



# HIDDEN NATURE

Tu espacio para la Divulgación Científica

Número 15 · 3T/2021



# Biología Marina



PVP Recomendado - 1.50€

La biología marina es una de las ramas de la biología que se centra en el estudio de la vida marina y sus ecosistemas, aunque intervienen otras disciplinas, como pueden ser la geología, geografía, física o química. Los océanos cubren más del 70% de la superficie de la Tierra, por lo que aparte de la vida en sí desde microorganismos a ballenas (cetáceos) tenemos: formaciones rocosas diferentes, corrientes, gradientes físicos conforme bajamos en profundidad, y formas de vida adaptadas a condiciones atípicas, entre otras.

Apenas conocemos una pequeña parte de lo que los océanos nos pueden enseñar, y se estima que tan solo un 5% de la vida marina ha sido estudiada, por lo que todavía quedan muchas respuestas por conocer y muchas preguntas por realizar. Recordemos que tenemos varias zonas completamente diferentes: desde la zona costera, donde la interacción humana es mucho mayor; una zona de penumbra, donde la luz llega de forma débil (menos de 1000 metros de profundidad); una zona abisal, que es la predominante en el planeta; hasta las zonas más profundas o zona Hadal, donde se superan profundidades superiores a los seis kilómetros de profundidad. Por todo ello, ya sea por el trasiego actual de la zona o por la incapacidad de medios para llegar tan profundo y a gran escala, es decir, cubrir tanta masa de agua en poco tiempo, es una tarea complicada.

La vida no sería posible sin agua, y sin los océanos. Todo se inició en ella, y de ahí salimos a la superficie, después de un largo camino de millones de años. Seguimos necesitando agua para existir, y la complejidad es tal que conocer el camino desde microorganismos hasta la gran variedad de formas de vida que existen hoy día sobre la Tierra, es algo digno de emocionar a cualquiera.

Por ello, a lo largo de estas páginas, vamos a hablar de algunos detalles de la biología marina.

1. **El curioso caso de la medusa *Benjamin Button*** - pág. 3
2. ***Sabella spallanzanii*: El ingeniero del ecosistema** - pág. 8
3. ***Bugula neritina*, una especie invasora ideal para albergar otras especies invasoras** - pág. 11
4. **Tortugas Marinas** - pág. 14
5. **Bioprospección marina: Algas para la agricultura moderna** - pág. 16
6. **La bioluminiscencia marina: especies capaces de producir luz** - pág. 20
7. **El efecto antrópico y la invasión de especies. La pesadilla de las marismas y su impacto en el mar** - pág. 23
8. **La importancia de lo invisible** - pág. 27
9. **Colaboradores** - pág. 31

## Francisco Gálvez Prada

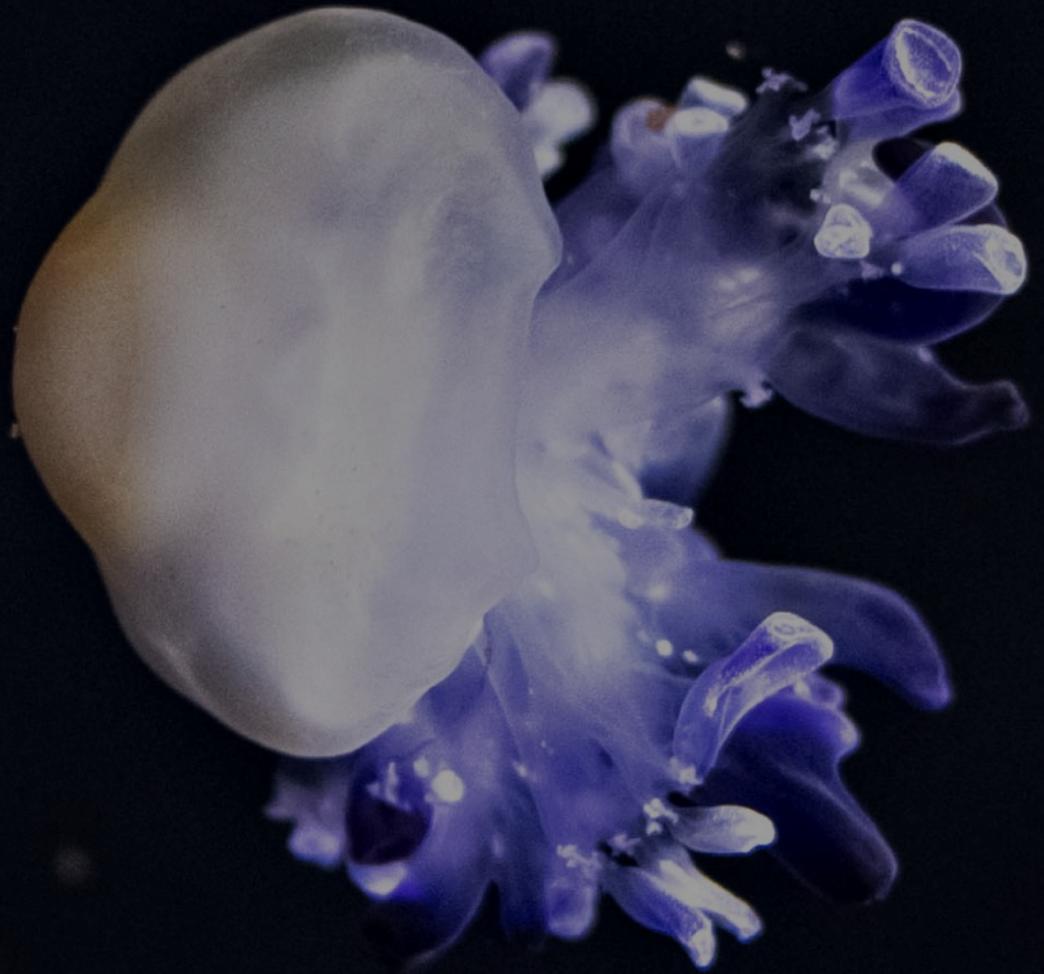
Socio fundador del Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos - BioScripts. CEO en IguannaWeb y CTO en Hidden Nature.



---

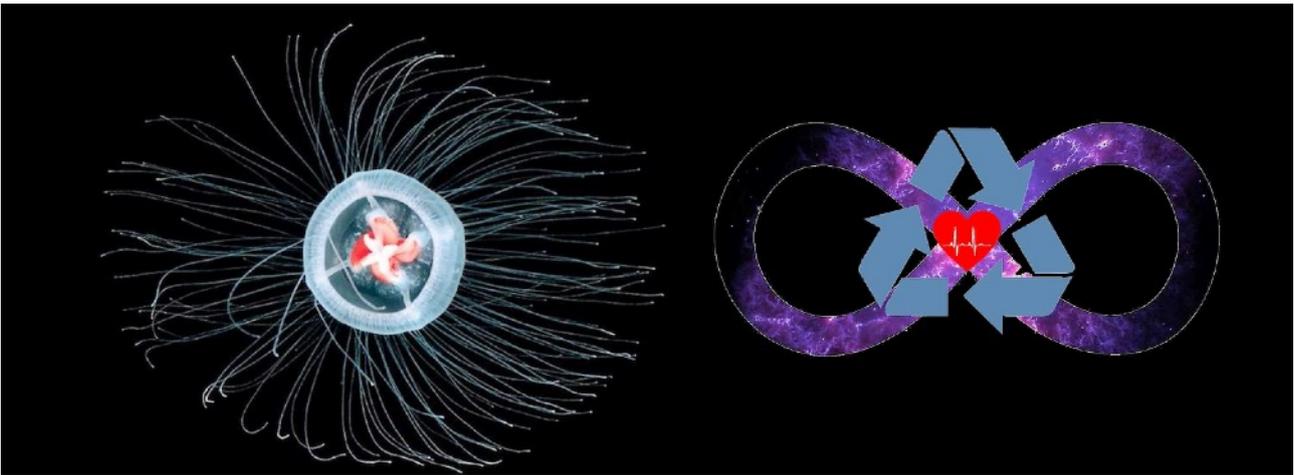
No pretendemos intentar contarte todo en tan poco espacio por lo que hemos seleccionado algunas pinceladas, y esperamos que las disfrutes, tanto como nosotros hemos disfrutado realizando este número.

No te entretengo más, y te animo a pasar de página para seguir aprendiendo.



**El curioso caso  
de la medusa  
*Benjamin Button***

## « MEDUSAS INMORTALES »



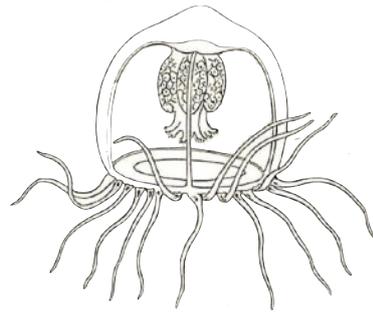
No, la medusa de la que os voy a hablar no se llama como la famosa película de David Fincher; pero sí comparte algunas características con el personaje protagonizado por Brad Pitt (*SPOILER*): también son inmortales. Pero no es una inmortalidad mágica o mística, o derivada de una extraña enfermedad como en la película; sino una inmortalidad biológica. Esto es porque los adultos de algunas especies del género *Turritopsis* son capaces de revertir su ciclo vital, es decir, que cuando alcanza su madurez, son capaces de volver a forma de pólipo para reiniciar su crecimiento a forma adulta; y este procedimiento, lo puede repetir tantas veces como quiera en una especie de bucle eterno.

Son dos especies las que tienen esta habilidad. Se encuentran en los mares del Caribe (*T. nutricula* McCrady, 1857), y en el Mediterráneo (*T. dohrnii* Weismann, 1883). Aunque la capacidad invasiva de *T. nutricula* por las aguas de Japón, América Central, e incluso por el mediterráneo, están complicando las labores de identificación de *T. nutricula* y *T. dohrnii*, que son muy similares. Hay una tercera especie mucho más grande (*T. rubra* Farquhar, 1895), que se encuentra en los mares de Nueva Zelanda, pero que carece de dicha habilidad inmortal. Todas ellas prefieren las aguas cálidas (templadas y tropicales) antes que las aguas frías. Son animales planctónicos, por lo que son alimento de otros peces. Así que en este caso la inmortalidad se acaba en la boca de otro pez.

Son, por tanto, animales cnidarios hidrozooos,

es decir, medusas con fase de pólipo. La fase de pólipo consiste en estolones dispuestos en el sustrato marino o bentos, con ramificaciones ascendentes con tentáculos que alimentan los pólipos, y generan capullos de medusa juveniles, capaces de nadar de forma independiente hacia el plancton. Como todas las medusas, son un 95% agua, con un cuerpo gelatinoso y transparente. Son pequeñas medusas de forma casi cúbica, de hasta un milímetro de ancho y alto en los juveniles, y hasta 4,5 mm de ancho y alto en los adultos. Los juveniles tienen hasta ocho tentáculos, y los adultos pueden tener entre 80 y 90 tentáculos de hasta un milímetro de largo. En el interior del adulto se observa la cavidad gastrovascular, con aspecto de cruz de forma transversal, de color o bien rojizo, o bien amarillento. La mesoglea –el tejido que forma el esqueleto hidrostático– es bastante fina, y presentan una nerviación y unas estructuras anulares bajo la epidermis típica de los cnidarios. La prolongación de la cavidad gastrovascular o boca, tiene también aspecto cruciforme.

