

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

La cacerolita de mar, un bioindicador viviente en peligro de extinción

Karina Galache · Monday, November 27th, 2023

Categorías: Ciencias Naturales y de la Salud, Zona Abierta

¿Conoces a la cacerolita de mar? La cacerolita del mar es un organismo marino también conocido como cangrejo herradura o cangrejo del Atlántico. Este espécimen se distribuye en las costas del Océano Atlántico y también se puede hallar en las costas de la Península de Yucatán, donde recibe el nombre de “*mesh*”, palabra maya que significa “araña” y su denominación científica es *Limulus polyphemus*. Aunque es llamado cangrejo herradura por su parecido a un cangrejo, no pertenece a los crustáceos, sino que está más emparentado con las arañas. Se ubican dentro del subfilo Chelicerata (Heymons, 1901), también conocidos como quelicerados, los cuales son una clase de artrópodo con el cuerpo dividido en dos segmentos; el primero es el prosoma, región donde se encuentran la cabeza y el tórax, y el segundo es el opistosoma, región donde se halla el abdomen. En el caso del mesh, desde la parte final del opistosoma, se proyecta una larga estructura a modo de cola, que recibe el nombre de telsón; estas dos divisiones que diferencian las regiones del cuerpo, son conocidas como tagmas, formados por series de metámeros o segmentos similares entre sí y diferenciados del resto.

Los quelicerados se caracterizan por poseer un par de “pinzas”, que es parte de uno de los apéndices articulados que tienen, específicamente los del primer par, y reciben el nombre de “quelíceros”. Estas estructuras están adaptadas para ayudar a la captura de presas (en el caso de la cacerolita de mar). Los quelicerados no poseen mandíbula ni antenas (Figura 1).



Figura 1.- A) Ejemplo de distintas especies pertenecientes al subfilo *Chelicerata*, dentro del cual se encuentra *Limulus polyphemus*. Tomado de <http://euquerobiologia.blogspot.com/> B) Morfología general de *Limulus polyphemus* señalando en el rectángulo azul los quelíceros <http://zoologia.fcien.edu.uy/>

La cacerolita es considerada como un fósil viviente, debido a que ha sobrevivido a las extinciones masivas de nuestro planeta, y lo ha habitado por aproximadamente 445 millones de años (Rudkin *et al.*, 2008). El mesh, a pesar de haber tenido ligeros cambios en su morfología, conserva su aspecto primitivo, que se adapta ampliamente a diversas condiciones ambientales. Es considerado un organismo euróxico, pues posee la habilidad de vivir en condiciones aerobias (presencia de

oxígeno) o anaerobia (ausencia de oxígeno). Este organismo, a pesar de su aspecto extraño o intimidante, no es venenoso ni ataca a los seres humanos, y tampoco presenta algún peligro para nuestra salud. La cola (llamada telson), facilita su movilidad y le permite reincorporarse a su posición original en caso de quedar boca arriba, pero no es usada como una estrategia de defensa.

*Estudios realizados en *L. polyphemus**

Recientemente se ha observado que *L. polyphemus* es un organismo de interés en diferentes áreas. Una búsqueda enfocada en *L. polyphemus* y aplicación como: a) importancia ecológica b) importancia científica y c) como organismo bioindicador, mostró que el número de estudios efectuados a la cacerolita ha aumentado (figura 2) en estas áreas. Particularmente se puede apreciar que entre el número de trabajos publicados entre 1970-2022, hay una mayor cantidad de artículos reportados relacionados con la importancia ecológica y científica de la cacerolita de mar, y aunque el uso de este organismo como bioindicador tuvo menor cantidad de trabajos publicados, también se observan un aumento en estos estudios.



