, además de por su menor tamaño y por ser más frágil.
- *Cotylorhiza tuberculata*: Estrobila en mayo-junio y la medusa está presente hasta diciembre.
- *Rhizostoma pulmo*: estrobila en mayo y la medusa está presente todo el año. Viven unos 14 meses con lo que se llegan a solapar las dos cohortes. En mayo-junio se pueden ver ejemplares muy grandes, nacidos el año anterior. Y ejemplares más pequeños, con uno o dos meses de vida.



Fotos cedidas por Iñaki Franco Navarro

## ¿Qué hacer si has sido picado por una medusa?

- No frotar la zona afectada, ni con arena ni con la toalla
- Nunca limpies la zona afectada con agua dulce, usa siempre agua salada
- Aplica frío sobre la zona afectada durante 15 minutos usando una bolsa de plástico que contenga hielo. Nunca aplicar hielo directamente a no ser que sea de agua marina.
- Extrae cualquier resto de tentáculo que permanezca adherido a tu piel, teniendo cuidado con los dedos. Si el estado de la víctima empeora progresivamente después de aplicar hielo, con el inicio de complicaciones respiratorias, convulsiones o alteraciones cardíacas, ésta ha de ser llevada inmediatamente al hospital más próximo.

**ATENCIÓN:** las personas que han sido picadas una vez, están sensibilizadas y una segunda picadura puede producir una reacción más severa.

## Glosario

### Cadena Trófica

Cadena de seres vivos en que cada eslabón se alimenta y obtiene energía del eslabón precedente y a su vez sirve de alimento y proporciona energía al siguiente.

### Cnidaria

Animales invertebrados también llamados celentéreos, provistos de una boca rodeada por tentáculos con células urticantes; por ejemplo, las medusas, y las anémonas de mar.

### Cnidoblasto

Célula que forma al nematocisto, que es el órgano urticante de los cnidarios.

### Dragado

Acción de excavar el fondo de los puertos, ríos o canales, para extraer el fango y la arena del fondo marino.

### Eutrófico

Masa de agua con abundancia de nutrientes que favorecen el crecimiento de las algas y otros organismos.

### Medusa

Forma libre nadadora de los animales del grupo de los cnidarios; tiene forma de campana o sombrilla y células urticantes.

### Nitratos

Compuestos químicos utilizados como fertilizantes en la agricultura. Son una fuente importante de contaminación difusa.

### Nutriente

Cualquier compuesto inorgánico u orgánico utilizado por los productores primarios en su nutrición

### Oligotrófico

Masa de agua con aguas pobres en nutrientes de aspecto claro y transparente.

### Pelágico

Ambiente marino que comprende el conjunto de las aguas, sea cual sea su longitud o distancia a la costa. También, organismo que vive nadando o flotando en el agua de mar.

### Plancton

Organismos pequeños, generalmente microscópicos, que se encuentran flotando en las aguas. Viven suspendidos en el mar y su capacidad de desplazamiento es insuficiente para evitar ser arrastrados por las corrientes. Esta constituido por: organismos vegetales, que componen el fitoplancton; organismos animales, que componen el zooplancton; y bacterias, que forman el bacterioplancton.

### Plánula

Larva característica del grupo cnidarios.

### Pólipo

Fase fija del ciclo biológico de los cnidarios; anémonas de mar.

### Umbrela

Órgano en forma de sombrilla que permite a las medusas flotar.



Cuba llena de medusas (F.F.M.)

## [ E<sup>n</sup> R e d ]

<a href="http://www.carm.es/cagric/fdes_d2_v3.jsp?codcontenido=2298">http://www.carm.es/cagric/fdes_d2_v3.jsp?codcontenido=2298</a>	Control y estudio de las poblaciones de medusas en el Mar Menor
<a href="http://www.marmenor.org/fauna/">http://www.marmenor.org/fauna/</a>	Mar Menor, fauna y flora
<a href="http://www.marviva.org/articulos/divulgacioncaste_icm3.htm">http://www.marviva.org/articulos/divulgacioncaste_icm3.htm</a>	¿Qué son las Medusas?
<a href="http://www.icm.csic.es/">http://www.icm.csic.es/</a>	Instituto de Ciencias del mar
<a href="http://www.ieo.es/index.htm">http://www.ieo.es/index.htm</a>	Instituto Español Oceanográfico
<a href="http://www.carm.es/cagr/cida/simom/intro_mm.htm">http://www.carm.es/cagr/cida/simom/intro_mm.htm</a>	Introducción al Mar Menor, instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, IMIDA
<a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Cnidaria">http://es.wikipedia.org/wiki/Cnidaria</a>	Filum Cnidaria, enciclopedia libre Wikipedia



¿QUIERE RECIBIR EL BOLETÍN INFORMATIVO "ECOS" EN CASA?

