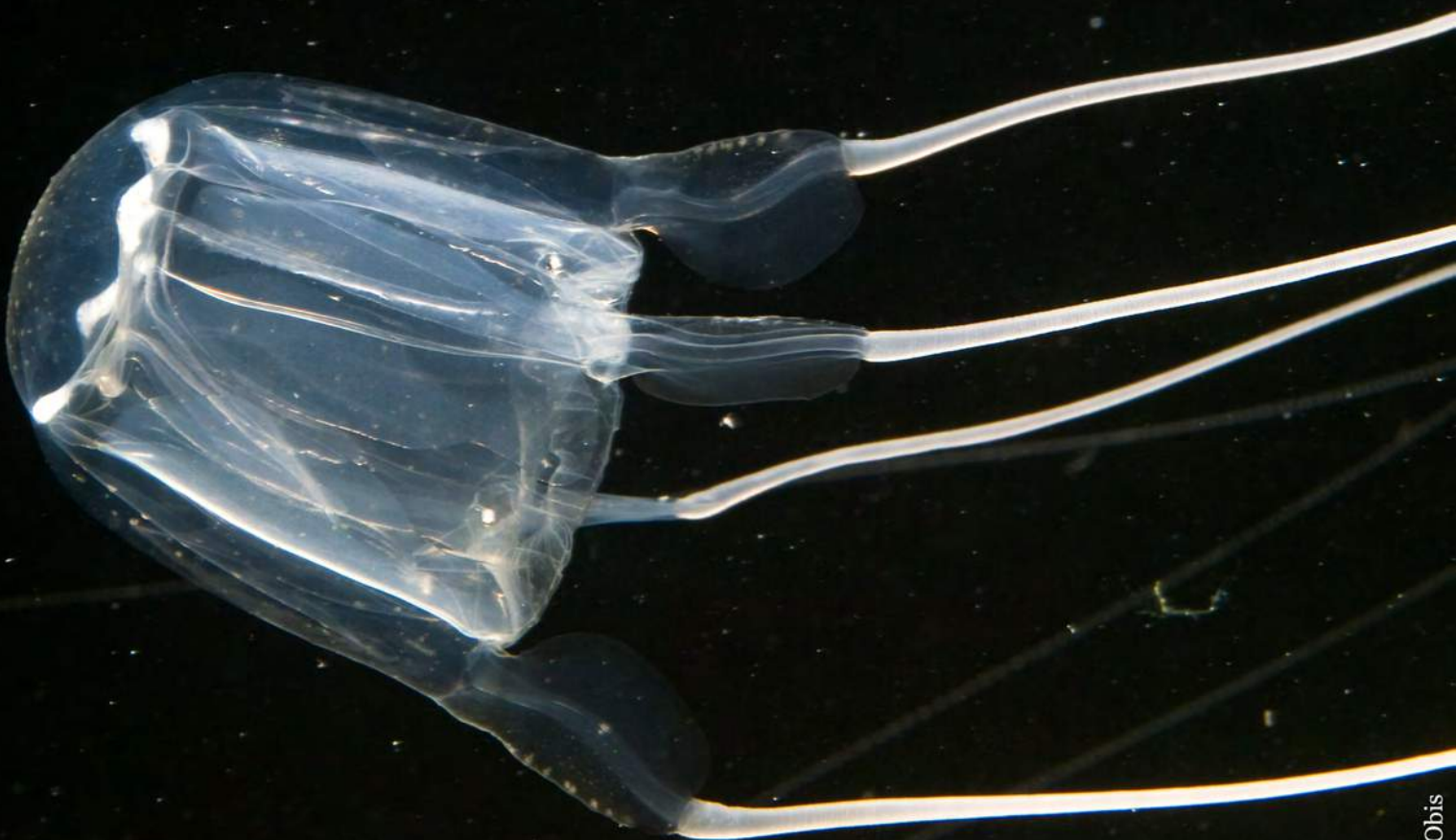


LIFE+NAT ES0064 “CUBOMED”

«Desarrollo y demostración de métodos de erradicación y control de una especie invasora, *Carybdea marsupialis* (Cubozoa), en el Mediterráneo español»



Eduardo Obis

Figura 1. La cubomedusa *Carybdea marsupialis*. Foto: E. Obis

¿Qué es LIFE CUBOMED?