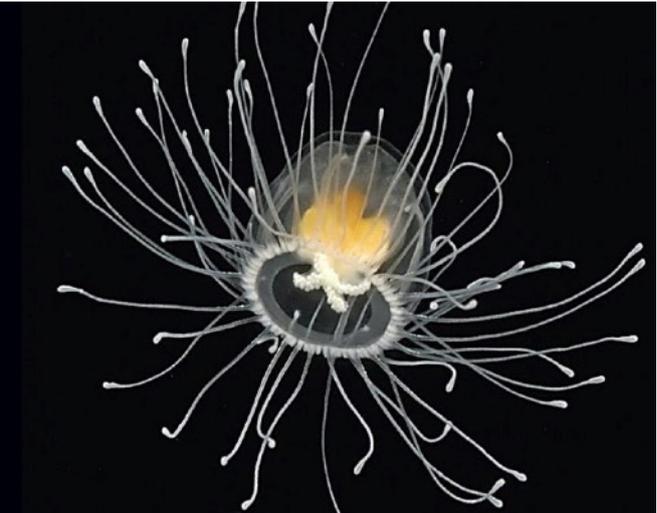
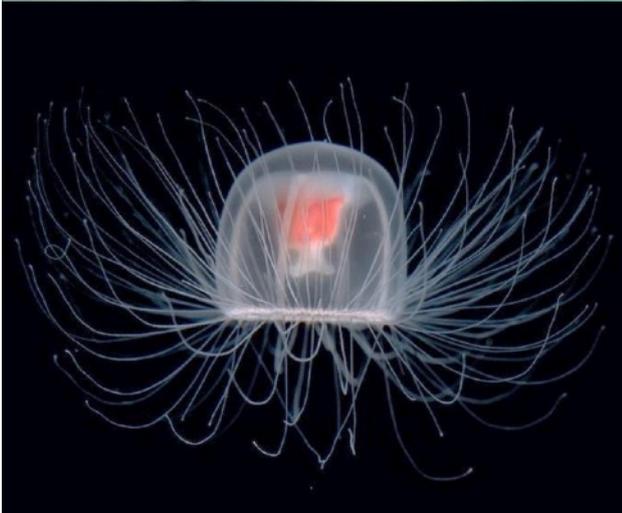
La reproducción básica de todas las medusas ocurre de la siguiente forma: se produce una fecundación externa donde los gametos sexuales (óvulos y espermatozoides) o bien son liberados al medio e interaccionan libremente en éste, o bien son fecundados en la cavidad gastrovascular, dando lugar a una larva o *plánula* móvil que se dirige a la capa bentónica, para anclarse a esta formando innumerables pólipos o colonias por reproducción asexual. Estos pólipos se



Clasificación sistemática

Reino	Animalia
Filo	Cnidaria
Clase	Hydrozoa
Orden	Anthoathecata
Familia	Oceanitidae

*Turritopsis sulcicula.*

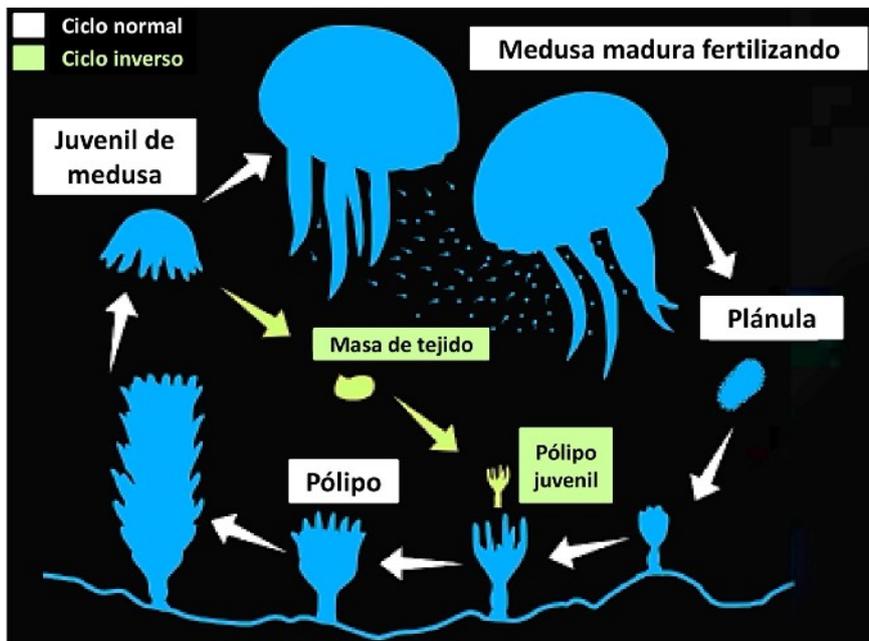


Arriba a la izquierda, imagen de *Turritopsis dohrnii*. En la parte inferior, con fondo negro, otras especies que se le asemejan. Arriba a la derecha podemos ver la estructura general de una medusa en estadio maduro, dibujo de Charles W. Hargitt en 1904. (*Medusae of the Woods Hole Region. Bulletin of the Bureau of Fisheries, Vol.24, 1904*).

alimentan a través de tentáculos que nutren a la colonia, y pasados varios días, los extremos de las ramificaciones de los pólipos generan las medusas juveniles por escisión, siendo entonces móviles e independientes, desplazándose hacia el plancton iniciando el ciclo de nuevo. El ciclo inverso ocurre cuando la medusa sufre un daño físico, o cambian las condiciones del medio, o se encuentra en estado senescente -envejecimiento-. En ese momento las células de la medusa juvenil deciden realizar el proceso de transdiferenciación, en el que cada célula puede transformarse en cualquier otro tipo de célula. En ese momento se genera una degradación de los tejidos de la medusa formando una masa de tejido indiferenciado que va al bentos nuevamente, dando lugar a varios pólipos juveniles de manera colonial, generando clones, y reiniciando el ciclo nuevamente. Este proceso se ha observado en laboratorio, y se estimó

que se realizaban 11 ciclos cada dos años, aunque la experiencia se ha repetido *in vitro* más de 60 veces, demostrando que este organismo es prácticamente inmortal.

La naturaleza nos ha demostrado que hay algunos organismos que burlan a la muerte de una manera inexplicable, como es el caso de ésta y otras especies de medusas capaces de revertir su ciclo biológico: las medusas del género *Aurelia*, del género *Hydra* y la especie *Laodicea undulata*. Así, evitar no permanecer en el mundo terrenal ha sido una batalla perdida en lo que respecta a la investigación médica hasta la fecha. Son muchos los estudios que conciernen a este extraño proceso de transdiferenciación, ya que su conocimiento permitiría generar o regenerar un tipo de tejido sin tener que recurrir al uso de las células madre, evitando todas las dificultades que genera el uso de las mismas, además de los problemas de rechazo



Ciclo de vida de la medusa con las diferentes fases de vida (siguiendo las flechas blancas). Se aprecia un ciclo alternativo (ciclo inverso) de color verde.

inmunológico. Por otro lado, conocer más sobre la regeneración celular en enfermedades ligadas al proceso de envejecimiento podría ayudar a curar enfermedades degenerativas como el Parkinson, la ataxia o el Alzheimer. Investigadores de la Universidad de Galveston (Texas, USA), han identificado los genes que se encuentran expresados en menor o mayor medida durante el proceso de inversión de ciclo (la masa indiferenciada de células), determinando que los genes responsables de la síntesis y reparación de DNA junto a los de mantenimiento y reparación de telómeros, se encuentran sobreexpresados; mientras que los genes involucrados en envejecimiento, respuesta a estímulos, división celular, diferenciación celular y desarrollo, están reprimidos; ambos con respecto a los transcriptomas de medusa adulta o pólipo. Esto nos indica que los mecanismos moleculares y programáticos que se están desarrollando en este cnidario tratan de frenar el proceso de envejecimiento, reparar los errores en el genoma y alargar la vida de los telómeros. Son las piezas clave de la inmortalidad.

La vida y la muerte han sido conceptos que siempre han estado plasmados en la sociedad de numerosas civilizaciones desde que el ser

humano las concibe como tal. El miedo a desaparecer, a no saber que hay más allá, ha inquietado al ser humano desde tiempos inmemoriales. Observando la historia, encontramos a **Mitridates VI** (132 a.C. - 63 a.C.) entre las primeras figuras que buscan el antídoto universal, siendo este uno de los guerreros más recordados del Imperio Romano en la lucha por la conquista de Asia Menor. Integrante de una dinastía persa, fue uno de los primeros personajes en la historia de los que se guardan evidencias acerca de su investigación para

contrarrestar los venenos conocidos en la época. Experimentando con esclavos e incluso con su propio cuerpo, Mitridates elaboró una receta conocida como '*mitridatum*' que con el tiempo fue perfeccionándose por toxicólogos romanos, acuñándose con el nombre de '*theriaca*'. Así, fueron pasándose de generación en generación, llegando versiones de esta receta tan preciada a monarcas europeos: acónito, carne de víbora, oro, sangre de chacal, bilis de cocodrilo, azafrán indio... a día de hoy el efecto de estos compuestos sobre el cuerpo humano tienen resultados medicinales cuestionables. Sin embargo, los viales de la teriaca eran muy cotizados en la Edad Media y el Renacimiento.

Entre otros personajes históricos que buscaron la inmortalidad tenemos: al primer emperador chino **Qin Shi Huang** (siglo III a.C.), que murió con 49 años al consumir mercurio y plomo buscando la inmortalidad; a **Alberto Magno** en la Edad Media o a Isaac Newton unos siglos después dejándonos por escrito la fórmula para elaborar la **pedra filosofal**, cuya finalidad sería la de transmutar metales en oro. Todos estos esfuerzos de los alquimistas por lograr la inmortalidad proceden probablemente de las historias grecolatinas en las que el dios griego Hermes consumía 'oro líquido' para lograr la



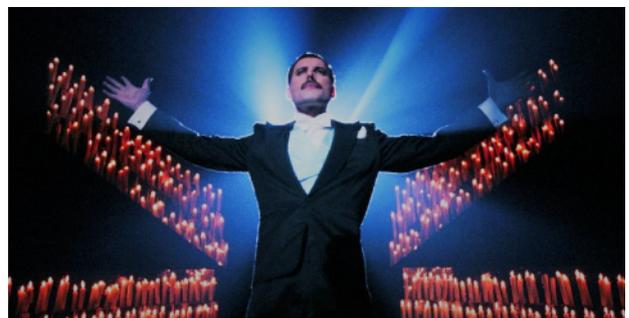
Muñoz Páez, A. (2012). Historia del veneno, de la cicuta al polonio. Editorial Debate, Madrid, España

inmortalidad. Por otro lado, el navegante español, **Juan Ponce de León**, intentó encontrar la **f fuente de la eterna juventud** en su segundo viaje con Cristóbal Colón, pero murió en 1521 a mano de los indios en su intento. En este caso, su búsqueda nace de los escritos del historiador griego **Heródoto** (siglo V a.C.), que hablaba de un manantial cuyas aguas restaurarían la juventud de cualquiera que bebiera o se bañase en ellas. Más recientemente, la leyenda negra menciona también la búsqueda por parte de **Adolf Hitler** y el **tercer Reich** de reliquias históricas de tal calibre como el Arca de la Alianza o el **Santo Grial**, con el objetivo de eternizar su reinado del terror.