Figura 2.-Trabajos publicados utilizando la herramienta Google académico con las palabras en inglés: *Limulus polyphemus* ecological importance *Limulus polyphemus* *Limulus polyphemus* scientific importance, y *Limulus polyphemus* as bioindicators.

a) Importancia ecológica de la cacerolita de mar

Estudios realizados en la Bahía de Delaware sugieren que *L. polyphemus* se relaciona con los cambios en la comunidad bentónica, lo cual podría ser clave en la regulación de la cantidad de presas en los bentos en esta Bahía. *L. polyphemus* también ha demostrado ser de vital importancia en la dieta de las aves playeras de la Bahía de Delaware, pues se alimentan de los huevos de *L. polyphemus*, lo cual les sirve para tener suficiente energía para emprender largos viajes de migración. Las cacerolitas de mar son reguladoras importantes en la cadena trófica; entre sus presas se incluyen moluscos, gusanos y algunos tipos de algas, que también participan en el reciclaje de los nutrientes del suelo. Por otro lado, sus depredadores son varios a lo largo de todo su ciclo de vida, entre los cuales figuran peces, tortugas marinas, y algunos crustáceos, aunque uno de los más devastadores ha sido el hombre.

b) Importancia científica de la cacerolita de mar

Para la ciencia, *L. polyphemus* aporta gran valor, pues la hemolinfa de esta especie es el equivalente a la sangre en humanos. Debido a que este organismo no tiene sangre como tal, aunque son conocidos por su “sangre azul”, en realidad la hemolinfa sería el análogo a la sangre en los invertebrados. El color azul en la hemolinfa se debe a una proteína conocida como hemocianina, una proteína con un sitio binuclear de cobre que ayuda al transporte de oxígeno y que al exponerse a éste adquiere un color azul. Así mismo la hemolinfa de *L. polyphemus* cuenta con el Lisado de Amebocitos de *Limulus* (LAL); su descubrimiento se atribuye al eminente hematólogo Dr. Jack Levin, quien trabajo en conjunto con un pionero en los estudios del sistema inmune de *Limulus polyphemus*, el Dr. Frederik Bang. LAL es una sustancia que provoca la coagulación ante la presencia de bacterias endotoxinas, compuestos tóxicos (lipopolisacáridos) y componente clave en la pared celular de todas las bacterias gram-negativas (responsables de enfermedades como la meningitis y la neumonía), que pueden ser difíciles de detectar y son resistentes a los

medicamentos. La exposición a una gran cantidad de endotoxinas bacterianas es peligrosa para los seres humanos. Por lo cual la extracción de hemolinfa de la cacerolita es de gran valor para la elaboración del test de LAL, crucial en la elaboración de fármacos y vacunas. Sin embargo, los ejemplares mueren después de ser “sangrados” para colectar la hemolinfa de la cual se extrae el LAL. En la figura 3, se puede observar la extracción de la “sangre” de las cacerolitas de mar en laboratorios de Estados Unidos de América. *L. polyphemus* no solo ha hecho grandes aportes en las áreas biomédica y farmacéutica sino también en la neurofisiología de la visión. Uno de los estudios pioneros que destaca en esta área es el de Haldman Keffer en 1967, la cacerolita de mar fue utilizada como organismo modelo para evaluar respuestas neurofisiológicas midiendo sus impulsos eléctricos enviados por una fibra del nervio óptico al ser estimulada con luz. Esto demostró que sus nervios ópticos transmiten información al cerebro.



Figura 3.- Extracción de la “sangre” de las cacerolitas de mar en laboratorios de los Estados Unidos de América. Según la Comisión de Pesca Marina de los Estados Atlánticos de EE.UU, aproximadamente el 30% de la sangre es drenada. Se estima que la industria biomédica mata aproximadamente 130,000 cangrejos herradura anualmente. Tomado de bbc.com (Getty images).

c) *La cacerolita como un bioindicador de contaminación*

Un bioindicador es un organismo biológico sensible a contaminantes, utilizado para evaluar el estado de salud de un ecosistema. Por ello la cacerolita de mar ha sido considerada como un buen bioindicador de la contaminación en las lagunas costeras de la península de Yucatán. Su grado de fidelidad y longevidad permite reflejar la bioacumulación de diversos contaminantes (por ejemplo, metales y plaguicidas) de su medio circundante, ya que habita en un medio sedimentoso, donde suelen depositarse y acumularse compuestos tóxicos. Por tanto, esta cualidad le da una mayor importancia a la cacerolita de mar para ser utilizada en estudios ecotoxicológicos.

