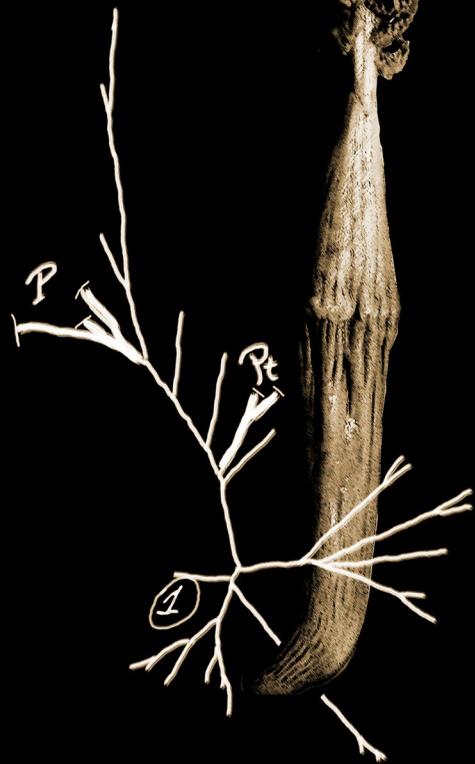


Francisco J. García Cárdenas

SEA PENS

LAS PLUMAS DE MAR

*Habitat in Oceano,
fundum illuminans*



Editorial Universidad de Sevilla

Sea Pens



Francisco J. García Cárdenas

SEA PENS

LAS PLUMAS DE MAR
Habitat in Oceano, fundum illuminans



Sevilla 2023

Colección: Ciencias
Núm.: 89

COMITÉ EDITORIAL:

Araceli López Serena
(Directora de la Editorial Universidad de Sevilla)
Elena Leal Abad
(Subdirectora)
Concepción Barrero Rodríguez
Rafael Fernández Chacón
María Gracia García Martín
María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado
Manuel Padilla Cruz
Marta Palenque
María Eugenia Petit-Breuilh Sepúlveda
Marina Ramos Serrano
José-Leonardo Ruiz Sánchez
Antonio Tejedor Cabrera

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

© Editorial Universidad de Sevilla, 2023
C/ Porvenir, 27 - 41013 Sevilla.
Tlfs.: 954 487 447; 954 487 451; Fax: 954 487 443
Correo electrónico: info-eus.@us.es
Web: <https://editorial.us.es>

© Francisco J. García-Cárdenas, 2023

ISBN: 978-84-472-2566-8
DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447225668>

Diseño de cubierta: referencias.maquetacion@gmail.com
Maquetación: Cuadratín Estudio

Edición electrónica: Cuadratín Estudio

Índice

RESUMEN	11
SUMMARY	13
PRÓLOGO	16
CAPÍTULO 1 Introducción. ¿Qué son las plumas de mar?	21
CAPÍTULO 2 Morfología de las plumas de mar	29
2.1. La colonia	29
2.2. Diversidad de formas coloniales	40
2.3. El eje interno	42
2.4. Escleritos	45
2.5. Los zooides	49
CAPÍTULO 3 Variabilidad	66
3.1. Variabilidad del eje	68
3.2. Variabilidad de los escleritos	70
3.3. Variabilidad en la distribución de autozooides	72
3.4. Variabilidad del cáliz	72
3.5. Variabilidad de otros rasgos	73
3.6. Variabilidad subindividual	73
CAPÍTULO 4 Origen y reproducción	77
4.1. La reproducción en octocorales	77
4.2. Anatomía reproductiva de los pennatuláceos	79
4.3. Gametogénesis	79
4.4. La fecundación	82
4.5. Desarrollo larvario	83
4.6. Ciclo reproductivo	85
CAPÍTULO 5 Clasificación	89
5.1. Sobre la taxonomía y sistemática en plumas de mar	89
5.2. Las primeras hipótesis evolutivas en pennatuláceos	98
5.3. Clasificaciones históricas	106