La búsqueda de la inmortalidad ha sido plasmada tanto en la literatura, como en el cine, e incluso en series de televisión. En la literatura se ha reflejado numerosas veces, desde **Drácula** de **Bram Stoker**, pasando por **Sheridan Le Fanu** con sus historias de vampiros, **Mary Shelley** con el moderno Prometeo (**Frankenstein**), o **Ann Rice** con su saga de vampiros y brujas, entre otros muchísimos autores e historias. En el cine lo encontramos en **Nosferatu**, **Los inmortales**, **La muerte os sienta tan bien**, **Indiana Jones**, **Entrevista con el vampiro**, **El sexto día**, **El ansia**, **Eternal**, entre muchas otras; describiendo siempre lo ansiado de la búsqueda de la vida eterna y enfrentando a sus personajes al problema del hastío por dicha eternidad, en la cual para conseguirla siempre tienen que sacrificar parte de su humanidad. Y en las series tenemos un claro

ejemplo con el **Dr. Who**, un personaje del planeta Galifrey que viaja a lo largo del espacio y del tiempo, y que se reencarna en un nuevo personaje cada varias temporadas, llevando exitosamente en antena desde los años 60. Por otro lado, en la serie **The Good Place (SPOILER)**, encontramos un motivo para apreciar tanto la vida como la muerte, dado que la eternidad en el paraíso puede llegar a ser tan aburrida que incluso los personajes van decidiendo el acabar con su 'yo', dejando *el paraíso* para volver a formar parte del universo.

Es por ello que aunque avancemos en la



ciencia y consigamos resolver estos enigmas, siempre nos llegaremos a hacer la misma pregunta que se hizo **Freddy Mercury (Queen)** en 1986, cuando sabiendo que inevitablemente fallecería a consecuencia de la enfermedad del SIDA, sacó la gran balada **"Who wants to live forever?"**.

**Juan de Dios Franco Navarro**

Licenciado en Biología (US), Máster en Genética Molecular y Biotecnología Vegetal (US) y Doctorando en Biología Integrada (IRNAS-CSIC-US).



**Procopio Peinado Torrubia**

Doctorando en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.





# *Sabella spallanzanii*

El ingeniero del  
ecosistema

Los puertos deportivos son hábitats muy interesantes que a menudo pasan desapercibidos popularmente. Sin embargo, albergan ecosistemas peculiares llenos de vida submarina. Además, en estas áreas confluyen dos amenazas muy relevantes en el contexto del cambio global: la destrucción de hábitats naturales y la introducción de especies exóticas invasoras. En primer lugar, la población está creciendo de manera exponencial, y una gran parte de ella se concentra en áreas costeras. Esta presencia humana se traduce en una demanda de infraestructuras urbanas empleadas con fines comerciales, turísticos o residenciales. Por ello, las áreas costeras están sufriendo un proceso de transformación donde se destruyen hábitats naturales para construir estructuras artificiales en su lugar, tales como los puertos y sus estructuras asociadas. Esta destrucción de hábitats conlleva una pérdida o transformación de sus formas de vida asociadas, produciéndose cambios a nivel del ecosistema. Otra gran amenaza actualmente es la introducción de especies exóticas, que son aquellas que se introducen fuera de su área de distribución natural. Algunas especies exóticas pueden llegar a ser invasoras, que son aquellas que, además de establecerse en un hábitat no nativo, son agentes de cambio y pueden tener repercusiones negativas en la diversidad biológica autóctona, siendo en muchas ocasiones organismos muy competitivos desde un punto de vista ecológico, pudiendo desplazar a las especies nativas.

Los puertos deportivos presentan características que los hacen notablemente diferentes de las áreas naturales. Suelen presentar un nivel mayor de contaminación debido a su fuerte asociación con los humanos, también tienen una temperatura generalmente superior a la de zonas naturales y, debido a su arquitectura, tienen un bajo hidrodinamismo. Estos factores producen una pobre calidad ambiental y condiciones estresantes para los organismos que albergan, por lo que estos mismos deben ser especies generalistas tolerantes a condiciones de perturbación. Muchas especies exóticas tienen una amplia tolerancia ambiental, por lo que pueden establecerse en los puertos deportivos con facilidad. Así, estas áreas sirven como reservorios de especies exóticas, beneficiándolas en comparación con las nativas. Las estructuras portuarias, tales como

pantalanes y cascos de embarcaciones, pueden ser usadas por parte de especies del *biofouling* para su establecimiento. El *biofouling* se define como el crecimiento de vida (tanto animal como vegetal) en superficies expuestas a medios donde se pueda desarrollar adecuadamente. Así, adheridos a las estructuras de los puertos deportivos, pueden encontrarse una gran diversidad de invertebrados marinos, como briozoos, hidrozoos, ascidias y poliquetos tubícolas.

Una de las especies más abundantes del *biofouling* en los puertos deportivos de las costas andaluzas es *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791), un poliqueto suspensívoro tubícola de la familia Sabellidae. Esta especie es nativa del mar Mediterráneo y la costa Atlántica de Europa, y se ha introducido como exótica invasora en Australia, Nueva Zelanda y Brasil. Los individuos de *S. spallanzanii* presentan coronas de radiolas flexibles de coloración variable que filtran las partículas de alimento. Su tubo se compone de mucus endurecido, y puede llegar a medir hasta medio metro de longitud máxima aproximadamente. Es capaz de soportar elementos tóxicos tales como el arsénico, tiene una gran tolerancia a ambientes estresantes y además muestra preferencia por aguas ricas en nutrientes, por lo que los puertos deportivos constituyen un buen hábitat para esta especie.

*Sabella spallanzanii* se considera una especie ingeniera del ecosistema, término que se define como aquella especie que estructura los componentes de su ambiente, aumentando de esa forma la complejidad del sistema, y creando hábitats que pueden ser colonizados por otras especies. El tubo de *S. spallanzanii* sirve como punto de anclaje para especies sésiles (aquellas que no se desplazan) como briozoos, cnidarios, ascidias y balanos, lo cual también ayuda a crear nuevos vectores de nicho. El hecho de que especies sésiles se sitúen sobre otras es algo curioso, debido a que, en otros grupos animales, como las esponjas, se ha visto que evitan la competición por el espacio mediante mecanismos químicos tales como sustancias disuasorias. Sin embargo, en poliquetos no se han encontrado mecanismos de ese tipo, lo cual permite una colonización de otras especies sésiles y un aumento de la complejidad estructural. Así, el tubo del poliqueto y su fauna sésil asociada



**Izquierda:** Ejemplares de *Sabella spallanzani* asentados en pantalanes flotantes del puerto deportivo de Isla Canela, Huelva (ambiente artificial). Fotografía: J.M. Guerra-García. **Derecha:** Ejemplar de *Sabella spallanzani* sobre rocas de la playa de Marina del Este (ambiente natural). Fotografía: F. Sedano.

sirven como refugio contra las corrientes o los depredadores para especies vágiles, que son aquellas que pueden desplazarse. Esta fauna asociada incluye principalmente a pequeños crustáceos (anfípodos, isópodos, tanaidáceos), pero también se encuentran otros grupos como poliquetos, moluscos, equinodermos, nematodos... Además, la estructura del tubo de *S. spallanzanii* permite que sus organismos asociados se eleven en la columna de agua, lo cual puede ayudar a mejorar la disponibilidad de sus alimentos. La actividad filtradora de *S. spallanzanii* también repercute en sus alrededores, ya que afecta a la hidrodinámica del ambiente, y sus deposiciones pueden modificar la concentración de nutrientes e incluso la actividad microbiana. Así, en áreas tan perturbadas como pueden ser los puertos deportivos, *S. spallanzanii*, con su presencia y actividad biológica, permite que haya un aumento en la biodiversidad asociada a estos hábitats.

Varias de las especies asociadas a *S. spallanzanii* en puertos deportivos andaluces son exóticas, y en algunos casos, invasoras. Esto es un factor importante a tener en cuenta, ya que una especie nativa de nuestras aguas está facilitando el asentamiento de especies que pueden ser perjudiciales para el ecosistema, ya que dichas especies pueden ser transportadas por embarcaciones de recreo

hacia hábitats naturales. Además, las especies exóticas producen cambios en el hábitat que aumentan la probabilidad de que otras especies exóticas puedan establecerse, proceso conocido como “*invasional meltdown*”. De modo que *S. spallanzanii* funciona como vía de entrada para especies exóticas que se asientan sobre la superficie de sus tubos, y estas especies ya establecidas llevarán a cabo cambios que faciliten el establecimiento de otras exóticas. También debe tenerse en cuenta que *S. spallanzanii* se considera invasora en diversos puntos del planeta, y con ella se transportan sus especies asociadas. Esta información tiene un gran valor desde un punto de vista de la gestión de puertos deportivos, ya que la introducción de especies invasoras puede dañar potencialmente nuestros ecosistemas y otros lejanos, de modo que estudiando a fondo la función de *S. spallanzanii* como ingeniera, se podría incluso prevenir futuros “*invasional meltdown*” en otras zonas fuera de su distribución.

#### Sofía Ruiz De Velasco

Alumna de Biología en la Universidad de Sevilla, en continuo aprendizaje. Proto-bióloga marina apasionada de la biología de las invasiones y admiradora de la divulgación.





*Bugula neritina*, una  
especie invasora ideal  
para albergar otras  
especies invasoras

## « INCEPTION INVADERS »

*Bugula neritina* es un organismo perteneciente al filo *Briozoa* que se encuentra formando parte de la comunidad adherida a superficies sólidas de multitud de hábitats, siendo verdaderamente abundante en los muelles o embarcaderos para barcos pequeños que se adentran un poco en el mar (pantalanes) de los puertos deportivos. Actualmente se desconoce su procedencia originaria, pero se piensa que probablemente la especie viene del Mediterráneo; aunque no de nuestras costas. Este organismo tiene una alimentación suspensívora, y utiliza sus tentáculos retráctiles para alimentarse de organismos microscópicos que forman parte del plancton. No es nativa de nuestras aguas siendo una de las especies invasoras más extendidas a nivel mundial, encontrándose hasta en los lugares más recónditos, a excepción de las regiones Ártica y Antártica del planeta. ¿Cómo ha podido extenderse con tanta facilidad?

