

Biología Marina

➤ **Artículo original:** The evolution of siphonophore tentilla for specialized prey capture in the open ocean. **Damian-Serrano A.** et al. **PNAS.** 2021.

# Las armas secretas de los *sifonóforos*

**Alejandro Damián Serrano**

Los depredadores suelen utilizar estructuras especializadas para capturar presas. Los colmillos de las víboras, los aguijones de las avispas, o las garras de las águilas son algunos ejemplos. Las presas, a su vez, presentan sus propios sistemas defensivos tales como caparazones o comportamientos de escape. La evolución en respuesta a estas defensas por parte de los depredadores conlleva modificaciones de estas estructuras de captura.

En la mayoría de los animales más comunes: vertebrados, moluscos, y artrópodos; estas estructuras se hallan integradas en la anatomía del animal y frecuentemente realizan múltiples funciones además de la captura de presas. Por este motivo, siempre que la evolución especializada a un animal para la captura de un tipo concreto de presa, las modificaciones anatómicas asociadas tienden a ser irreversibles y, por lo tanto, la especialización se considera un “callejón sin salida”.

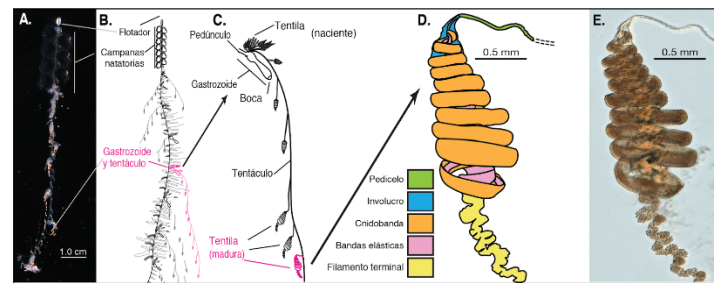
Sin embargo, existen depredadores con anatomías modulares, donde las estructuras para la captura de presas se encuentran desacopladas e independientes del resto del desarrollo, funciones, y morfología del animal. El ejemplo más claro lo podemos encontrar en animales que abundan en el mar, pero quizás no tanto en el dominio público: los **sifonóforos**. En nuestro estudio, publicado en la prestigiosa revista de la Academia Nacional de las Ciencias en Estados Unidos, **PNAS**, estudiamos la evolución de estos peculiares animales y sus cambios morfológicos asociados a su actividad depredadora<sup>1</sup>.

## En profundidad...

Los sifonóforos son organismos gelatinosos coloniales, parientes de las medusas, que habitan en el océano abierto alimentándose de peces, crustáceos, gusanos, y medusas. Las colonias de sifonóforos presentan una arquitectura modular, con diferentes “cuerpos” genéticamente idénticos, fisiológicamente conectados, y especializados en tareas diferentes. Los “gastrozoides” son un miembro de estas colonias especializados en la captura y digestión de presas. Cada gastrozoide tiene un tentáculo con ramificaciones llamadas tentillas (**Figura 1**). Al igual que sus parientes las medusas y corales, los sifonóforos neutralizan a sus presas disparando cápsulas urticantes (nematocistos).

Sin embargo, los sifonóforos poseen las baterías de nematocistos más complejas en el reino animal, ya que disponen de su propio mecanismo de reacción con el cual se disparan y envuelven a la presa mientras los nematocistos inyectan toxinas a través de la piel o exoesqueleto<sup>2</sup>. Estas baterías están localizadas en las tentillas, presentan una gran variedad de formas, tamaños, y tipos de nematocistos, y se utilizan exclusivamente para la captura de presas.

En este estudio, hemos presentado una caracterización exhaustiva de la morfología de las tentillas y sus nematocistos, cotejado los datos publicados sobre las dietas conocidas de los sifonóforos, reconstruido la filogenia molecular de las especies, y analizado la historia evolutiva de su especialización alimentaria, y de los rasgos morfológicos de las tentillas y nematocistos.



**Figura 1. Anatomía de un sifonóforo.** A. Colonia de *Nanomia sp.* (fotografiada por Catriona Munro). B. Ilustración de una colonia de *Nanomia*, C. El gastrozoide, y su tentáculo (por Freya Goetz). D. Ilustración de la tentilla y sus componentes principales. E. Imagen microscópica de interferencia de la tentilla ilustrada en D. ©Damian-Serrano et al. PNAS. 2021<sup>1,3</sup>.

Nuestros resultados indican que la mayoría de los sifonóforos y sus ancestros son especialistas en un solo tipo de presa, y que han existido por lo menos cinco linajes en los cuales el tipo de presa ha cambiado, y dos linajes en los cuales una dieta generalista ha evolucionado independientemente a partir de un ancestro especialista (**Figura 2**).

Nuestros análisis comparativos revelan que los rasgos morfológicos de las tentillas y nematocistos han evolucionado en correlación con estos cambios de especialización alimenticia. Por ejemplo, vemos que la especialización en captura de peces ha evolucionado dos veces (incluyendo el linaje que contiene a la carabela portuguesa *Physalia physalis*), y en ambas ocasiones, los nematocistos han adaptado una forma más redondeada, incrementado así la potencia de disparo para una función más penetrante que adhesiva.