CAPÍTULO 6 El registro fósil	112
6.1. Origen Precámbrico-Cámbrico (<700 Ma).....	113
6.2. Origen Cretácico-Terciario (138-66 Ma).....	115
CAPÍTULO 7 Relevancia ecológica	118
7.1. Bioconstructores de fondo blando.....	118
7.2. Fauna asociada. Relaciones interespecíficas	122
CAPÍTULO 8 Mecanismos de defensa.....	133
8.1. Defensa bioquímica.....	133
8.2. Defensa estructural.....	138
8.3 Defensa conductual.....	140
CAPÍTULO 9 Conservación.....	146
9.1. ¿Cómo se estudian las plumas de mar?.....	146
9.2. Fijar y mantener el material capturado	150
9.3. Conservación y protección de las poblaciones de pennatuláceos	150
9.4. Las plumas de mar en el mar Mediterráneo.....	156
EPÍLOGO Sobre la variabilidad y la evolución	159
REFERENCIAS	163

A Valentina

El doctor Shaw en su Historia de las Algas (1641), comentó cómo en una noche oscura, unos organismos conocidos desde tiempos remotos como Sea-Pen, proporcionaban una luz gracias a la cual los pescadores podían ver a los peces nadando a varias profundidades.
Ellis 1763

¿Qué es un individuo? Siempre es interesante descubrir el fundamento de las extrañas historias de los viejos viajeros. El Capitán Lancaster, en su viaje en 1601, narró cómo en las arenas marinas de la isla de Sombrero, en las Indias Orientales, el encontró una pequeña ramita creciendo como un árbol joven, y al ofrecerse para arrancarla ésta se encoge en el suelo y, se hunde, a menos que se sujete con mucha fuerza.
Darwin 1860

Resumen

SEA PENS. Las plumas de mar es una breve obra que introduce al lector en el mundo submarino de las plumas de mar (Anthozoa: Octocorallia: Pennatulacea) de una forma amena y entretenida. En este libro he intentado ofrecer una visión general sobre las características biológicas de este grupo de corales, centrándome principalmente en cuatro líneas generales: morfología, variabilidad, biología y evolución. La información ofrecida en este libro es fruto de multitud de estudios científicos, desde estudios clásicos (siglo XIX) hasta los artículos más recientes, así como resultado de las propias investigaciones del autor. Considerando esta base científica, la presente obra es presentada a través de una lectura fácil, buscando despertar el interés de los amantes de la naturaleza, así como de los neófitos en el estudio de los corales. Los pennatuláceos o plumas de mar son un componente importante de las comunidades bentónicas marinas en fondos blandos (arenas o fangos). A pesar de su importante papel ecológico, catalogados como Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs), se sabe muy poco acerca de ellos, y con frecuencia pasan desapercibidos cuando hablamos de los corales. Las plumas de mar son los octocorales más especializados y morfológicamente distintivos que existe. Se encuentran en todos los océanos, desde las zonas polares hasta las tropicales, habiendo zonas intermareales y grandes profundidades superiores a los 6000 m. Son organismos coloniales, filtradores, que pueden llegar a formar extensas praderas sobre los fondos arenosos, aumentando la complejidad del paisaje y la disponibilidad de espacios que pueden

ser aprovechados por su fauna asociada. Por esta razón, se les considera bioconstructores porque, una vez instalados, incrementan la biodiversidad de la zona, actuando como base fundamental de estos complejos ecosistemas. Este importante papel ecológico ha sido reconocido internacionalmente al incluir a las plumas de mar y su megafauna asociada en la lista OSPAR de especies y hábitats amenazados.

En este trabajo comentaremos aspectos sobre la morfología (la colonia, el eje, los escleritos, los zooides), la variabilidad, el origen y la reproducción, la clasificación, el registro fósil, la relevancia ecológica, los mecanismos de defensa y las estrategias de conservación, de este grupo tan interesante y desconocido de corales.