CUBOMED (LIFE+08 NAT/ES/0064) es un proyecto de conservación de la naturaleza enmarcado dentro del programa europeo LIFE+. Aborda el estudio de la cubomedusa *Carybdea marsupialis* (Figura 1) en el litoral mediterráneo español, en especial en aquellos lugares donde sus poblaciones tienen una elevada densidad, analizando los efectos de sus proliferaciones tanto desde un punto de vista ambiental como de uso público de las aguas costeras (Figura 2). La presencia de *Carybdea marsupialis* en aguas de baño puede llegar a generar problemas a los bañistas ya que es una especie urticante (Figura 3 y 4). Por otro lado, una elevada abundancia puede dar lugar un desequilibrio en el ecosistema debido a su alto potencial depredador (Figura 5). Este proyecto estudia otros organismos gelatinosos (p. ej. otras especies de medusas y ctenóforos) también presentes en nuestras costas.

Los beneficiarios de LIFE Cubomed son el Instituto de Ciencias del Mar (Barcelona) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (<http://www.icm.csic.es/>), y la Universidad de Alicante, a través de su Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio "Ramón Margalef" (<https://imem.ua.es/>). Este proyecto se ha extendido desde el 1 de enero de 2010 hasta el 31 de diciembre de 2016 y ha contado con la cofinanciación de :

- Comisión Europea (Programa LIFE) : 48%
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino -DG Sostenibilidad de la Costa y del Mar- y Fundación Biodiversidad: 44%
- Consellería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana (DG Agua): 6%
- Universidad de Alicante e Instituto de Ciencias del Mar (CSIC): 2%

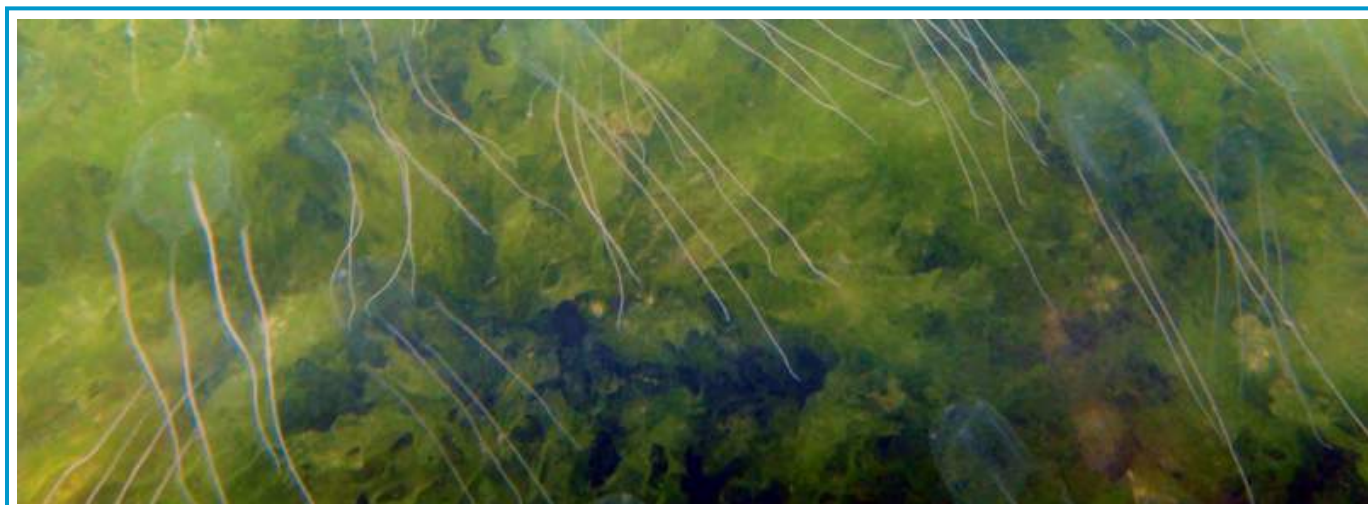


Figura 2. Proliferaciones de *Carybdea marsupialis*. Mar Adriático. Foto: F. Boero



Figura 3. Picaduras de *Carybdea marsupialis* en bañistas. En la imagen de la derecha se aprecia el efecto tras 5 días.

Carybdea marsupialis, una especie poco conocida

Antes de la ejecución de este proyecto el conocimiento de la biología y ecología de *Carybdea marsupialis* eran muy limitados. Aspectos como su distribución, ciclo de vida, dieta, tasa de crecimiento, comportamiento, dispersión, efectos de su picadura sobre la salud, o qué tratamiento post-picadura era el más efectivo eran poco conocidos y generalmente se basaban en observaciones poco concluyentes. También se desconocía qué métodos de cuantificación y captura debían utilizarse para cada fase de su desarrollo, desde juveniles de 0.4 mm a adultos de hasta 4 cm de diámetro.