Un estudio reciente realizado en cacerolitas muertas colectadas en un sitio muy importante para la especie, y que además es una reserva de la biosfera Río Lagartos, Yucatán, demostró la bioacumulación del herbicida glifosato (considerado potencialmente cancerígeno), lo cual abre un panorama para investigaciones en materia de contaminación en esa zona. Cabe destacar que este herbicida es empleado en actividades relacionadas con la agricultura en sitios próximos a la reserva de la biosfera de Río Lagartos. Actualmente se realiza un trabajo de investigación en sitios de la zona costera de Yucatán donde habita *L. polyphemus*, tomando muestras de hemolinfa en pequeñas cantidades para vislumbrar el impacto que tienen los contaminantes en esta especie. Esto, mediante estudios a nivel de expresión de genes y con los metabolitos, productos finales de procesos regulatorios asociados con la respuesta final de los sistemas biológicos a cambios genéticos y ambientales. Se pretende con este trabajo evidenciar efectos perjudiciales que puedan presentarse en las cacerolitas de mar de la zona costera de la Península de Yucatán. Esto para poder proveer información que ayude a conocer el estado de salud de estas lagunas de la zona e implementar medidas para mitigar el impacto que los contaminantes tienen en esta especie y en las demás especies que habitan nuestras playas.

Amenazas para L. polyphemus

Aunque *L. polyphemus* ha sido considerado un organismo de interés en los tres puntos mencionados (importancia ecológica, científica) y como organismo bioindicador, este organismo ha sido amenazado desde principios del siglo XXI, pues empezó a ser utilizado como fertilizante para el ganado. Aunque en 1960 se registró una disminución de este uso, en 1970 comenzó a utilizarse como cebo para la pesca de especies como la anguila americana (*Anguilla rostrata*) y el caracol de mar (*Busycon spp.*); sus poblaciones registraron una disminución.

En Estados Unidos de América, a principios de los años noventa, se iniciaron estudios para dilucidar las razones por las cuales las poblaciones de *L. polyphemus* habían disminuido; se enfocaron en la contaminación por metales y en aplicar la información generada a las prácticas de gestión ambiental, lo cual contribuyó al restablecimiento de las poblaciones de *L. polyphemus*. Sin embargo, en la actualidad la cacerolita de mar es sobreexplotada al ser utilizada para extraer LAL, por lo que se teme que su alta demanda para la creación de masivas dosis de vacunas para prevenir el SARS-CoV-2, ocasione su extinción. *L. polyphemus* se encuentra en la lista roja de especies amenazadas (The IUCN Red List of Threatened Species™). El 17 de febrero de 2016, se decretó como una especie vulnerable debido a la disminución de sus poblaciones.

Disminución de Limulus polyphemus en la Península de Yucatán

Estudios cualitativos de percepción realizados a la población local de la Península de Yucatán han reportado una disminución importante de ejemplares en este estado (Figura 4). Esto ha sido documentado en sitios como la reserva de la biósfera de Río Lagartos donde la cacerolita de mar desova particularmente en noches de luna llena como parte de su ciclo biológico. En este trabajo resumimos los principales peligros a los que se enfrenta la especie, incluyendo: 1) la caza ilegal, debido a que es fundamentalmente utilizada para la pesca de pulpo (*Octopus maya*) en algunos sitios de la costa oriente de Yucatán; 2) la segunda amenaza es la alteración natural de la línea de la costa; y 3) en tercer lugar está la contaminación del agua (Sandoval-Gío *et al.*, 2016).

En muestreos realizados por nuestro equipo de trabajo, nos hemos enfrentado con la problemática de no encontrar cacerolitas de mar en las salidas de campo, particularmente cuando está vigente la temporada de pesca de pulpo. Se ha reportado que grandes cantidades de ejemplares son capturados y puestos a la venta a pescadores, quienes utilizan a las cacerolitas como cebo, a pesar de que *L. polyphemus* es una especie protegida por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Actividades humanas han contribuido a la deforestación del hábitat de esta especie por la construcción de centros turísticos, hoteles y actividades turísticas, propiciando un aumento en la contaminación ambiental por la presencia de metales pesados, herbicidas, así como un aumento en la temperatura y eutrofización en lagunas costeras. Estos estresores ambientales pueden causar un impacto en la disminución de esta especie en la Península de Yucatán. Sin embargo, además de los problemas citados, las características de la biología de la cacerolita de mar la hacen más vulnerable a los factores mencionados, pues para poder reproducirse necesitan llegar hasta los nueve u once años de edad, que es cuando alcanzan la madurez sexual. Una particularidad de las cacerolitas de mar es que se reproducen en cuerpos de agua de poca profundidad, debido a su habilidad para excavar con sus pedipalpos para enterrarse en la arena y colocar cientos de huevos en cada puesta. Estos huevos están expuestos a los contaminantes que quedan suspendidos en los sedimentos. Se ha reportado que especímenes de cacerolita de mar en sus primeras etapas de vida son más