Summary

SEA PENS. Las plumas de mar is a brief book that introduces the reader to the underwater world of sea pens (Anthozoa: Octocorallia: Pennatulacea) in a pleasant and entertaining way. In this book I have tried to offer a general overview about biological characteristics of this coral group, focusing mainly in four overall lines: morphology, variability, biology and evolution. The information offered here has been compiled from a large bibliography review, from classic studies (XIX century) to the most recent studies, including results of my own research. Even so, this book does not pretend to be a strict bibliography review but rather a divulgative work, friendly and useful to sea-pen study beginners. Pennatulaceans (Anthozoa: Octocorallia: Pennatulacea), also called sea pens, are an important component of benthic marine communities in soft bottoms. Despite their important ecological role, classified as vulnerable marine ecosystems (VMEs), very little is known about them, and frequently they go unnoticed when we think in corals.

Sea pens are the most specialized and morphologically distinct octocorals. They are found from polar to tropical zones, living from intertidal areas to more than 6000 m in depth. These colonial suspension feeder organisms constitute an important structural component in marine soft-bottom communities by increasing the complexity of these environments. They are considered bio-constructors because of they act as founder species on deep, sandy arid soils, harbouring a rich associate fauna. This important ecological role has been internationally

recognized by including sea pens and their associated megafauna in the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats.

In this work, I will talk you about morphology (the colony, axis, sclerites, zooids), variability, origin and reproduction, classification, fossil record, ecology relevance, defence mechanisms and conservation strategies in this interesting and unknown group of corals.

Natura non facit saltum, [...] is prodigal in variety, but niggard in innovation. Why, on the theory of Creation, should this be so?

Darwin 1859

Prólogo

*Te instruirán los reptiles de la tierra,
te enseñarán los peces del mar.*
Job 12:8

Mi interés por la publicación del presente libro reside en dar a conocer de una forma sencilla y amena, pero rigurosa, aspectos biológicos de unos fascinantes organismos habitantes de grandes profundidades marinas. En esta obra me gustaría resaltar el valor de los esfuerzos científicos pasados, cuyos resultados han perdurado a través de los siglos, y que forman parte de los cimientos de muchas líneas actuales de investigación. Además, a través de una minuciosa relectura, descubrimos que muchas de esas ideas de antaño que cayeron en el olvido son hoy *resucitadas* y revalorizadas a través de nuestra ciencia moderna. Por tanto, tales obras, incluso aquellas cuyos resultados o interpretaciones se han demostrado hoy incorrectas, merecen todo nuestro respeto y consideración. El entorno es cambiante, así como el conocimiento, por lo que las reglas del juego de hoy no pueden ser aplicadas a *entonces*.

[...] los modos y la práctica de la ciencia reflejan inevitablemente el medio social circundante.
Gould 2004

En la presente obra, intentaré ofrecer una visión amplia de los aspectos más interesantes de las plumas de mar, que son un grupo especializado de octocorales, pero suelen pasar desapercibidos cuando se habla de corales en general. Estos organismos descritos desde tiempos remotos, presentan unas características y una relevancia ecológica que bien merece su propio papel en la historia de los corales.

Si el lector así lo estima, y me complace leyendo esta obra, no podrá menos que sentir al acabarla que las plumas de mar son maravillosas, y que representan un mundo ignoto, el cual merece nuestra atención y protección. Poco a poco, especie a especie, vamos dándonos cuenta de que el estudio de la biodiversidad nos ayuda a entender mejor el mundo en el que vivimos, así como a nosotros mismos. La biología, como estudio de la vida, se vuelve hoy más que nunca imprescindible para comprenderla.

