

## Carroñeros ¿héroes o villanos?

GEORGINA HERNÁNDEZ-MONTES

La Dra. Georgina Hernández-Montes es Química Farmacobióloga por la Facultad de Química de la UNAM, con maestría y doctorado en Ciencias Bioquímicas. Actualmente es parte de la Red de Apoyo a la Investigación (RAI) de la UNAM y se ha especializado en el área de bioinformática.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Hace dos semanas salí con mis perros a caminar por el bosque de Ahuatlán y en el camino nos encontramos un tlacuache muerto. Parecía tener poco tiempo de estar ahí, ya que estaba completo. Ocho días después volvimos a pasar por el mismo lugar y el tlacuache ya no estaba. No pude evitar pensar en el gran servicio que hacen los carroñeros para que la vida se mantenga en el planeta.

La muerte es un proceso tan natural como el nacimiento, con sus procesos bioquímicos asociados que tienen como resultado principal el reciclaje del material biológico para ser utilizado por otros organismos. A pesar de que el proceso de descomposición es sumamente importante y útil para la vida en el planeta, sus actores tienen tan mala fama que de manera coloquial se usan los nombres de *buitres*, *hienas* o *carroñeros* para insultar a personas que se consideran traidoras o abusivas, comparaciones que son bastante injustas. La ciencia tampoco ha sido ajena a esta percepción, ya que el estudio de los organismos y los procesos asociados a la descomposición es relativamente reciente. Es por ello que, estimado lector/lectora me gustaría contarle que fue lo que probablemente sucedió con el tlacuache y de paso presentarle a los muy valiosos organismos que participan en la descomposición: los microorganismos, los insectos y los animales.

### Microorganismos

Cuando un animal muere se inicia un proceso de *autólisis*, es decir, las células del cuerpo empiezan a romperse y la función del sistema inmune se detiene, lo que da paso a un crecimiento descontrolado de las bacterias que tiene en el intestino y en otras cavidades. Durante este periodo se producen una gran cantidad de compuestos volátiles, entre los que se encuentran compuestos con azufre, gases como el metano, hidrógeno y dióxido de carbono, alcoholes como el etanol y el butanol, y compuestos derivados de la descomposición de las proteínas, como la cadaverina y la putrescina. Estos dos últimos compuestos son responsables del olor a podrido y son altamente tóxicos. Asimismo, este proceso es dinámico, es decir estos compuestos se producen en diferentes cantidades conforme va pasando el tiempo. Dependiendo de estas combinaciones de compuestos, se abren paso los insectos para continuar el proceso, colonizando el cuerpo en descomposición.