Figura 4. A la izquierda se ve un tentáculo de *Carybdea marsupialis* en reposo. En la imagen de la derecha, se observan los cnidocistos (aguijones que inyectan el veneno) disparados. Cuando una medusa contacta con su presa (o pica un bañista), se disparan miles de filamentos microscópicos que inyectan diferentes toxinas.

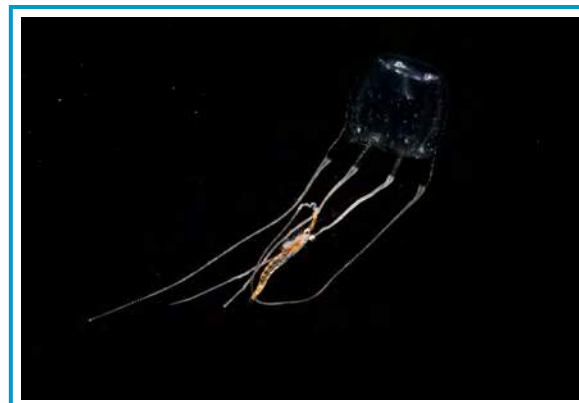


Figura 5. *Carybdea marsupialis* capturando zooplancton.

Los objetivos del proyecto LIFE CUBOMED se han centrado en todos aquellos aspectos menos conocidos de *C. marsupialis*:

- a) Desarrollo de técnicas de muestreo y cuantificación de *Carybdea marsupialis*.
- b) Determinación de las características ambientales y ecológicas que pueden promover un crecimiento de sus poblaciones, con especial atención al aumento de nutrientes y de producción primaria y secundaria (**Figura 6**).
- c) Descripción de su dieta (**Figura 7**).
- d) Pautas de estudio y propuestas de actuación y mitigación ante un episodio de proliferación masiva.
- e) Análisis de las consecuencias que pueden tener para el ecosistema las proliferaciones masivas de esta especie, así como de otras especies de organismos gelatinosos como el ctenóforo *Mnemiopsis leidyi* (**Figura 9**) u otras especies de medusas.
- f) Pautas de estudio y propuesta de restauración de ecosistemas afectados por proliferaciones de medusas.
- g) Identificación y tratamiento de la picadura de *C. Marsupialis* y elaboración de pautas de gestión de la información proveniente de los servicios de salvamento y socorrismo.

Estos estudios se han desarrollado tanto en el medio natural (en diversas localizaciones de la costa mediterránea española), como en laboratorios y acuarios, en especial en la ZAE (zona de acuarios experimentales) del ICM-CSIC. También se ha colaborado con equipos de investigación de Italia, Malta y Túnez, analizando poblaciones locales de *Carybdea marsupialis* presentes en esos países.



Figura 6. Muestreando agua con botella oceanográfica "Niskin".



Figura 7. Experimento de tasas de consumo de presas (zooplancton).

Carybdea marsupialis, una especie exclusiva del Mediterráneo

Carybdea marsupialis es una medusa que pertenece a la clase de los Cubozoos, y junto con otros animales como los corales y las medusas forman el grupo de los Cnidarios. Los Cnidarios (del griego "cnida"=ortiga) tienen en común la posesión de células urticantes, llamadas cnidocitos o cnidoblastos, distribuidas en la superficie corporal (en especial en los tentáculos) y que tienen fines defensivos y para la captura de presas.

Las medusas pertenecientes a la clase de los Cubozoos se denominan cubomedusas, debido a la forma cúbica de su umbrela (**Figura 8**). Aunque los Cubozoos constituyen una pequeña fracción de los Cnidarios, el número de especies de cubomedusas descritas ha aumentado en los últimos años, de manera que actualmente forman parte de este grupo unas 50 especies.

Los Cubozoos se encuentran generalmente en regiones tropicales y subtropicales, en zonas costeras poco profundas. Las cubomedusas del género *Carybdea* se distribuyen ampliamente en aguas tropicales del Atlántico y se encuentran en grandes poblaciones en el mar Caribe.

El primer registro en el Mediterráneo se atribuye a Linneo en 1758 (Linnaeus 1758). Más de un siglo después, en 1878 es citada en el Adriático por Claus (Di Camillo et al. 2006). A finales del s. XX aumenta su presencia probablemente por un incremento de sus poblaciones. Se sucedieron una serie de avistamientos de *C. marsupialis* en las siguientes zonas: Adriático central, cerca de Fano en 1985 (Boero & Minelli 1986); en el golfo de Venecia en verano de 1992 (Mizzan 1993); en el golfo de Trieste en octubre de 1998 (Bettoso 2002); en diversas localidades a lo largo de la Emilia Romagna (ARPA, 2001, 2004) y en la Riviera de Conero, Ancona, también en el mar Adriático (Di Camillo et al. 2006).

