

Copépodos y el cambio climático

Copepods and climate change

Citlalic Pimentel Acosta

citlalic.pimentel@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1854-7843>

Francisco Neptali Morales Serna

neptali@ola.icmyl.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2577-5369>

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

Recibido: 10 de junio de 2022

Aceptado: 1 de septiembre de 2022

Publicado: 5 de enero de 2023

DOI: <https://doi.org/10.29057/h.v5i1.9215>

Copépodos en una gota de agua, observados en un estereoscopio o lupa electrónica.
Tomado de: Choksawatdikorn/Shutterstock.com

Resumen

En los océanos, lagos y ríos existe un grupo amplio y diverso de pequeños crustáceos acuáticos, los copépodos. Aunque no podemos verlos a simple vista, son muy importantes para mantener el equilibrio de los nutrientes y la energía en los ecosistemas. Sin embargo, los efectos del cambio climático, como el aumento de la temperatura en el mar, puede afectarlos. Varios estudios han demostrado que se pueden alterar funciones como la reproducción, el desarrollo, el crecimiento y en casos graves llevar a la muerte. El estudio de los copépodos nos ha dado pistas para proyectar los efectos del cambio climático en los océanos.

Palabras clave: copépodos, cambio climático, biología molecular, biodiversidad marina

Abstract

A large, diverse group of small aquatic crustaceans, the copepods, live in oceans, lakes, and rivers. Although we cannot see them with the naked eye, their role in maintaining the energy and nutrient balance in ecosystems is very important. However, the effects of climate change, such as rising sea temperatures, can harm them. Various studies have shown that functions such as reproduction, development, and growth can be altered, even to the point of death in severe cases. The study of copepods has given us clues to make projections about the effects that climate change will have on the oceans.

Keywords: copepods, climate change, molecular biology, marine biodiversity

Continuamente escuchamos en la radio, la televisión y las redes sociales noticias sobre el cambio climático. A veces, en la casa o en el trabajo, platicamos del calor, las inundaciones o las sequías provocadas por este fenómeno. Así como en los bosques y las selvas, en los océanos los organismos marinos también sufren alteraciones. Quizá se piense en ballenas, tortugas y peces, pero la biodiversidad marina es enorme. Existen muchos grupos de organismos que, aunque no los vemos a simple vista, son esenciales para la vida del planeta. Uno de estos grupos es el de los copépodos, que son bastante diversos y abundantes.

¿Por qué tendríamos que pensar en los copépodos?

La mayoría de estos animalitos son muy pequeños de pocos milímetros o incluso menos, están casi en cualquier lugar en donde sea que haya agua. Podemos encontrarlos en el océano, en los ríos, los lagos y hasta en el tinaco o depósitos de agua de nuestras casas. Son tan abundantes y diversos que por eso se les consideran “los insectos del agua”. Hay cerca de 12 mil especies, la mayoría son de vida libre que se encuentran en el agua o entre los granos de sedimento y aproximadamente una tercera parte son especies parásitas o simbioses.

Los copépodos pertenecen al grupo de los crustáceos, por lo que podemos decir que son primos de los camarones y cangrejos. Al igual que otros crustáceos, sus cuerpos están formados por varios segmentos y poseen antenas, apéndices bucales y patas. ¿Sabías que el personaje llamado Plancton en la serie Bob Esponja está basado en un copépodo calanoide?

En el océano los copépodos de vida libre son muy importantes, constituyen el zooplancton y tienen una relación trófica directa con el fitoplancton, el cual está formado por microorganismos autótrofos (algas y organismos unicelulares como dinoflagelados y radiofitas) que producen su propia energía a partir del proceso de la fotosíntesis utilizando el dióxido de carbono y la luz solar para producir oxígeno, carbohidratos y proteínas que sirven de alimento de otros grupos biológicos. Gracias a los copépodos, las poblaciones de fitoplancton mantienen un equilibrio dinámico que permite que realicen la fotosíntesis necesaria para producir cerca de la mitad del oxígeno que respiramos en el planeta. A su vez, los copépodos son un eslabón básico de la cadena trófica, ya que son el alimento de muchas especies de peces, crustáceos, aves y mamíferos marinos.

¿Cuál es el efecto del cambio climático en las poblaciones de copépodos?

Científicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) pronostican que la temperatura de los océanos aumentará entre 3 y 4 grados Celsius para el año 2100, lo cual tendrá consecuencias para la vida en los mares. Algo preocupante es que las poblaciones de copépodos podrían disminuir o cambiar por los efectos del cambio climático, principalmente por el aumento de temperatura de los océanos (Han y colaboradores, 2018). Aunque los copépodos tienen capacidad para soportar las variaciones de temperatura que se dan a lo largo del día, el aumento constante de temperatura puede modificar la cantidad y diversidad de sus especies. De acuerdo con varios estudios, las especies que se encuentran en las regiones polares tienen más riesgo de sufrir alteraciones por el aumento de las temperaturas, en comparación a las especies que viven en zonas más cálidas, porque los rangos de tolerancia a elevadas



Dibujos que muestran la diversidad de copépodos en el mar.
Tomado de: Bron *et al.* (2011).

temperaturas suelen ser menores. En un estudio donde se comparó la resistencia de dos especies de copépodos, una de regiones frías que toleran entre 2-8° C y otra de regiones cálidas que toleran entre 2-15° C, se observó que al aumentar 5 y 10 grados Celsius los copépodos del frío tuvieron alteraciones en su metabolismo, mientras que los copépodos cálidos no presentaron alteraciones importantes (Smolina y colaboradores, 2015). Sin embargo, se ha visto que en algunas especies de copépodos de climas cálidos al aumentar cuatro y ocho grados Celsius la temperatura del agua, el desarrollo de los huevos es más rápido, pero se reduce la cantidad y tamaño de las larvas (Nguyen y colaboradores, 2020). Así mismo, temperaturas por arriba del rango de tolerancia pueden afectar funciones esenciales como la reproducción, el desarrollo, el crecimiento e incluso llevarlos a la muerte (Brennan y colaboradores, 2021).

Estos estudios son importantes porque podemos generar proyecciones de los efectos del cambio climático en el desarrollo de las especies marinas. Mientras las poblaciones de algunas especies de copépodos pueden



Diversidad de copépodos marinos. Tomado de: Andrei Savitsky, 2019. Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International.

sufrir pérdidas y disminuir sus zonas para habitar, otras poblaciones podrían aumentar en tamaño y expandir sus hábitats. Este efecto de desplazamiento de especies puede tener alteraciones o modificaciones en las cadenas tróficas y en los ecosistemas marinos. O bien, la disminución de copépodos también puede ocasionar un desequilibrio ecológico con efectos negativos para muchas otras especies marinas. Por ejemplo, en zonas donde disminuyan las poblaciones de copépodos, el alimento de los peces sería escaso. Además, muchas larvas de peces de importancia comercial se alimentan de los copépodos, por lo tanto, su disminución llevaría a su vez a la pérdida de peces que nos sirven de alimento (Tarrant y colaboradores, 2019).

¿Qué pasa dentro del cuerpo de un copépodo ante el calentamiento del océano?

Esta pregunta no es fácil de responder. Por una parte, es difícil mantener copépodos vivos en el laboratorio para realizar experimentos y, por la otra, es bastante complicado tratar de observar o medir directamente los cambios que suceden en su interior. No obstante, actualmente hay métodos accesibles para analizar los cambios a nivel genético y conocer así lo que pasa dentro del cuerpo de un organismo.

Uno de esos métodos se llama “transcriptómica” que se basa en describir el funcionamiento de los genes. Esto es algo así como tomar una fotografía de los genes que

están trabajando en un momento específico. Por ejemplo, si corremos intensamente nuestro corazón y pulso se aceleran, empezamos a sudar y nos da sed. Si en ese momento nos toman una muestra de sangre para obtener un transcriptoma de los genes que están trabajando veremos que se activan muchos que nos ayudan a adaptarnos y resistir los cambios provocados por el ejercicio extenuante. En cambio, si estamos sentados, relajados, probablemente esos mismos genes no estarán activos o sus niveles de actividad serán muy bajos. Con este tipo de información podemos hacer comparaciones y predicciones de lo que pasaría en nuestro cuerpo en diferentes situaciones de estrés.