La respuesta es bastante simple, este briozoo se suele transportar fácilmente en forma de larva en los barcos de carga asociada a superficies sólidas, como los cascos de los barcos (también llamado *fouling*), por eso es comprensible que los puntos calientes de esta especie invasora sean principalmente los puertos comerciales. Al carecer de depredadores en la zona, se pueden establecer y reproducir cómodamente sin ningún tipo de impedimento. Este organismo compite por el espacio de colonización con especies nativas, teniendo una importante ventaja debido a su alta tolerancia a contaminantes, como por ejemplo el cobre.

Se ha observado que es el sustrato ideal para multitud de macroorganismos tales como pequeños crustáceos, larvas de peces juveniles, gusanos poliquetos, ascidias, esponjas, etc. De los filos más frecuentes que se encuentran asociados a este invertebrado marino tenemos el de los crustáceos, concretamente los pertenecientes al orden *Amphipoda*, en el que encontramos organismos como los caprélidos o los gammáridos. Son especialmente abundantes debido a que este organismo bentónico suele

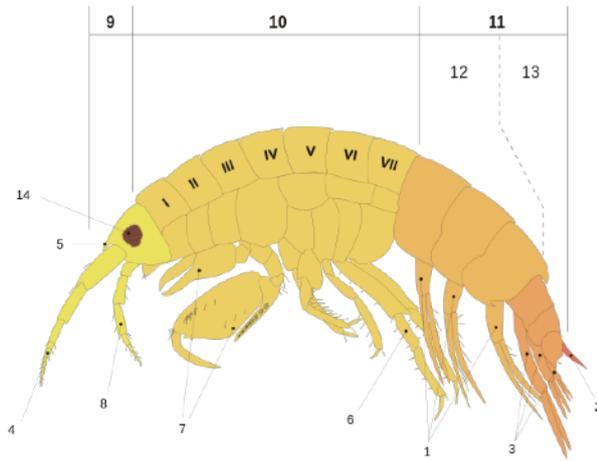
servirles de hábitat a lo largo de todo su ciclo vital. Estos crustáceos tienen características que los hacen fáciles de distinguir: ausencia de caparazón, cuerpo típicamente comprimido, formaciones branquiales presentes en la base de algunos pereiópodos (patas ambulatorias de los crustáceos que se usan en ocasiones para recoger comida) u ojos sésiles. Estos pequeños crustáceos encuentran en *Bugula neritina* un refugio frente a los depredadores y una base para poder depredar a sus presas preferentes.



Ejemplar del briozoo invasor *Bugula neritina*, imagen obtenida de la página web Wiki commons

Es una especie perfecta como medio de sustento ya que cumple con los requisitos necesarios para ser un sustrato viable para los anfípodos. Tiene cuatro características que lo hacen un buen sustrato: presencia anual, elevada complejidad estructural, escasas estructuras defensivas y baja compactación. Por ello, este briozoo es un sustrato ideal para albergar una comunidad epibionte (es decir, que viven encima de ellos, sin perjudicarlos) muy diversa, pudiéndose utilizar para llevar a cabo el seguimiento temporal de las especies que se encuentran asociadas a él.

Es común encontrar muchas especies introducidas dominando en las estructuras



Dibujo de un anfípodo gammárido donde vienen señaladas las estructuras más importantes. Imagen obtenida de la página web Wiki commons.

artificiales, que eventualmente pueden acabar sobrepasando en individuos a las especies nativas que se encuentran en esa comunidad. Esto ocurre porque los pantalanes no suelen ser tratados con sustancias *anti-fouling*, haciéndolos nichos perfectos para que se desarrollen todo tipo de organismos bentónicos, como este invertebrado marino. Un nuevo problema surge cuando *Bugula neritina* sirve de nicho para múltiples especies de macroinvertebrados invasores que han llegado mediante el tráfico marítimo y que se encuentran mucho mejor adaptadas a las condiciones fisicoquímicas que se dan dentro de los puertos comerciales, acabando por desplazar a las especies nativas al ocupar los nichos que antes ellas habitaban.

Las especies exóticas son comunes en los puertos deportivos, ya que al aumentar la retención del agua en estos lugares se dificulta la dispersión de muchos de los organismos planctónicos, aumentando la concentración de *fouling* y con ello la de las especies especialmente tolerantes a estas condiciones. Las comunidades epibióticas están fuertemente influidas por las especies invasoras cosmopolitas. La temperatura es uno de los factores que afectan al crecimiento, reclutamiento y competición entre las especies nativas y las especies invasoras sin olvidar que, a causa del cambio climático, la composición de muchas de las comunidades biológicas ha cambiado de manera drástica, provocando, entre otras cosas, el incremento en las extinciones locales de especies nativas ligado a un aumento de las especies invasoras.

Entre las especies de anfípodos invasores detectadas en los puertos comerciales se encuentra *Caprella scaura*, un caprélido invasor procedente de la región Indo-Pacífica que se detectó por primera vez en la Península Ibérica en 2007, *Paracaprella pusilla*, otro caprélido foráneo procedente de las aguas tropicales de Brasil que se detectó por primera vez en las aguas europeas en 2010, o *Jassa slatteryi*, un gammárido invasor originario del este del Pacífico registrado por primera vez en Croacia en 1990. La gran amenaza que presentan los tres está asociada, entre otras características, a su reproducción. Muchos de los gammáridos invasores registrados se caracterizaron por una combinación de gran tamaño de cría, alta tasa fecundidad parcial, maduración temprana y una aparición de un mayor número de generaciones por año. Con estas características es inminente que desplacen a muchas de las especies de gammáridos nativos que se encuentran colonizando nuestras aguas.

La falta de medios para poder llevar a cabo un seguimiento de sus poblaciones y así constatar el impacto que ocasionan en los macrohábitats que colonizan hace que este tema no haya recibido suficiente atención en estudios anteriores, por lo que son necesarios estudios detallados que podrían ser la clave para entender el proceso de invasión. Es fundamental estudiar la relación que existe entre *Bugula neritina*, como organismo huésped, la fauna nativa que se encuentra asociada a ella y las especies introducidas que van llegando y estableciéndose con el paso del tiempo. Así se podría saber el impacto provocado en los hábitats que van ocupando y a partir de ahí hacer planes de conservación para poder evitar la extinción de las especies en peligro frente a esta amenaza.

**María Pastor Montero**

Alumna de la Universidad de Sevilla, curiosa y que nunca para de aprender. enamorada del mar, las invasiones biológicas y que intenta aportar su granito de arena en la divulgación.



# Tortugas Marinas

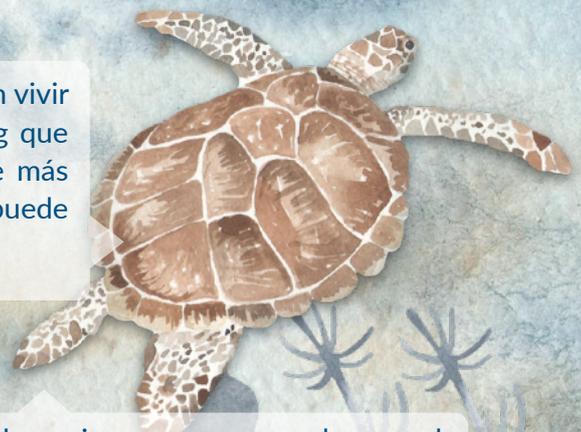


Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Sauropsida
Orden	Testudines
Suborden	Cryptodira
Superfamilia	Chelonioidea

Las **tortugas marinas** se engloban en la superfamilia *Chelonioidea*, compuesta de dos familias que incluyen a las **siete especies vivas** que existen hoy día.



Crecen a lo largo de toda su vida, y pueden vivir entre 150 y 200 años. Desde apenas 50g que pesan al nacer pueden alcanzar pesos de más de 120kg. En el caso de la tortuga laúd puede llegar a pesar 700kg y medir hasta 170cm.



Vuelven a la playa donde nacieron a poner sus huevos de nuevo, y en cada puesta pueden poner más de 100 huevos, que entierran en la arena. Las tortugas recién nacidas deben salir a superficie y llegar al mar, donde son completamente independientes. Este trayecto es uno de los más vulnerables y no todas lo consiguen. Muy pocas llegan a juvenil, o estadios adultos para seguir el ciclo.

Su alimentación es variada. Algunas comen **coral**, ricos en calcio; otras se alimentan de la vegetación acuática, como pueden ser **algas**; aunque algunas son carnívoras comiendo **medusas, pulpos o pequeños invertebrados**. Gracias a su pico córneo pueden romper los corales, más duros que el cemento; y no se ven afectadas por las toxinas de las medusas. Además cuentan con unas papilas largas y puntiagudas en el interior de la boca que hace que las presas blandas no escapen de su boca.

Las bolsas de plástico son confundidas por las tortugas por medusas, comiéndoselas, con el peligro que esto implica.

Han sido cazadas por el ser humano hasta llevarlas a un estado en vías de extinción. De ellas se comían los huevos, y su carne, y se aprovechaba su piel y su caparazón para distintos fines. Dada su vulnerabilidad fuera del agua cuando iban a poner los huevos, era en ese momento cuando eran cazadas. Si ya de por sí, la probabilidad de una tortuga recién nacida de llegar a adulta era un 0,001%, esto empeoró con su caza. Hoy día, sus lugares de puesta son protegidos y sus playas de desove se conservan como parques nacionales o reservas protegidas.



Francisco Gálvez Prada



# Bioprospección marina

Algas para la agricultura  
moderna

Como es bien sabido, las masas de agua de los mares y océanos cubren el 71% de la superficie del planeta, lo que provoca que, en conjunto, conformen el bioma más grande de la Tierra: el bioma marino. No es ninguna sorpresa que, dada la inmensidad de su volumen (más de 1300 millones de km<sup>3</sup>), el medio marino albergue una de las principales reservas de biodiversidad de nuestro mundo. Sus aguas han sido el escenario primigenio de la diversificación de la vida, un lugar donde la enorme variedad biológica y química que lo caracteriza es el resultado de complejos procesos evolutivos. Por este mismo motivo, el medio marino representa una fuente extraordinaria, aunque relativamente inexplorada, de compuestos biológicos y organismos de potencial interés para la investigación y el posterior desarrollo de productos por parte de las industrias alimentarias, farmacéuticas y cosméticas, entre otras.

Tanto a nivel industrial como de investigación científica, se están comenzando a invertir grandes esfuerzos en la búsqueda y el estudio de recursos marinos con posibles aplicaciones beneficiosas para el ser humano y de un valor comercial significativo. Esta práctica se conoce como bioprospección marina y, a pesar de ser muy antigua, parece estar ganando relevancia en las últimas décadas, sobre todo en el sector farmacéutico. Quizá, gran parte de responsabilidad se le deba atribuir a PharmaMar, una empresa farmacéutica española líder en bioprospección que se dedica a la investigación y desarrollo de fármacos derivados de recursos marinos para el tratamiento de diversos tipos de cáncer y Alzheimer.