Hasta la fecha había una cierta confusión con la identificación de *Carybdea marsupialis* ya que esta especie se había citado no sólo en el Mediterráneo sino también en otros lugares del mundo (Caribe, Mar Rojo). Desde el proyecto LIFE Cubomed se ha estudiado la genética del género *Carybdea* y su distribución a nivel mundial (Acevedo 2016), mostrando que *C. marsupialis* es una especie que sólo se encuentra en el Mediterráneo. Demostrando así que no se trata de una especie alóctona sino de una especie local con capacidad invasora.

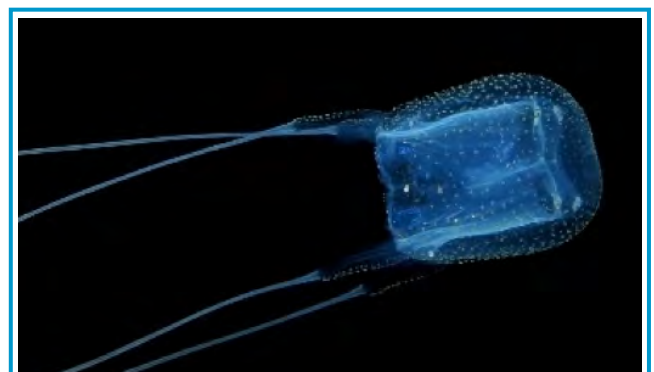


Figura 8. Adulto de *Carybdea marsupialis*. Diámetro aprox. 30 mm.

Mnemiopsis leidyi es un organismo gelatinoso filtrador y no urticante que proviene de las costas americanas del Atlántico. Perteneció al grupo de los Ctenóforos y no a los Cnidarios. Se registró por primera vez en aguas españolas en 2009 (Fuentes et al. 2010, Marambio et al. 2013) y a partir de 2010 se ha monitorizado algunas de sus poblaciones – en especial en la zona de la desembocadura del Río Ebro – gracias a los muestreos realizados desde LIFE Cubomed.

A nivel medioambiental *M. leidyi* está considerada una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza –IUCN– (Lowe et al. 2000), ya que provoca problemas ecológicos realmente importantes en las áreas invadidas debido a su intensa predación sobre plancton y larvas de peces. Suele aparecer en grandes agregaciones y su aspecto gelatinoso puede llegar a confundir a los usuarios de las playas causando la misma alarma y rechazo que la presencia de medusas.



Figura 9. LIFE Cubomed nos ofrece más información sobre el ctenóforo invasor *Mnemiopsis leidyi*

¿Dónde se ha detectado esta especie?

Carybdea marsupialis tiene un rango de distribución amplio, pudiendo estar presente en todas las zonas costeras del Mediterráneo, por lo que su mera presencia no es una rareza ni un indicativo de ninguna alteración del equilibrio ecológico. No obstante, en determinados lugares se ha observado que puede reproducirse hasta alcanzar abundancias de más de 5 individuos adultos por metro cúbico (Figura 10). Esta elevada densidad puede dar lugar a centenares de picaduras en bañistas, así como a alteraciones de las redes tróficas. Desde los años 80 se ha detectado un incremento de la abundancia de *C. marsupialis* en el mar Adriático, y desde 2008 en algunos puntos del Mediterráneo español.



Figura 10. Muestreando y midiendo *Carybdea marsupialis* en la playa.



Calidad del agua: ¿Cómo influyen las actividades humanas en las poblaciones de *Carybdea marsupialis*?

La fertilización de las aguas costeras con compuestos de nitrógeno y fósforo se puede producir por la cercanía de aglomeraciones urbanas (producción de fósforo principalmente a través de las aguas residuales) o agricultura intensiva (vertidos de nitrógeno en forma de nitratos proveniente de abonos), donde la lluvia y las aguas subterráneas pueden arrastrar estos dos elementos fertilizantes hacia el mar.

Si el vertido de estas aguas depuradas o el arrastre de fertilizantes por las lluvias se produce en zonas sensibles (como ríos, estuarios, o aguas costeras relativamente abrigadas o con poco hidrodinamismo) puede generarse un aumento en cascada de la producción de fitoplancton, y este último, incrementar la abundancia de zooplancton. Aunque en aglomeraciones urbanas las plantas depuradoras pueden eliminar más del 95% de los nutrientes del agua residual de entrada (en especial el fósforo), en ocasiones este vertido del 5% restante puede ser suficiente para generar alteraciones en ecosistemas acuáticos sensibles.