susceptibles a contaminantes y vulnerables a la presencia de las actividades turísticas que destruyen los huevecillos al pasar donde han sido depositados. De igual forma el aumento en la temperatura es perjudicial para la eclosión. *L. polyphemus* se encuentra potencialmente amenazada por actividades petroleras en la Sonda de Campeche, ya que organismos marinos presentan daños variables al estar expuestos a hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados y compuestos orgánicos volátiles, entre otros contaminantes derivados de esta industria (García-Cuéllar, 2004). *Limulus polyphemus* se encuentra en mayor peligro al ser un organismo bentónico.



Figura 4.- Representación de los resultados de las encuestas aplicadas a pobladores referente a la percepción que tienen de la cantidad de cacerolitas de Río Lagartos, Yucatán. El 68.33 % de las personas opinaron que *L. polyphemus* ha disminuido considerablemente. Fuente tomada de (Sandoval-Gío et al., 2016).

Conclusiones

Investigadores de la Península de Yucatán sugieren que se requieren estudios multidisciplinarios para llevar a cabo acciones que contribuyan a conservar esta especie. Actualmente, la comunidad científica de la región (Cinvestav-Mérida, Institutos Tecnológicos de Tizimín y Conkal, Universidad Anáhuac Mayab, entre otros) llevan a cabo estudios en las costas de la Península de Yucatán direccionados hacia: 1) conocer mejor la biología de este organismo en diferentes hábitats; 2) identificar la presencia de contaminantes mediante estudios a nivel molecular de la expresión de genes para identificar respuestas tempranas utilizando biomarcadores en respuesta a estos estresores ambientales; 3) estudios sobre la estructura y diversidad genética para contribuir en la conservación de los organismos; y 4) estudios con enfoques socioeconómicos sobre los efectos que tienen las pesquerías (con caza furtiva) en la disminución de las poblaciones de la cacerolita de mar. Es importante llevar a cabo acciones encaminadas a evitar la extinción de la cacerolita de mar debido a que cumplen una gran función en los ecosistemas marinos. Es primordial sensibilizar a los diferentes actores de la sociedad sobre esta problemática y las consecuencias de la extinción de la cacerolita de mar. En conjunto debemos presionar para que las normas de protección sean cumplidas y programas de conservación se establezcan para que este fósil viviente siga cohabitando con nosotros. Es inaceptable que después de que este organismo ha sobrevivido millones de años seamos los causantes de su extinción.

Referencias

Rudkin, D. M., Young, G. A., & Nowlan, G. S. (2008). The oldest horseshoe crab: A new xiphosurid from late ordovician konservat-lagerstätten deposits, Manitoba, Canada. *Palaeontology*, 51(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2007.00746>.

Sandoval Gío, J. J., Ortiz León, H. J., Rosas Correa, C. O., & Correa Valdez, T. de J. (2016): *Disminución de poblaciones de cacerolita de mar limulus polyphemus en la reserva ría lagartos, yucatán: una perspectiva socioeconómica*. In: El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad. Asociación Mexicana de Ciencias para el

Desarrollo Regional, A. C, México. ISBN AMECIDER: 978-607-96649-2-3 UNAM: 978-607-02-8564-6

Smith, D. R., Beekey, M. A., Brockmann, H. J., King, T. L., Millard, M. J., & Zaldívar-Rae, J. A. (2016). *Limulus polyphemus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. *E.T11987A80159830.*, 8235, 123–125.

<http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/mundo-vivo/16849-cacerolita-mar-biomonitor-yucatan>

García-Cuéllar, J. Á., Arreguín-Sánchez, F., Hernández Vázquez, S., & Lluch-Cota, D. B. (2004). Impacto ecológico de la industria petrolera en la Sonda de Campeche, México, tras tres décadas de actividad: una revisión. *Interciencia*, 29(6), 311-319.

Foto de portada: James St. John, CC BY 2.0

This entry was posted on Monday, November 27th, 2023 at 11:04 pm and is filed under [Ciencias Naturales y de la Salud](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.