No sólo hallamos correlaciones evolutivas entre las características de las tentillas y la dieta, sino que también hemos encontrado evidencia de selección natural hacia características óptimas distintas para cada especialización alimentaria. A su vez, hallamos cambios en los patrones de covarianza genética, es decir, las dependencias o correlaciones entre rasgos morfológicos asociados con cada especialización. Estos resultados no cambian al utilizar los índices de selectividad de presas (enriquecimiento relativo de cada tipo de presa en comparación con las

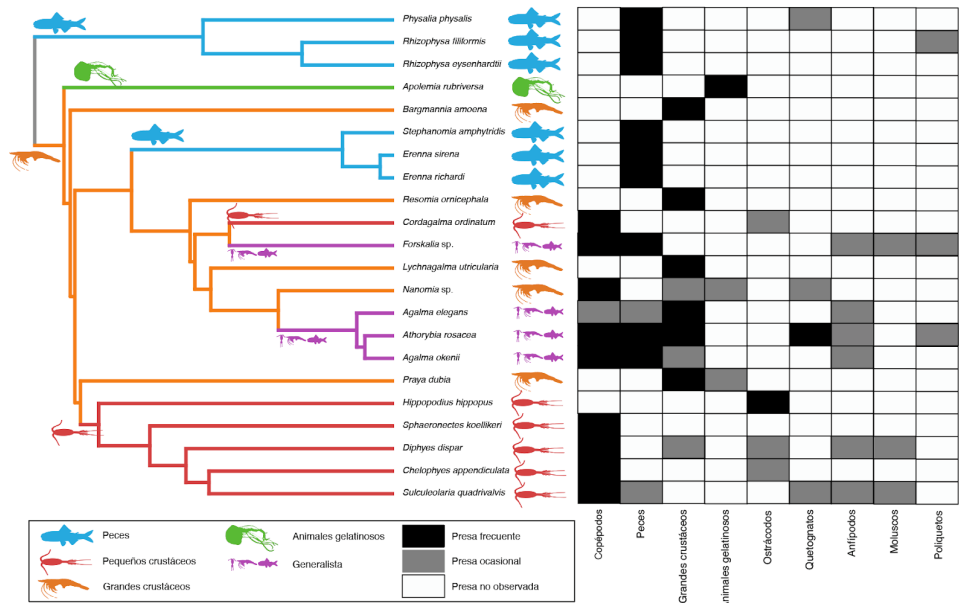
abundancias relativas en el ambiente), lo cual indica que las diferencias observadas no son debidas a diferencias en el ambiente de cada especie.

Estos hallazgos demuestran que los sifonóforos son capaces de escapar a su especialización alimenticia y adaptarse para consumir presas diferentes cuando les es favorable. Un resultado que contrasta con la expectativa teórica de que los especialistas parten de ancestros generalistas y suelen quedar estancados en su especialización hasta la extinción del linaje.

Hallar correlaciones evolutivas entre la morfología y la dieta de los depredadores es muy común. Sin embargo, pocos estudios investigan la relación entre la dieta y los patrones de covarianza entre caracteres morfológicos. Nuestros resultados demuestran que los sifonóforos pueden alterar las dependencias genéticas entre diferentes partes de las tentillas y así acomodar nuevos patrones morfológicos especializados para nuevos tipos de presa. La extrema capacidad de modulación de los sifonóforos elimina las restricciones evolutivas asociadas con modificaciones extremas de estas estructuras, ya que las tentillas pueden modificarse con total independencia de la anatomía y funciones del resto de la colonia.

## En conclusión...

La mayoría de los estudios sobre la evolución de la depredación se han enfocado en animales vertebrados, donde el aparato alimentario



**Figura 2.** Izquierda. Filogenia mostrando la reconstrucción evolutiva de las especializaciones alimentarias. Derecha. Tipos de presa consumidos por cada especie. ©Damian-Serrano et al. PNAS. 2021<sup>1,3</sup>.

(normalmente la mandíbula) se halla totalmente acoplado en la anatomía del animal, y sirve múltiples funciones tales como la masticación, comunicación, y ventilación. Esto ha producido una perspectiva algo limitada acerca de cómo evolucionan los depredadores. Los resultados que hemos obtenido al estudiar sifonóforos contrastan con el paradigma evolutivo que otros estudios han construido. Este hecho revela la importancia de diversificar los organismos estudiados en el campo de la biología evolutiva, pues los invertebrados menos conocidos nos presentan una perspectiva alternativa sobre las “reglas del juego” de la evolución. Finalmente, nuestros resultados nos ayudan también a comprender los mecanismos evolutivos que determinan la estructura de las redes alimenticias y el origen de su complejidad en los ecosistemas marinos.

### Referencias:

1. Damian-Serrano A, Haddock SDH, and Dunn CW . The evolution of siphonophore tentilla for specialized prey capture in the open ocean. *PNAS* **2021**, 118 (8) e2005063118.
2. CreatureCast - Hunting With Tentilla. *YouTube*. [https://www.youtube.com/watch?v=vw\\_RL8aLWA](https://www.youtube.com/watch?v=vw_RL8aLWA)
3. Las figuras han sido utilizadas libremente de acuerdo con las políticas editoriales de *Proceeding of the National Academy of Sciences* y *Creative Commons 4.0* <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

### Conflictos de interés

El autor de este artículo ha participado en el estudio descrito y es el primer autor del artículo original.

### Sobre el autor

**Alejandro Damián-Serrano** es un estudiante de doctorado en el departamento de Ecología y Evolución en la Universidad de Yale. Nació, creció y estudió en Valencia, donde se graduó en la carrera de Ciencias del Mar por la Universidad Católica de Valencia.

Contacto: ✉ [alejandro.damianserrano@yale.edu](mailto:alejandro.damianserrano@yale.edu) 🐦 [@planktomancer](https://twitter.com/planktomancer) 🌐 [Alejandro Damián-Serrano](https://www.linkedin.com/in/Alejandro-Damián-Serrano) 🌐 [alejandrodamianserrano.science](https://www.science.org/author/Alejandro-Damián-Serrano)

### ECUSA News&Views Editors-in-Chief:

**Antonio Cembellin Prieto, B.S.**

**Fernando de Miguel, Ph.D**