Como *Carybdea marsupialis* se alimenta de plancton, una fertilización inducida incrementa la abundancia de plancton, lo que generaría un incremento de las poblaciones de medusas. En determinados lugares donde se ha visto que *C. marsupialis* se encuentra en una alta abundancia, o se encuentran de manera recurrente otras especies de organismos gelatinosos, se deberían tomar medidas de reducción de los vertidos de fertilizantes, centrándose en el nitrógeno de la agricultura y en el fósforo de las aguas residuales (Figura 11 y Figura 12).

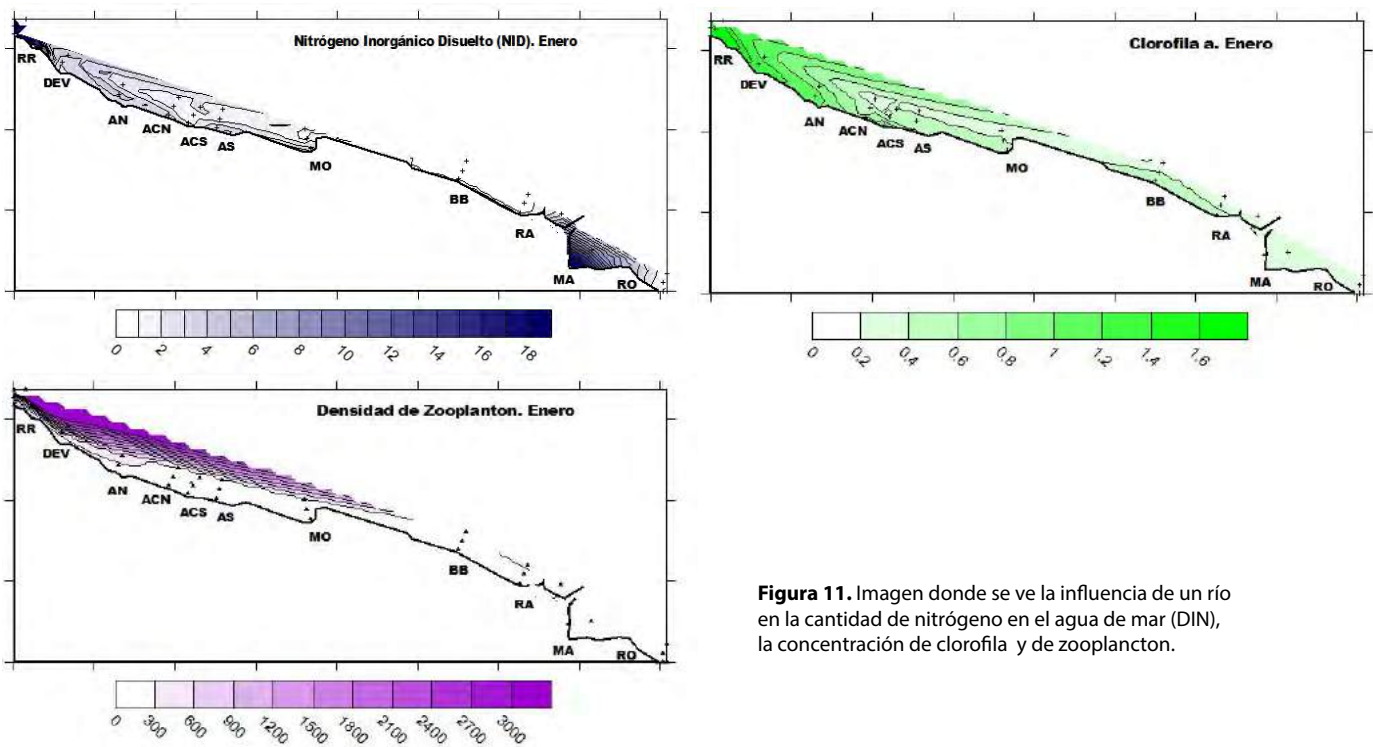


Figura 11. Imagen donde se ve la influencia de un río en la cantidad de nitrógeno en el agua de mar (DIN), la concentración de clorofila y de zooplancton.

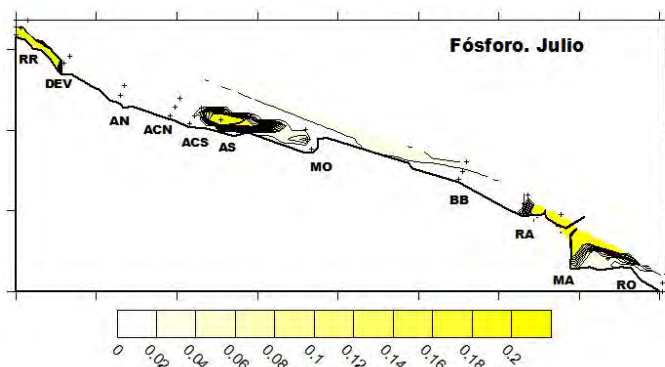


Figura 12. Imagen donde se aprecia el aumento de la concentración de fósforo (SRP) asociada a vertidos de aguas residuales (depuradas).