En el contexto de la bioprospección marina, cualquier organismo de este medio (como las bacterias, algas, crustáceos, esponjas, corales, etc.), puede esconder la respuesta a problemas a los que el ser humano lleva años intentando poner remedio. Esta solución puede venir codificada en forma de genes, rutas metabólicas, sustancias bioactivas o estructuras, por lo que no siempre es

necesario el organismo en cuestión para el desarrollo de productos, sino el conocimiento que se deriva de su investigación. Las algas marinas, término que engloba a cianobacterias, microalgas y macroalgas, son un claro ejemplo de organismos bioprospectados. Desde un punto de vista biotecnológico, las algas son unos (micro)organismos modelo muy interesantes debido a su capacidad de producir una gran variedad de sustancias, como fibras, polímeros, ácidos grasos, pigmentos, vitaminas, antibióticos, y otros productos químicos de alto valor. Este hecho ha provocado que sus productos tengan un hueco en mercados tan diversos como el de la alimentación (humana y animal), el textil, el cosmético, el farmacéutico o incluso el de la industria energética a través de la producción de hidrógeno, hidrocarburos y otros combustibles biológicos.

Pero entre tanto sector industrial representado, ¿hay sitio para las algas marinas en la agricultura? La respuesta es sí, y no desde hace poco tiempo precisamente. Las algas han sido utilizadas como fertilizantes y acondicionadores del suelo durante siglos gracias a sus elevados contenidos en fibra, macro y micronutrientes, aminoácidos, vitaminas y fitohormonas vegetales. Los primeros registros de su uso se remontan al año 2700 a.C. en China, mientras que esta práctica no se extendió en Europa hasta el siglo XII. Sin embargo, la aparición de los primeros fertilizantes sintéticos en el siglo XIX trajo consigo el desuso de estos fertilizantes naturales o biofertilizantes. Afortunadamente, la utilización de algas en la agricultura está volviendo a ganar relevancia en el presente. La sociedad actual empieza a tomar conciencia de que la agricultura moderna debe estar enmarcada bajo el concepto de sostenibilidad, atendiendo a la salud del suelo y de un cultivo libre de contaminantes nocivos.

De ahí que la comunidad científica haya comenzado a considerar a las algas marinas como unas potentes herramientas multifuncionales alternativas al uso de agroquímicos, con un enfoque muy



Algunas macroalgas utilizadas como biofertilizantes. De izquierda a derecha: *Ulva lactuca*, *Cystoseira spp.* y *Gelidium crinale*. Alga verde, alga parda y alga roja, respectivamente.

prometedor y respetuoso con el medio ambiente. Este potencial se ve reflejado en la gran cantidad de artículos científicos publicados en los últimos años sobre los efectos beneficiosos de estos organismos en diferentes cultivos agrícolas. A fin de evaluar dichos efectos y las relaciones que establecen con las plantas, las algas marinas están actualmente sujetas a un exhaustivo proceso de bioprospección.

No son pocos los beneficios descritos hasta ahora en muchas de ellas, con efectos que pueden variar con el modo de aplicación: añadiendo directamente biomasa o un extracto al suelo, en solución o como aerosol foliar. Con el uso de algunas especies de algas en cultivos vegetales de estudio se han obtenido resultados prometedores en diferentes procesos fisiológicos de las plantas, como son la germinación de semillas, el desarrollo del tallo y la raíz, o la toma de nutrientes y agua, observándose una mejora en la asimilación de carbono, la eficiencia fotosintética y de la transpiración. Además, se ha demostrado que las algas marinas tienen efectos antibacterianos, antifúngicos, antivirales e incluso antinematodos y antidepredación de insectos en las plantas, lo que las posiciona como un potencial agente antimicrobiano y bioinsecticida. Así, especies

agrícolas y hortícolas como el arroz (*Oryza sativa* L.), la soja (*Glycine max* L.), el pimiento (*Capsicum annuum* L.), la cebolla (*Allium cepa* L.), el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el pepino (*Cucumis sativus* L.), la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) o la vid (*Vitis vinifera* L.) son solamente una pequeña parte del catálogo de plantas en las que se han registrado algunos de esos beneficios.

Todas estas bondades, especialmente en el contexto actual del cambio climático y la demanda creciente de agua y nutrientes en la agricultura intensiva, así como la necesidad de explotar suelos menos fértiles o extremos, abren una gran oportunidad para la integración de las algas marinas en las técnicas agrícolas. Por ello, buena parte de la investigación hoy día está orientada hacia la identificación de aquellas especies de algas que puedan ejercer en los cultivos un papel crucial en la protección efectiva contra diferentes tipos de estrés ambiental como el salino, el estrés hídrico o el que provocan las temperaturas extremas.

Recientemente, se ha publicado un interesante trabajo en el que la aplicación de tres tratamientos basados en macroalgas (*Ulva lactuca* L., *Cystoseira spp.*, y *Gelidium crinale*) en plantas de colza (*Brassica napus* L.) sometidas a

altas concentraciones de sales alivió los efectos perjudiciales derivados del estrés salino. Todos los tratamientos redujeron la inhibición de parámetros fisiológicos normalmente afectados por este estrés, como son la clorofila a y b, la acumulación de carbohidratos y los niveles de hormonas promotoras del crecimiento. A su vez, los mecanismos de defensa de la planta frente a salinidad se vieron incrementados, lo que se reflejó en una mayor acumulación de osmolitos y antioxidantes como los fenoles, la prolina y las antocianinas. En resumen, los tres tratamientos originaron cambios significativos a nivel morfológico, bioquímico y fisiológico en las plantas, con efectos positivos para el crecimiento y el rendimiento de las mismas.

La bioprospección marina puede suponer una ilusionante vía de enfoque para las técnicas agrícolas del futuro, siempre que no sólo se vea como una fuente de recursos explotables y se realice, en la medida de lo posible, bajo estrategias de conservación o reposición de recursos sin ocasionar deterioros o pérdidas en los ecosistemas. En este sentido, el mar aún tiene mucho potencial sumergido.

**Francisco Jesús Moreno Racero**

Biólogo. Apasionado de la ciencia y la ilustración científica digital. Sin la divulgación, la investigación pierde su significado social.



**Miguel A. Rosales Villegas**

Doctor en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



Escanea el código QR y lee ciencia desde tu dispositivo preferido.

# La bioluminiscencia marina: especies capaces de producir luz



A raíz de la pandemia y el confinamiento que trajo consigo la misma, han sido varias las ocasiones en que nos hemos visto sorprendidos por fenómenos de la naturaleza, ya sea porque la ausencia de gente ha despertado en los demás seres vivos comportamientos a los que no nos tienen acostumbrados, o bien por la cantidad de tiempo que hemos tenido para observarla.

Es el caso de las “mareas bioluminiscentes”, de origen natural y producidas generalmente por microalgas de la especie *Noctiluca scintillans*, que de día tiñen las aguas de color rojo mientras que por la noche iluminan el océano, y que, por aumento de luces artificiales cerca de la costa, habíamos dejado de ver.

La bioluminiscencia se produce generalmente como consecuencia de una reacción química en la que interviene una enzima denominada luciferasa, que oxida a una molécula (luciferina), transformando la energía química en agua y luz.

Este mecanismo puede tener muchas finalidades: mientras que algunas pueden usarlo como camuflaje, otras lo pueden emplear para ahuyentar o confundir a posibles depredadores, o para atraer a potenciales presas, así como con fines reproductivos. En el caso de los microorganismos, es muy utilizado como mecanismo de defensa. Es por ello por lo que se iluminan las olas al chocar contra las rocas: los microorganismos que viajan en ellas se “encienden” como consecuencia del impacto, pensando que se trata del ataque de un posible depredador, y encendiéndose atraerían a otro animal que se lo pueda comer y les libre de la amenaza.

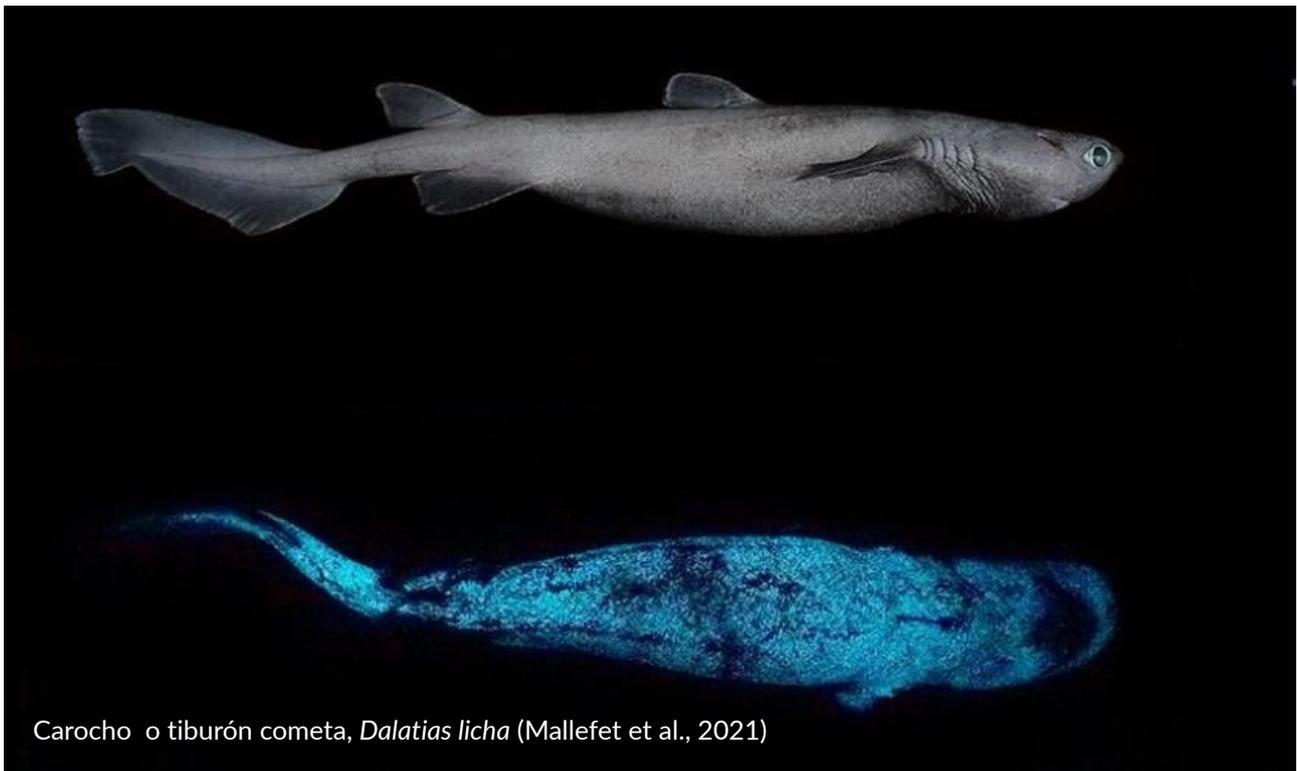
El fenómeno de la bioluminiscencia, limitado en la vida terrestre pero muy común en la vida marina, no sólo es producido por algas, sino que son muchas las especies que cuentan con este mecanismo, entre las cuales se incluyen bacterias, dinoflagelados, hongos, cnidarios, anélidos, moluscos, artrópodos, equinodermos y peces, entre muchos otros. Uno de los aspectos más curiosos de este mecanismo es precisamente eso: se trata de una evolución

convergente que ha surgido en al menos 40 ocasiones de manera paralela en especies de lo más dispares, a lo largo de toda la historia de la vida. En las zonas más profundas del océano, donde la oscuridad es casi absoluta, debe tratarse de una adaptación muy ventajosa, por lo que se estima que más de las tres cuartas partes de las especies animales que allí habitan pueden producir luz.