Al sumergirnos en esta obra, nos adentraremos en un mar repleto de diversidad animal. Más allá de los peces y grandes mamíferos acostumbrados a ver, fijaremos nuestra atención en otro tipo de animales, los cnidarios (**capítulo 1**). En este caso, no nos detendremos a observar los conocidos arrecifes de coral o las ondulantes medusas, con escaso sentido del humor, sino que esta vez buscaremos otros protagonistas, animales más pequeños, más tímidos, que viven anclados al fondo marino. Para ello, bucearemos dejando atrás el manto de rocas sobre el que edifican y viven multitud de invertebrados, y profundizaremos hacia lo lejano, hacia lo desconocido. Bajaremos 1000, 2000, 3000 y más de 6000 metros... sin necesidad de submarinos ni drones, hasta hallarnos en una tierra arenosa virgen, no vista jamás por el ser humano, oscura y fría, donde, te aseguro, sobreviven extravagantes formas animales, erguidas y desafiantes a la inmensa presión que la gravedad de tal columna de agua ejerce sobre ellos, superior a las 100 atmósferas.

Y allí están, ¿los ves? esos extraños habitantes. Al observarlos instantáneamente nos teletransportan a un mundo diferente, pues son criaturas que bien podrían pertenecer a otro planeta. Helas aquí, las plumas de mar. Ciertamente, algunas parecen plumas de aves clavadas en la arena, aunque otras se parecen más a plumas estilográficas... Pero ¿qué son esos extraños organismos? ¿Son animales o plantas? ¿Cómo es su cuerpo? ¿Tienen esqueleto, boca o estómago? Nos acercaremos un poco más para verlos más de cerca... (**capítulo 2**).

Tras fijarnos en el conjunto de la población (ya que muchas de estas especies forman densos bosques submarinos) y practicar un detenido examen visual, comprobamos que no todos los especímenes son iguales. ¡Cuán diferentes pueden llegar a ser unos de otros! A pesar de que todos pertenecen al mismo Orden Pennatulacea, incluso dentro de una misma especie, podemos percibir cierta variabilidad (**capítulo 3**).

A pesar del frío que empieza a trascalarse nuestro traje de neopreno, la curiosidad nos puede, y vemos allá a lo lejos un grupo de grandes ejemplares rodeado por una especie de nube blanquecina emitida con espasmos. ¿Qué será eso? Nos acercamos. De la nube, si dejamos transcurrir el tiempo suficiente, observamos que emergen pequeñas larvas que nadan activamente sin una dirección determinada. ¿De dónde han salido y qué relación tienen con nuestras plumas de mar? ¿Por qué algunas se cansan y se colocan verticalmente en la arena? (**capítulo 4**).

Ahora empezamos a saber algo sobre estos organismos, pero para poder diferenciarlos mejor necesitamos saber cómo han sido descritos por los investigadores, y qué posibles relaciones filogenéticas tienen entre ellos. Igual te preguntas: ¿los que se parecen serán especies hermanas? O tal vez ¿los que tienen forma estructuralmente más sencilla serán más primitivos? O ¿el origen habrá sido aquí en el fondo, o proceden de aguas más someras desde donde han divergido hacia las profundidades? (**capítulo 5**).

Esta diversidad de formas que estás observando igual te insta a pensar si existió algún ancestro común a todas ellas, tal forma arqueológica debiera ser muy muy antigua, de las primeras eras, para que así transcurriera tiempo suficiente y producir tal variedad de formas. De ser así, ¿cuándo habrán surgido las plumas de mar? ¿serán anteriores a los dinosaurios? ¿o más allá, en el Precámbrico? Si excavamos un poco y cogemos uno de esos fósiles semienterrados, ¿qué nos revelará? (**capítulo 6**).