Uno de los objetivos conseguidos en el proyecto LIFE Cubomed ha sido el monitoreo del ciclo de vida y estacionalidad de *Carybdea marsupialis* en el Mediterráneo. El ciclo de vida de las cubomedusas tiene una fase pólipo (bentónica, es decir que vive adherida al sustrato) y con reproducción asexual, y una fase medusa con natación activa que realiza reproducción sexual una vez alcanzada la fase adulta. En el litoral español, los juveniles (0.4 mm de diámetro) son liberados mediante la metamorfosis del pólipo principalmente entre Mayo y Julio. Las cubomedusas juveniles van creciendo hasta alcanzar tallas adultas (mayores de 15 mm de diámetro) hacia mediados de agosto. Los adultos reproductores, de hasta 40 mm de diámetro, aparecen entre final de agosto y final de octubre. A principio de noviembre desaparecen las cubomedusas del agua, quedando la población reducida a los pólipos, los cuales permanecen latentes hasta la próxima primavera. Estos pólipos son generados por el asentamiento de las larvas plánulas (Figura 13), tras la reproducción.

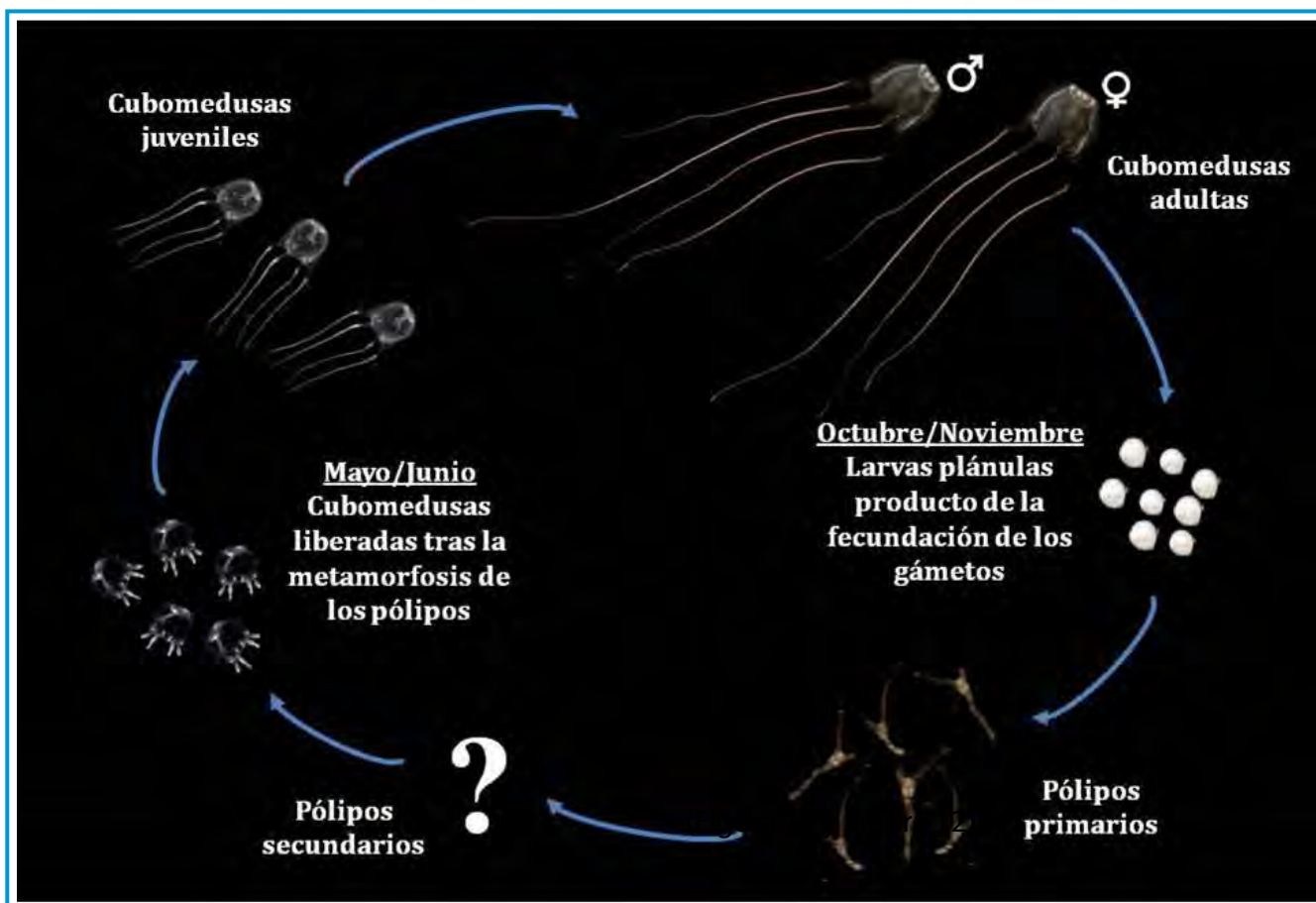


Figura 13. Ciclo de vida de *Carybdea marsupialis*. Imagen modificada de Acevedo (2016).



Figura 14. Acuarios de experimentación con pólipos de *Carybdea marsupialis*.

CUBOMED

REPORTA TUS AVISTAMIENTOS



¡REPORTA TUS AVISTAMIENTOS DE MEDUSAS!

El proyecto LIFE Cubomed ha generado una base de datos de avistamientos de *Carybdea marsupialis* y otras especies de medusas a partir de los muestreos del proyecto y de la Ciencia Ciudadana. La base de datos proporciona información sobre la distribución de esta especie, así como de otras especies de organismos gelatinosos (www.cubomed.eu)

CIENCIA CIUDADANA

¿Quieres colaborar aportando avistamientos de organismos gelatinosos?

Descárgate la ficha de identificación de medusas en: <https://goo.gl/jhp18A>
Y envía un email a: medusa@icm.csic.es

Guía de identificación y tratamiento de picaduras de medusas y otros organismos gelatinosos

 <i>Carybdea marsupialis</i>	 <i>Pelagia noctiluca</i>	 <i>Rhizostoma pulmo</i>	 <i>Cotylorhiza tuberculata</i>	 <i>Aurelia sp.</i>
 <i>Chrysaora hysoscella</i>	 <i>Discomedusa lobata</i>	 <i>Rhizostoma luteum</i>	 <i>Aequorea forskalea</i>	 <i>Velella velella</i> <i>Porpita porpita</i>
 <i>Olindias, Gonionemus, Pandae</i>	 <i>Physalia physalis</i>	 <i>Otros gelatinosos</i>	 <i>Especies invasoras</i>	 <i>Otras medusas del Mediterráneo</i>