El caso de los cnidarios (medusas) es otro de los más conocidos. Dentro de este grupo, encontramos el curioso caso de *Pelagia noctiluca*, donde la bioluminiscencia, al contrario de lo que ocurre en la gran mayoría de las especies y de lo que se explicaba previamente, no está causada por la luciferasa. El brillo de esta medusa es debido a la presencia de unas células especializadas, denominadas fotocitos, que se sitúan por el



Medusa bioluminiscente



Carocho o tiburón cometa, *Dalatias licha* (Mallefet et al., 2021)

borde de la umbrela y la base de los tentáculos. Este tipo de bioluminiscencia es extracelular: los fotocitos son de tipo secretor, es decir, liberan un mucus luminoso de larga duración al exterior.

Pero no sólo los animales más “simples” cuentan con esta habilidad de producir luz.

En el grupo de los gasterópodos tenemos el caso del calamar luciérnaga, que tiene esta habilidad gracias a los fotóforos, unos órganos especializados en la punta de sus tentáculos. Esta especie es muy valorada en la bahía de Toyama (Japón), no sólo por el espectáculo visual que supone cuando, entre los meses de marzo y junio, sube a la superficie a reproducirse y llena las aguas de luz, sino por la importancia que también tiene en la industria pesquera y la cocina local. Todos estos factores han llevado a esta especie a tener su propio museo en la ciudad de Tomaya.

En el grupo de los peces, el caso más conocido es el pez linterna, el cual habita en las zonas más oscuras del océano y posee sobre su cabeza un órgano denominado vela que proyecta luz, con el cual atrae a las presas a las que espera con la boca abierta.

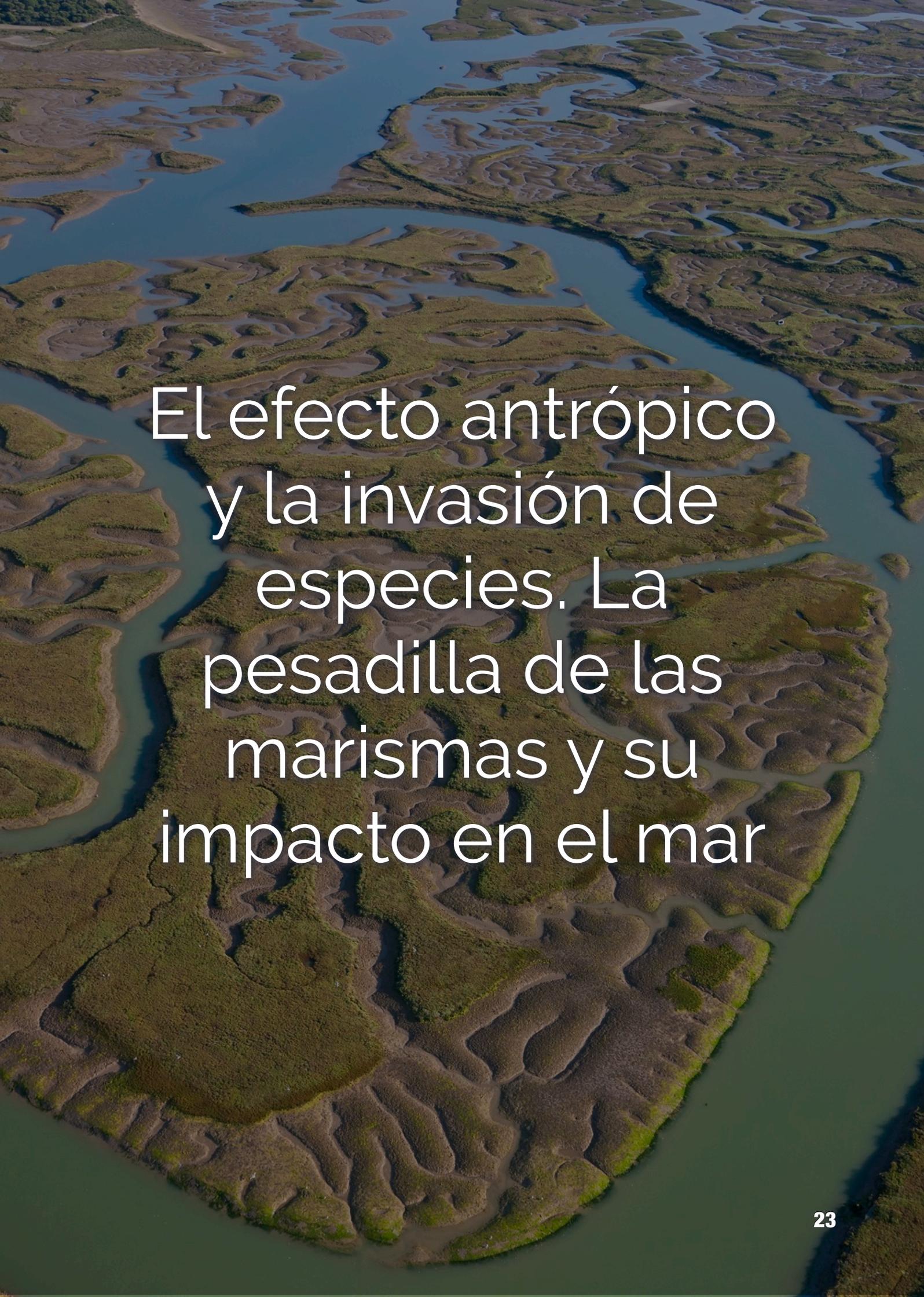
Los peces ojos de linterna, por su parte, poseen un órgano luminoso situado debajo del ojo, emiten luz por la simbiosis con bacterias bioluminiscentes en la piel. Esta especie utiliza esta propiedad para organizar y controlar la dirección y movimiento de los bancos de peces.

Pero uno de los casos más llamativos dentro de este grupo, es, sin duda, el hallazgo en febrero de este mismo año logrado por un equipo de investigadores de la Universidad de Lovaina y del Instituto Nacional de Investigación del Agua y la Atmósfera de Wellington (Nueva Zelanda), que descubrió tres nuevas especies de tiburones capaces de producir una luz verdosa suave gracias a unas células especializadas en su piel. Entre estas nuevas especies, encontramos el carocho o tiburón cometa (*Dalatias licha*) que, con sus casi 2 metros de longitud, se ha convertido en el vertebrado bioluminiscente más grande hasta el momento descubierto.

### Marta Escribano García

Bióloga con nombre de mustélido y apellido de ave paseriforme. Divulgadora Científica. Amante de la naturaleza.





El efecto antrópico  
y la invasión de  
especies. La  
pesadilla de las  
marismas y su  
impacto en el mar

## « SPARTINA »

Tanto en estado líquido como sólido, encontramos masas o cuerpos de agua en la superficie terrestre o en el subsuelo, que corresponden a tres cuartas partes (71%) de la superficie total de la Tierra. El 3% del total de estas masas de agua se corresponden con aguas dulces, incluyendo lagos, ríos, embalses, lagunas, humedales, glaciares, etc. El 97% restante corresponde a aguas saladas (océanos y mares) o salobres (marismas y estuarios). Las marismas y humedales ocupan una extensión de siete a nueve millones de Km<sup>2</sup>, suponiendo un cuatro a seis por ciento del total de la superficie terrestre. Una extensión suficientemente influyente y significativa para las aguas marinas. Desde tiempos ancestrales, una de las áreas acuáticas de mayor interés humano han sido las marismas. Su conexión al mar, además de ser la desembocadura de ríos y una zona rica en recursos, ha favorecido que no solo se convierta en un ecosistema que posee una gran variedad de especies, sino que también sean regiones donde la probabilidad de colonización por especies invasoras sea bastante alta.

Las marismas, además de encontrarse en el curso bajo de los ríos, al ser la transición río-mar, no solo destacan por su riqueza por acumulación de sedimentos, sino que debido al efecto de las mareas, se generan gradientes

salinos en los suelos, encontrándose en las zonas elevadas (cuando sube la marea) gran concentración de sales por cristalización, que va a menos conforme llegamos a la zona baja, donde hay un flujo continuo de agua, y por tanto, no es posible que se acumulen altas concentraciones de sal.

La subida del nivel del mar, promovida por el cambio climático, hace que estas áreas posean periodos de inundación más prolongados acompañados por un incremento de salinidad. Dichos factores, anoxia y salinidad, son dos tipos de estrés abiótico que condicionan duramente la supervivencia de las especies autóctonas, aunque pueden ser el nicho ideal para otras especies alóctonas o foráneas que procedan de otros lugares lejanos. Sin duda, el comercio internacional, la afluencia de barcos y el trasiego de personas ha arrastrado especies de otras zonas del mundo en muchas ocasiones, como ha sido la conocida concha de barca *Crepidatella fornicata* o especies vegetales del género *Spartina*, entre otros casos bastante conocidos, ambas, especies exóticas invasoras.

Más conocidas como esparto o espartillo, el género *Spartina* engloba más de cincuenta especies diferentes reportadas, distribuidas por todo el mundo. Al igual que el resto de angiospermas, la **poliploidía** –más de una



Marismas del Odiel (Huelva).



5000 Km

Distribución género *Spartina*  
(Bortolus et al 2006)

copia del genoma por cada parental- ha favorecido principalmente en dos aspectos a resaltar:

1. Aumenta la posibilidad de adaptarse más rápidamente a entornos fluctuantes o subóptimos para el individuo.
2. En ciertas ocasiones condiciona fuertemente su capacidad reproductiva sexual. Sin embargo, muchas especies han subsanado este hándicap mediante la reproducción asexuada, como es la reproducción por rizomas, estrategia que conlleva la creación de individuos clonales a partir del sistema radicular.

Aunque no solo su naturaleza poliploide les permite adaptarse a condiciones extremas; la **hibridación** con especies autóctonas del mismo género ha originado taxones híbridos que están limitando más aún el ecosistema original, amenazando la existencia de otros organismos que ven reducida la disponibilidad de recursos. La mezcla de genomas diferentes o vigor híbrido estimula la aparición de caracteres transgresivos, que consiste en que su comportamiento en ciertos parámetros no sigue el patrón parental, de modo que puede ser mejor o peor a estos. Cuando la siguiente generación se adapta mejor que sus parentales, la capacidad de asentamiento en la nueva zona colonizada aumenta, pudiendo así continuar la invasión en el terreno. La capacidad fotosintética, la resistencia a altos niveles de sal, o desarrollar mecanismos de defensa ante la inundación, son clave para poder dominar en estas regiones cambiantes.