Para el caso de los copépodos se conocen aproximadamente 25 mil genes, casi el mismo número que los humanos, interesante ¿verdad? ¿Cómo un copépodo que mide unos cuantos milímetros tiene casi la misma cantidad de genes que el ser humano? Esto indica que, aunque son pequeños, dentro de su cuerpo suceden un montón de procesos moleculares, los cuales les ayudan a ser organismos diversos y abundantes.

Algunos científicos han estado analizando transcriptomas de diferentes especies de copépodos para encontrar los genes que se activan al aumentar la temperatura del agua. Por ejemplo, científicos de la Universidad de Nordland, Noruega, realizaron un experimento con copépodos expuestos a temperaturas más altas de lo normal (5, 10 y 15° C) para simular los escenarios de cambio climático pronosticados para el futuro.



Hembras de copépodos calanoides, a cada lado se observan los sacos con huevos. Tomado de: Lebendkulturen.de/Shutterstock.com.

Ellos encontraron genes activos que ayudan a las células a tolerar y adecuarse a los cambios de temperatura (Smolina *et al.*, 2015). La activación de estos genes indica que, en las células de los copépodos, las temperaturas altas anormales alteran su funcionamiento, lo que puede causar daños al DNA, proteínas, lípidos y carbohidratos. Cuando el daño es muy grave hasta puede causar la muerte de las células.

En otro estudio, investigadores de la Universidad de Sungkyunkwan, Corea del Sur, observaron que la actividad de los genes que llevan a la producción de lípidos es menor a temperaturas altas, lo que representa un riesgo de muerte para los copépodos (Han *et al.* 2018), pues los lípidos son indispensables para su reproducción, crecimiento y supervivencia.

En conclusión, los copépodos son muy importantes para los ecosistemas marinos, la disminución y alteración de sus poblaciones traería problemas para mantener el flujo de energía a través de la cadena trófica de los océanos y con ello, el oxígeno en el planeta. Las investigaciones enfocadas en los copépodos son importantes para tener más bases científicas respecto a los efectos del cambio climático no solo en la vida marina, sino también en la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. 

Referencias

- Brennan, R. S., Mayo, J. A., Dam, H.G., Finiguerra, M., Baumann, H., Buffalo, V. y Pespeni, M. H. (2021). Experimental evolution reveals the synergistic genomic mechanisms of adaptation to ocean warming and acidification in a marine copepod. *PNAS*, 119 (38). Doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.221521119>
- Bron, J. E., Frisch, D., Goetze, E., Johnson, S. C., Lee, C. E. y Wyngaard, G. A. (2011). Observing copepods through a genomic lens. *Frontiers in Zoology*, 8 (22), 1-15. Doi: <https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-22>.
- Han, J., Lee, M., Park, J. C., Kim, S. y Lee, J. S. (2018). Effects of temperature shifts on life parameters and expression of fatty acid synthesis and heat shock protein genes in temperate and Antarctic copepods *Tigriopus japonicus* and *Tigriopus kingsejongensis*. *Polar Biology*, 41, 2459-2466. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00300-018-2382-6>.
- Nguyen, T. T., Le, M. H., Doan, N. X., Nguyen, S. T., Truong, T. S., Vu, M. T. y Dinh, K. V. (2020). Salinity and temperature effects on productivity of a tropical calanoid copepod *Pseudodiaptomus incisus*. *Aquaculture Research*, 51 (9), 3768-3779.
- Richardson, A. J. (2008). In hot water: zooplankton and climate change, *ICES Journal of Marine Science*, 5 (3), 279-295. Doi: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn028>
- Sasaki, M., Dam, H.G. (2021). Global patterns in copepod thermal tolerance, *Journal of Plankton Research*, 43 (4), 598-609. Doi: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbab044>
- Smolina, I., Kollias, S., Moller, E. F., Lindeque, P., Sundaram, Y. M., Fernandes, M.O. y Hoarau, G. (2015). Contrasting transcriptome response to thermal stress in two zooplankton species, *Calanus finmarchicus* and *C. glacialis*. *Marine Ecology Progress Series*, 534, 79-93.
- Tarrant, A. M., Nilsson, B., Hansen, B.W. (2019). Molecular physiology of copepods – from biomarkers to transcriptomes and back again. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part D*, 30, 230-247.