Objetivos más relevantes conseguidos desde LIFE Cubomed

- a) Diseño y puesta a punto varios métodos de cuantificación y captura de todas las fases de desarrollo de la especie, desde juveniles de 0.4 mm a adultos de 40 mm de diámetro de umbrela.
- b) Descripción del ciclo anual, con información tanto de la variabilidad temporal como espacial, así como velocidades de natación de cada una de las tallas. A partir de unos 15 mm de diámetro pueden vencer las corrientes litorales y, por tanto, seleccionar el hábitat.
- c) Identificación de los factores ambientales que afectan a su crecimiento y distribución, siendo la disponibilidad de suficiente alimento un factor clave.
- d) Descripción de la dieta y requerimientos energéticos, así como cuantificación el impacto sobre la comunidad planctónica. El solape de la dieta es elevado si se compara con peces (>85%), en especial larvas y juveniles, por lo que la competencia con éstos puede ser significativa.
- e) Desarrollo de modelos de predicción a nivel del Mediterráneo y de simulación de su ciclo vital con la posibilidad de simular escenarios, donde la reducción de alimento disponible se muestra como la estrategia más efectiva para reducir las poblaciones de esta especie.
- f) Mediante técnicas genéticas, se ha descrito que *Carybdea marsupialis* es una especie propia del Mediterráneo, aclarando la confusión que hasta ahora había en la literatura científica, donde se citaba *C. marsupialis* como presente en las costas del Mar Caribe.
- g) Desarrollo de diversos prototipos de acuarios para las diferentes fases de desarrollo, así como de las técnicas para su mantenimiento y alimentación.
- h) En el aspecto socioeconómico, se han recopilado datos que muestran que las picaduras de medusas (considerando todas las especies) suponen el 60% de las asistencias en los puestos de socorro en las playas del Mediterráneo español. Desde LIFE Cubomed se proponen diversas medidas para poder utilizar la información derivada de las asistencias en playa como indicadores de la presencia de proliferaciones de medusas en las costas.
- i) El proyecto ha desarrollado intensa actividad de difusión hacia todos los Ayuntamientos de la costa española mediterránea (234 municipios), se ha dado a conocer a más de 5.000 escolares y a través de sus exposiciones itinerantes al público en general.