No solo pueden condicionar la supervivencia de otras halófitas -plantas adaptadas a vivir en medios salinos-, sino que también afecta a un amplio rango de procesos, principalmente a las comunidades bentónicas de invertebrados y a la sedimentación. Su desarrollo descontrolado impide que la luz diurna incida directamente sobre las aguas, por lo que la fotosíntesis se ve restringida a las microalgas. Esto, junto a que su sistema radicular favorece la sedimentación, hace que el flujo de agua sea menor y así, estos organismos fotosintéticos no pueden

agruparse. Como consecuencia, los organismos que se alimentan de estas algas ven reducida su fuente de alimento y su crecimiento se ralentiza, además de afectar a los niveles tróficos superiores. Respecto a la sedimentación, cabe destacar que su desarrollo en estos entornos favorece que se acumulen moléculas orgánicas de detritos de baja calidad. A largo plazo, esta acumulación no solo es otro factor que condiciona a los organismos fotosintéticos de la capa bentónica, sino que cambia la composición química de los sedimentos e influye en el metabolismo de la fauna y la flora del ecosistema.

Las ya descritas especies *Spartina densiflora*, *S. alterniflora*, *S. anglica* o *S. patens*, junto a otros atributos que incluyen, se han convertido en herbáceas extremadamente peligrosas en lo que conlleva a la conservación de especies en ecosistemas salobres. Países como España, China, Reino Unido, Canadá o Estados Unidos catalogan estas especies como un grave problema medioambiental. En España, se cree que apareció por primera vez *S. densiflora* en el Golfo de Cádiz, llegando a expandir sus poblaciones hasta otros ecosistemas como el que se encuentra en las marismas del Odiel, ocupando actualmente el 18% de su superficie terrestre; o las marismas de San Bruno, ocupando hasta el 46% de su superficie. Debido a su impacto, muchos grupos de investigación han promovido el estudio de estos entornos mediante diversos proyectos financiados por la Comunidad Europea para promover de este modo la erradicación de esta especie con el propósito de poder preservar parajes naturales que se ven afectados y/o amenazados como las inmediaciones del Parque Nacional de Doñana.

Investigadores como **Enrique Figueroa** y sus colaboradores en la Universidad de Sevilla han trabajado desde hace décadas en la visibilidad de las repercusiones de la invasión de *S. densiflora*, así como estudiar qué ventajas tiene sobre especies autóctonas del mismo género y otras que viven en el mismo entorno de marisma en el sur de España.



**Izquierda:** Ejemplo de sedimentación en una marisma o humedal. **Derecha:** Experimento del Trabajo Fin de Grado de Procopio Peinado, unos de los autores del artículo.

Las marismas (y los humedales), reciben la carga continuada de nutrientes y contaminantes procedentes de agua de desechos y vertidos humanos, residuos de la agricultura y la ganadería (mayormente nitrato, fosfato y sulfatos), e incluso procedentes del mar. Las plantas y la microbiota del suelo de las marismas se encargan de atrapar los sedimentos y purificar las aguas, por lo que pueden funcionar como un filtro natural contra la contaminación. Se ha estimado que la desnitrificación puede retirar entre un 20 y un 50% del nitrato de las aguas, asimilando las plantas este anión, o convirtiéndolo a  $N_2$  atmosférico a través de las bacterias anaeróbicas, que utilizan el nitrato como aceptor de electrones en ausencia de  $O_2$ . De la misma forma el sulfato y fosfato son atrapados y asimilados por las plantas.

Por ello, es esencial el estudio de las especies invasoras, y su estudio en la repercusión en el ecosistema donde se integran, en este caso ecosistemas acuáticos de marismas. Hay que entender que el efecto antrópico es un factor determinante en muchos casos de invasión de especies exóticas y es esencial que la ciudadanía sea consciente de los efectos de

liberar especies que proceden de otros lugares del mundo a nuestros parajes, bien sea accidental o intencionadamente, provocando desequilibrios en la biodiversidad que pueden influir en la calidad del agua de nuestras costas. Antes de tomar decisiones con falta de criterio, es recomendable informar a las autoridades o buscar soluciones que no pongan en peligro la biodiversidad de un ecosistema.

#### **Procopio Peinado Torrubia**

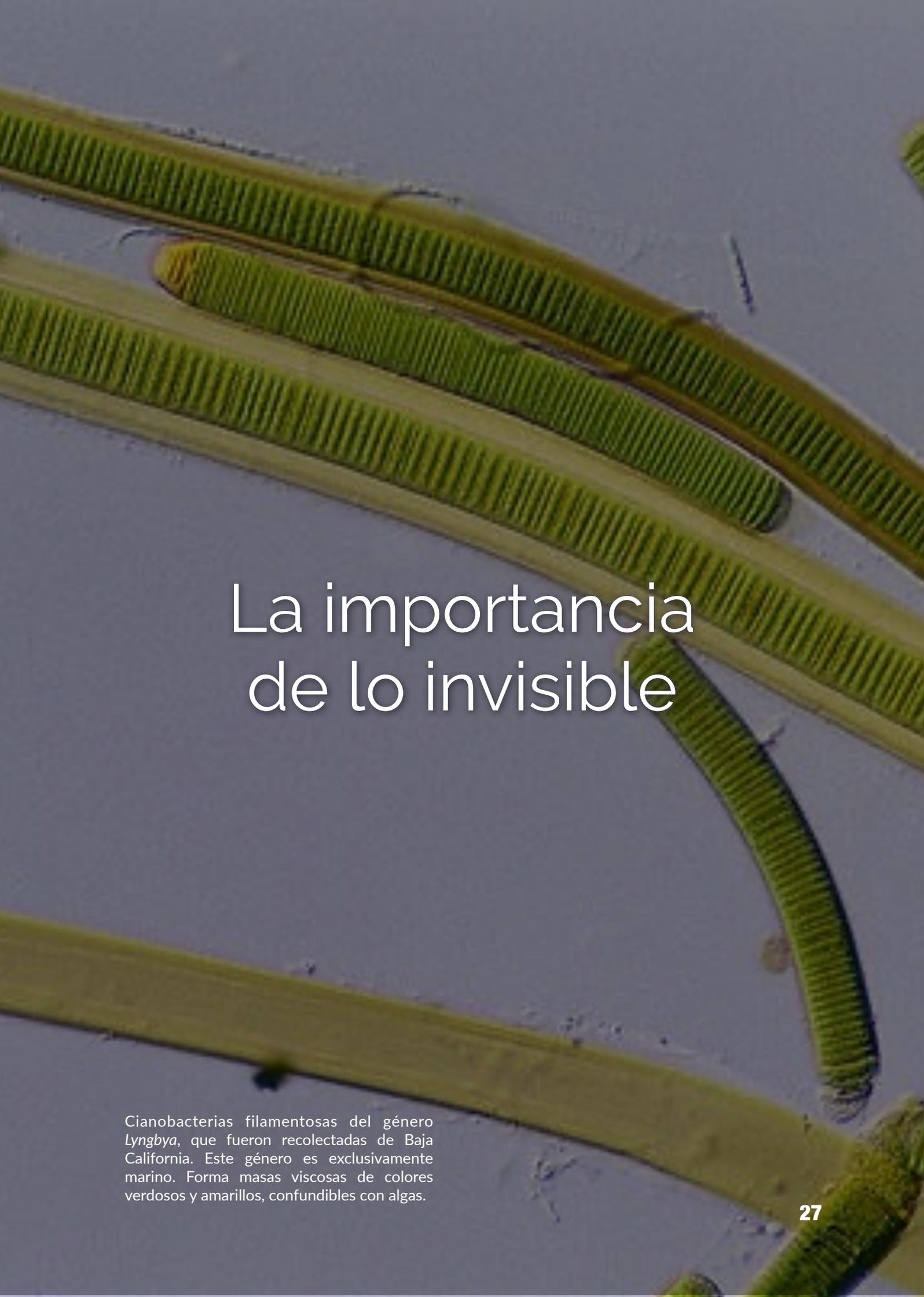
Doctorando en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



#### **Juan de Dios Franco Navarro**

Licenciado en Biología (US), Máster en Genética Molecular y Biotecnología Vegetal (US) y Doctorando en Biología Integrada (IRNAS-CSIC-US).





# La importancia de lo invisible

Cianobacterias filamentosas del género *Lyngbya*, que fueron recolectadas de Baja California. Este género es exclusivamente marino. Forma masas viscosas de colores verdosos y amarillos, confundibles con algas.

## « HUELLAS DE LA EVOLUCIÓN »

Cuando escuchamos la palabra “mar” se nos pueden venir a la mente muchas palabras, como coral, arena, agua... Pero rara vez se nos ocurre pensar en las bacterias. Estos organismos están presentes en prácticamente todos los hábitats de la Tierra; por lo que el océano no es una excepción.

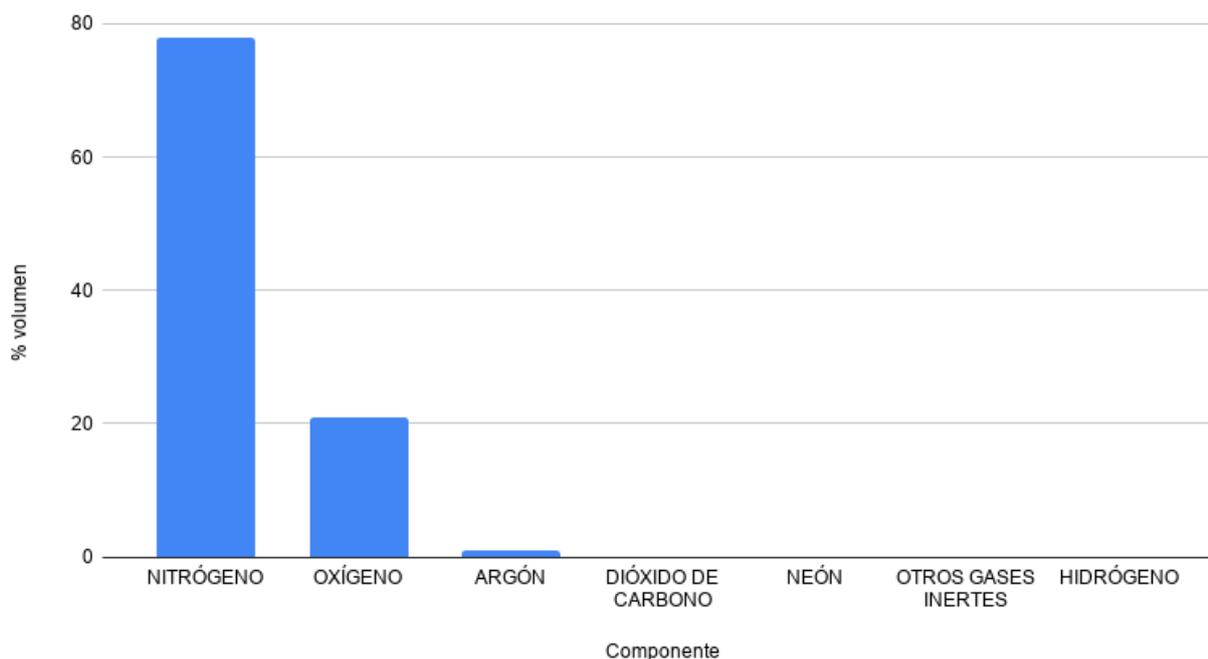
Las bacterias marinas tienen un papel fundamental en el ciclo de elementos químicos necesarios para la vida, como el fósforo, el nitrógeno o el carbono. Lo que hacen es degradar la materia orgánica producida por las algas microscópicas gracias a la fotosíntesis, o la que llega a través de los ríos o las entradas de agua al mar. Por lo tanto, son descomponedores primarios que también degradan los organismos que mueren. Con este proceso, las bacterias liberan al medio acuático dichos elementos que son fundamentales para las cadenas tróficas del ecosistema marino.