¡Increíble! Estos seres no dejan de sorprendernos. Con esta antigüedad no nos extraña ahora la capacidad de adaptación que tienen en semejante e inhóspito ambiente. ¡Pero mira! ¿Qué es eso que sale de entre sus hojas? Es un cangrejo, ¿vive con ellos? O mira aquella estrella subida en aquel, ¿se lo está comiendo o pretende alcanzar zonas más elevadas de la corriente de agua con más alimento? Si te fijas bien, entre las hojas de aquel ejemplar vemos una puesta de huevos de alguna especie afortunada de pez, que ha encontrado un lugar idóneo para proteger su descendencia. Pero al parecer no todos son buenas amistades, como aquella babosa marina que se está dando un festín a expensas de esa desafortunada pluma. ¿Qué otras relaciones ecológicas tendrán estos organismos que nos estamos perdiendo? (**capítulo 7**).

Calma, a pesar de su fragilidad, si te fijas, no todo está perdido en esta lucha por la supervivencia. Tantos años de coevolución les ha permitido almacenar un pequeño pero eficaz arsenal de defensa. Sustancias químicas, células urticantes, espinas amenazantes y... ¡oh, guau! Mira, es una escena preciosa. Ese grupo de allí está... brillando, brillando en la oscuridad... iluminan el fondo! ¿Acaso has visto algo semejante? (**capítulo 8**).

Ahora empiezas a comprender la importancia de estudiarlos, conocerlos, para así poder ayudarles a seguir sobreviviendo. Como has visto, a pesar de sus defensas, siguen siendo seres frágiles, si

les apretamos con fuerza, podemos aplastarlos. Entonces, ¿peligrará su existencia? ¿Acaso la acción inconsciente del hombre a través de vertidos o la pesca de arrastre, podría acabar con ellos? ¿Les afecta el cambio climático a semejante profundidad? ¿Es el hombre capaz de no protegerlos, a pesar de, como hemos observado con nuestros propios ojos, ser especies fundamentales para los ecosistemas de fondo blando marino? ¿Ni siquiera aquí, en nuestras propias aguas? (**capítulo 9**).

No hay tiempo, se nos acaba el oxígeno, es hora de volver a la superficie, quién sabe si los volveremos a ver ...

*Dejé un temblor, dejé una sacudida,
un resplandor de fuegos no apagados,
dejé mi sombra en los desesperados
ojos sangrantes de la despedida.*

Alberti



Francisco J. García Cárdenas finalizó su licenciatura en Biología en 2005 y realizó posteriormente el Máster en Biología Evolutiva (2012). Recientemente, ha alcanzado el grado de Doctor en Biología dentro de la especialidad de zoología marina. Forma parte del equipo de investigación científica BECA, adscrito a la Facultad de Biología de la Universidad de Sevilla.

Su investigación se ha centrado en diferentes aspectos filogenéticos, biológicos y biogeográficos de las plumas de mar (Pennatulacea), cuyos resultados han visto la luz en varias publicaciones científicas. Presenta, además, una intensa trayectoria como divulgador científico participando en multitud de eventos de índole científico-divulgativo.

<https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Garcia-Cardenas>

SEA PENS. Las plumas de mar introduce al lector en el mundo submarino de las plumas de mar o pennatuláceos de una forma sencilla y didáctica, despertando el interés de mentes curiosas, tanto de naturalistas como de neófitos en el estudio de los corales. La obra desarrolla aspectos generales sobre la morfología, variabilidad, biología y evolución de estos organismos. Se ofrece una amplia información que va desde los estudios científicos clásicos hasta los más recientes, incorporando los resultados de la propia investigación del autor.

Las plumas de mar constituyen un componente fundamental de las comunidades bentónicas marinas en fondos blandos. A pesar de su importante papel ecológico, catalogadas como Ecosistemas Marinos Vulnerables (EMVs), se sabe muy poco sobre ellas. No obstante, son los octocorales más especializados y morfológicamente distintivos que existen. Se encuentran en todos los océanos, desde las zonas polares hasta las tropicales, habitando zonas intermareales y grandes profundidades superiores a los 6000 m. Se consideran especies bioconstructoras, dado que incrementan la biodiversidad y constituyen la base fundamental de complejos ecosistemas marinos.