Producción científica

Desde LIFE Cubomed se ha impulsado significativamente el estudio de la biología y ecología de cubozoos, generando más de 10 publicaciones científicas, y 25 comunicaciones en congresos, destacando la organización de una sesión especial sobre cubozoos y el proyecto LIFE Cubomed en el 5º Congreso Internacional de Proliferaciones de Medusas (5th Jellyfish Blooms Symposium), celebrado del 30 de Mayo al 3 de Junio de 2016 en Barcelona (www.jellyfishbloom2016.com) con más de 250 asistentes de todo el mundo. Para ver la lista actualizada de publicaciones, visitar www.cubomed.eu.



Figura 15. Instalación de “trampas inversas” para la localización de pólipos

Formación y difusión

Las actividades de difusión y formación han sido constantes durante el desarrollo del proyecto. Se ha trabajado con público escolar, población general, grupos específicos como buceadores o estudiantes universitarios- y con el personal de las Administraciones, en especial de los servicios de vigilancia y socorrismo en playas.



Figura 16. Actividades formativas y de difusión para escolares de primaria en la Estación Científica Montgó-Dénia (imagen izquierda). Actividades de difusión al público general del proyecto LIFE Cubomed en las instalaciones del ICM-CSIC de Barcelona (imagen derecha).

Desde LIFE Cubomed se ha suministrado información sobre la identificación de medusas y los tratamientos más adecuados a todos los Ayuntamientos costeros del Mediterráneo español. También se ha formado directamente a más de 500 socorristas en diversas charlas a lo largo de la zona de estudio.



Figura 17. Jornada de formación de socorristas de playa, en la Estación Marítima de Balearia de Dénia.

Otros apoyos al proyecto

El proyecto LIFE Cubomed (además de la cofinanciación directa por parte de la Comisión Europea, el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, la Fundación Biodiversidad y la Generalitat Valenciana) también ha contado con el apoyo y cofinanciación de otras entidades e instituciones:

- Parques Nacionales
- Agencia Catalana de l'Aigua
- Fundación Baleària
- Ayuntamiento de Dénia
- Asociación ACIF Marina Alta
- El Portet de Dénia
- Marina de Dénia
- Club Náutico Dénia

¿Qué es un proyecto LIFE?

LIFE es un instrumento financiero de la Unión Europea que apoya mediante la cofinanciación los proyectos de medio ambiente, naturaleza y clima. Se creó en 1992 y desde entonces ha cofinanciado más de 4300 proyectos.



¿QUIERES SABER MÁS?

<http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>



Figura 18. Instalaciones de acuarios en el ICM-CSIC.

Bibliografía

Acevedo MJ (2016) Biology, ecology and ecophysiology of the box jellyfish *Carybdea marsupialis* (Cnidaria: cubozoa). PhD thesis. Universitat Politècnica de Catalunya

Bettoso N (2002) First record of *Carybdea marsupialis* (L., 1758) (Cnidaria, Cubozoa) in the Gulf of Trieste. *Period Biol* 104:233

Boero F, Minelli A (1986) First record of *Carybdea marsupialis* new record cnidaria cubozoa from the adriatic sea. *Boll del Mus Civ di Stor Nat di Venezia* 35:179–180

Camillo C Di, Bo M, Puce S, Tazioli S, Bavestrello G (2006) The cnidome of *Carybdea marsupialis* (Cnidaria: Cubomedusae) from the Adriatic Sea. *J Mar Biol Ass uK* 86:705–709

Fuentes VL, Angel DL, Bayha KM, Atienza D, Edelist D, Bordehore C, Gili JM, Purcell JE (2010) Blooms of the invasive ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, span the Mediterranean Sea in 2009. *Hydrobiologia* 645:23–37

Linnaeus C (1758) *Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata, Holmiae, Impensis L. Salvii.* :824

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, Poorter M De (2000) 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database. *Invasive Species Spec Gr a Spec Gr Species Surviv Comm World Conserv Union*:12

Marambio M, Franco I, Purcell JE, Canepa A, Guerrero E, Fuentes V (2013) Aggregations of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in a hypersaline environment, the Mar Menor lagoon (NW Mediterranean). *Aquat Invasions* 8:243–248

Mizzan L (1993) Prima segnalazione di *Carybdea marsupialis* L., 1758 Cnidaria, Cubozoa in Adriatico settentrionale Golfo di Venezia. *Soc Veneziana di Sci Nat Lav* 18:321–322