Entre los grupos presentes encontramos bacterias del género *Staphylococcus*, *Bacillus* o *Micrococcus*, entre otros. Sin embargo, hay un

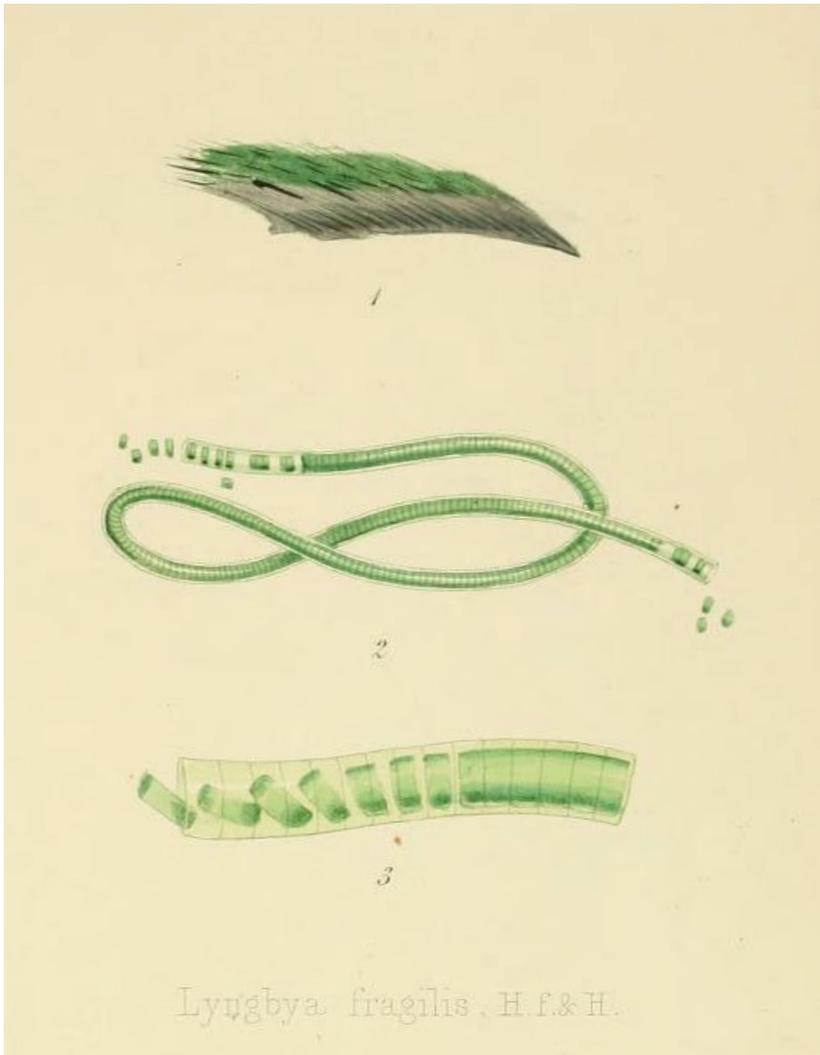
filo de este dominio procarionta que recibe el nombre de Cianobacterias, que destacan por una característica única: son pioneras en hacer la fotosíntesis. Esto nos da una idea de la importancia que poseen a nivel evolutivo. La fotosíntesis es un proceso de conversión de materia inorgánica a materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz del sol, y como resultado se expulsa oxígeno al medio. En un ambiente primitivo, este gas era mayoritario, por lo que la vida como ahora la conocemos se escapaba de nuestro alcance. Las cianobacterias lograron formar una atmósfera con suficiente oxígeno para dar comienzo a nuevas formas de vida, como las células eucariotas, y con ello se alcanzaron nuevos niveles evolutivos.

A pesar de las características que comparten con algunos organismos eucariotas, como células fotosintéticas de vegetales, su organización celular y su metabolismo se asemeja más al de células procariontas; siendo por ende de este grupo. Las cianobacterias se encuentran distribuidas en un amplio rango ecológico, tanto en ecosistemas acuáticos

Composición de la Atmósfera actual



En la atmósfera actual predomina el Nitrógeno por encima de cualquier otro gas. Otros, por el contrario, están en un volumen muy bajo como se puede observar en el gráfico. El dióxido de carbono tiene un volumen de 0,035%; el neón y otros gases inertes de 0,0024%; y el hidrógeno de 0,00005%.



Dibujo de cianobacterias filamentosas del género *Lyngbya*.

Tienen una gran plasticidad en lo referente a su fisiología, por lo que son capaces de adaptarse a cambios en el medio: disponibilidad de nutrientes, variaciones de temperatura o de luz, etc. Pero también producen toxinas, que pueden llegar a ser perjudiciales para el ser humano. Las cianobacterias marinas no son un grupo amplio a niveles toxicológicos, en

parte, también, por la falta de estudio; no obstante, destacan algunas especies que poseen neurotoxinas del grupo de las toxinas paralizantes o PSP, que afectan al sistema nervioso impidiendo la conexión sináptica al bloquear los canales de sodio. Los individuos que poseen estas toxinas pertenecen mayormente a dinoflagelados, sin embargo, los géneros *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya* y *Cylindrospermopsis* de cianobacterias también las producen.

como terrestres. Si nos centramos en el hábitat marino, por lo general, son poco abundantes; sin embargo, son capaces de formar comunidades de gran cantidad de individuos. En muchas ocasiones esto nos permite conocer las características del agua de sitios concretos, siendo bioindicadores de la calidad, e incluso se han apreciado cambios en la diversidad de este filo, reduciéndose por la contaminación de las aguas.

Son organismos con una alta tasa de crecimiento debido a que su reproducción se realiza por fisión binaria, es decir, una célula se divide repartiendo su material genético en dos células hijas totalmente idénticas. Otra forma de dividirse es por exosporas, que son células reproductoras que no necesitan fecundarse, y que van a dar lugar a nuevos individuos.

En el mundo marino todavía queda mucho por descubrir, pero hasta ahora sabemos que estos organismos han sido claves para originar las condiciones ideales para desarrollar la vida en sus múltiples formas.

**Laura Manzanares Alaminos**

Estudiante del grado en Biología por la Universidad de Sevilla.



**HIDDEN NATURE**  
 Número 0 - Octubre 2017  
 Foto por Víctor Pérez Araujo  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**Naturaleza Oculta**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Número 1 - Enero 2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**Seres Vivos**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€  
 Charrellos clasificados por Álvaro Pérez Gómez

**HIDDEN NATURE**  
 Número 3 - 07/2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**Recursos Hídricos**

Rolo de Daphnia con tetracina  
 Fertilizantes de 72 años  
 Datos por E. Susa Contrilla  
 www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Número 5 - 17/2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**SEXO**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 7 - 31/2019

**Biomarcadores**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€  
 Foto por Rihab El

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 6 - 21/2019

**Etnobotánica**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€  
 Foto por Javier Campesador López

**HIDDEN NATURE**  
 Número 4 - 4/2018  
 Tu espacio para la Divulgación Científica

**MEDICINA**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 8 - 6/2019

**VIRUS**

Reservorio del Zika en Ecuador  
 Estudios en Amegilla  
 Role del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 10 - 27/2020

**Especies Exóticas Invasoras**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€  
 Proyecto de la Universidad de Zaragoza

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 9 - 17/2020

¡Gracias por tu apoyo a la divulgación científica a lo largo de estos 4 años de revista!

**Infecciones de Transmisión Sexual**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 11 - 31/2020

**Contaminación**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 12 - 4/2021

**Organismos Modificados Genéticamente**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 13 - 17/2021

**Etología**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 14 - 27/2021

**Biología Evolutiva**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€

**HIDDEN NATURE**  
 Tu espacio para la Divulgación Científica  
 Número 15 - 27/2021

**Biología Marina**

www.hidden-nature.com  
 ISSN: 2531-0402  
 PVP Recomendado: 1,50€



## Colabora en próximos números

Si quieres colaborar en la revista, escríbenos un correo a [revista@hidden-nature.com](mailto:revista@hidden-nature.com) y te enviaremos las normas de publicación para que puedas participar en futuras revistas.

## Colaboradores

### Juan de Dios Franco Navarro

Licenciado en Biología (US), Máster en Genética Molecular y Biotecnología Vegetal (US) y Doctorando en Biología Integrada (IRNAS-CSIC-US).



### Procopio Peinado Torrubia

Doctorando en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



### Sofía Ruiz De Velasco

Alumna de Biología en la Universidad de Sevilla, en continuo aprendizaje. Protobióloga marina apasionada de la biología de las invasiones y admiradora de la divulgación..



### María Pastor Montero

Alumna de la Universidad de Sevilla, curiosa y que nunca para de aprender. enamorada del mar, las invasiones biológicas y que intenta aportar su granito de arena en la divulgación.



### Francisco Jesús Moreno Racero

Biólogo. Apasionado de la ciencia y la ilustración científica digital. Sin la divulgación, la investigación pierde su significado social.



### Miguel A. Rosales Villegas

Doctor en Biología. Investigador en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



### Marta Escribano García

Bióloga con nombre de mustélido y apellido de ave paseriforme. Divulgadora Científica. Amante de la naturaleza.



### Laura Manzanares Alaminos

Estudiante del grado en Biología por la Universidad de Sevilla.



### Francisco Gálvez Prada

Socio fundador del Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos - BioScripts. CEO en IguannaWeb y CTO en Hidden Nature.



## Agradecimientos y atribuciones de imágenes

- Especial agradecimiento a Ana Isabel Gómez como revisora de este ejemplar.
- Las imágenes que necesiten atribución las tienen indicada en su pie de imagen, cada autor del artículo es responsable del uso de las mismas y de que las atribuciones sean correctas.

## Revista Hidden Nature

Editado por Francisco Gálvez Prada en el Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos **BioScripts** bajo el proyecto **Espacio de Divulgación Científica - Hidden Nature** en Avda. Reina Mercedes 31 Local Fondo, Sevilla, 41012 (España).

Con el apoyo de



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Número 15· 3T/2021



9 772531 040206

PVP Recomendado - 1.50€