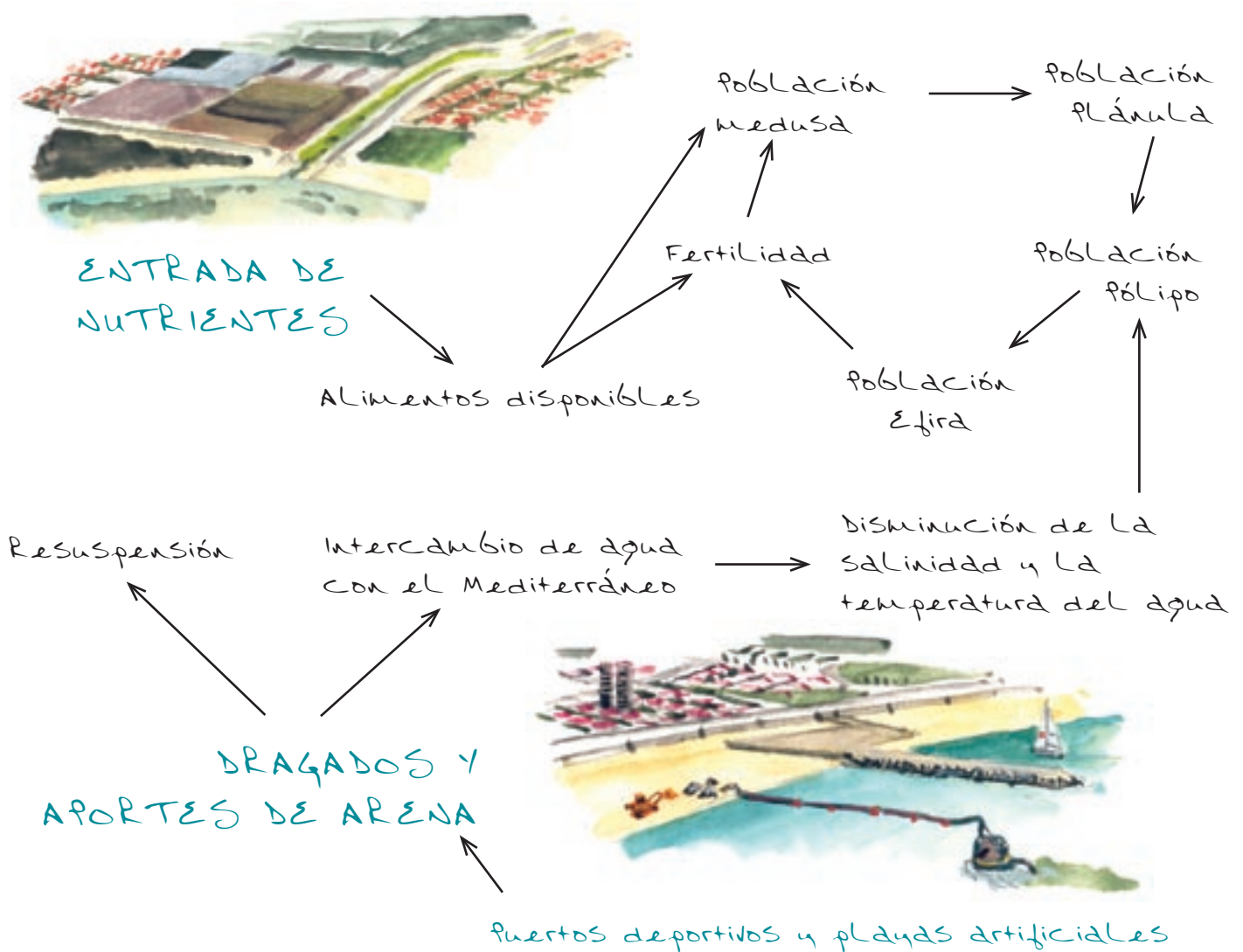
Rellene este cupón y envíelo a:  
BOLETÍN "ECOS"  
DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL  
C/ Catedrático Eugenio Úbeda Romero, 3 - 3ª planta.  
30008 Murcia

De acuerdo con lo contemplado por la ley 15/1999, de 13 de diciembre, doy mi consentimiento para que estos datos sean incluidos en un fichero automatizado confidencial y puedan ser utilizados por la Dirección General del Medio Natural, sin cesión a terceros, para enviarme información, y declaro estar informado sobre los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición.

Nombre	Apellidos	
Dirección		
Código Postal	Localidad	Provincia
Teléfono	e-mail	

## FACTORES QUE AFECTAN A LA PROLIFERACIÓN DE MEDUSAS

Agricultura y desarrollo urbanístico



Región de Murcia

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio  
Dirección General del Medio Natural



FONDO EUROPEO  
DE DESARROLLO REGIONAL

ECOS es una iniciativa de la Dirección General del Medio Natural (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio), desarrollada por el Servicio de Información e Integración Ambiental.

En caso de reproducción del material publicado se ruega citar la fuente y remitir copia a este Boletín:

C/ Catedrático Eugenio Úbeda, 3-3ª. 30008-Murcia.



Impreso en papel reciclado

### Edita

Consejería de Medio Ambiente  
y Ordenación del Territorio

### Dirección

Ramón Ballester Sabater

### Coordinación

Pedro Martínez Baños

### Colaboración

Francisco Faraco Munuera

Ignacio Franco Navarro

Julio Más Hernández

Francesc Pagès

### Redacción

Almudena Díaz Donas

Ángel García Fernández

Antonio Luis Ruiz Valcárcel

Francisco Robledano Aymerich

Mariano Soriano Urban

### Colaboración Extraordinaria

Josep Maria Gili Sardá

### Fotografía

Almudena Díaz Donas (A.D.D.)

Francisco Faraco Munuera (F.F.M.)

Ignacio Franco Navarro (I.F.N.)

Guillermo Labarga García (G.L.G.)

Pedro Martínez Baños (P.M.B.)

### Ilustración

Francisco Robledano Aymerich

### Gestión

Instituto de Ciencias Sociales

y Ambientales, S.L. (ICSA)

Diseño Gráfico y Maquetación

MedCom - La Casa Giratoria

### Impresión

A. G. Novograf, S.A.

Depósito Legal

MU-2434-2002