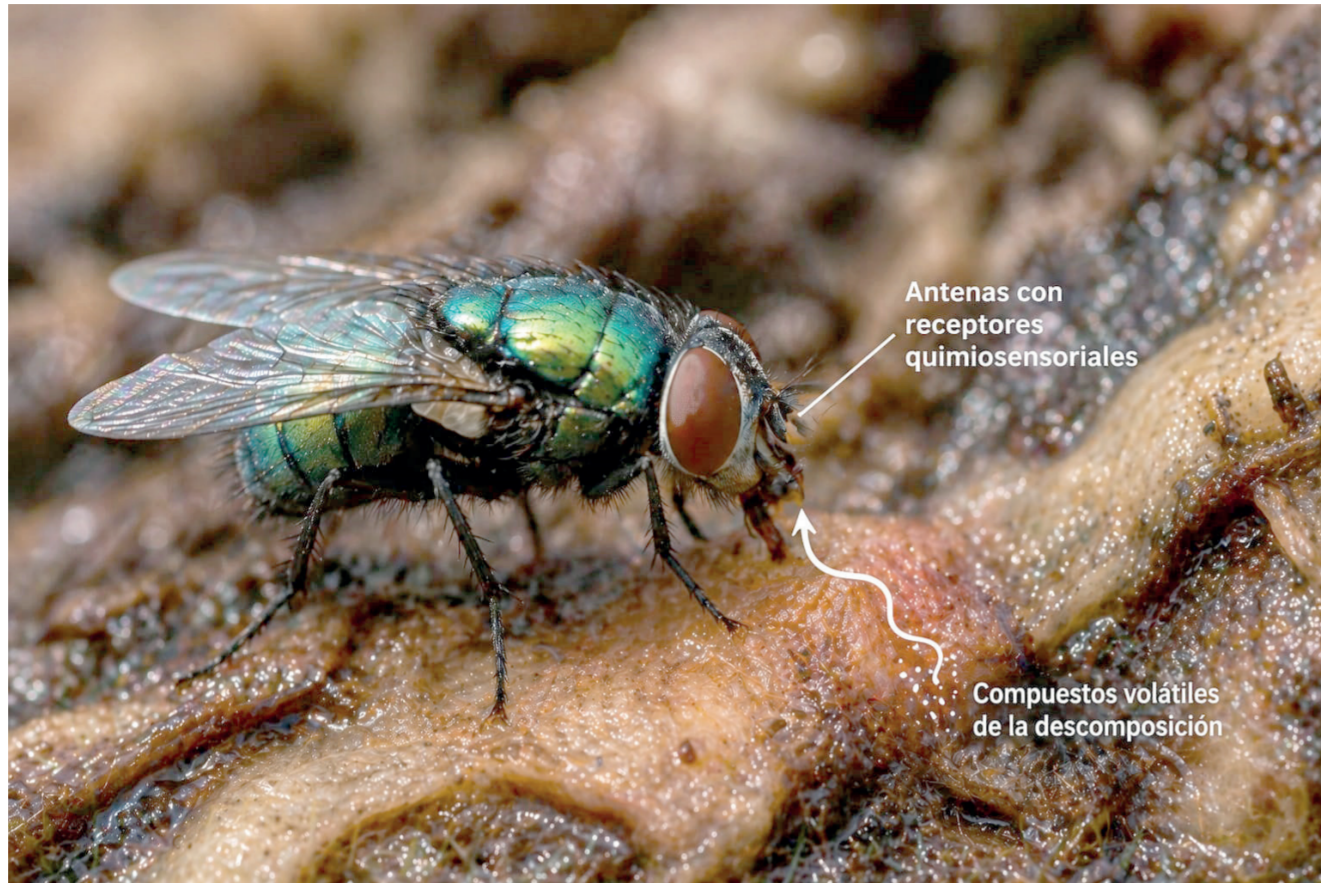


FIGURA 1. IMAGEN generada con inteligencia artificial para ilustrar una mosca necrófaga.

### Insectos

Entre los primeros insectos en localizar y colonizar a un cuerpo en descomposición están las conocidas *moscas panteoneras* o *necrófagas* (figura 1), que pueden detectar el olor a muerto a kilómetros de distancia. La primera pregunta que surge es ¿cómo es que las moscas detectan estos olores si no tienen nariz? Bueno, pues es importante mencionar que los insectos tienen *receptores químio-sensoriales*, es decir, en las antenas tienen pequeños pelitos que están conectados a una gran cantidad de neuronas olfativas. En algunos estudios se ha observado que la mayoría de las moscas que llegan son hembras en estado de gravidez, ya que utilizan los cadáveres para poner sus huevos. Otra habilidad de estos insectos es que puede reconocer si el cadáver se encuentra al inicio o al final de la descomposición [1].

Otros insectos interesantísimos son los del género *Nicrophorus*, conocidos como *escarabajos carroñeros* o *enterradores*. Generalmente llegan después de las moscas y pueden comer tanto carroña como las larvas de las moscas que ya colonizaron el cadáver. Estos escarabajos también presentan un comportamiento muy particular, ya que muestran un cuidado parental inusualmente complejo para un insecto, compuesto de múltiples comportamientos que incluyen interacciones directas con las crías. Los padres secuestran y preparan nidos de carroña para abastecer a sus larvas, garantizando no solo su reproducción, sino la prosperidad de la especie. Gracias a estos comportamientos se explica que estén tan ampliamente distribuidos en el planeta [2].

Es importante mencionar que ya hay una disciplina en las ciencias forenses que está siendo beneficiada de la aplicación

tán adaptados para aprovechar tejidos en descomposición, absorbiendo al máximo los nutrientes disponibles. Algunos otros

del conocimiento generado acerca de estos insectos. La *entomología forense* es la ciencia que estudia los insectos y artrópodos asociados a un cadáver para esclarecer investigaciones legales, estimando el tiempo transcurrido desde la muerte. Analiza la sucesión de especies y el grado de desarrollo de larvas (moscas y escarabajos) para determinar la fecha, lugar de la muerte y posibles traslados del cuerpo.

Una vez que la descomposición se acelera por la presencia de los insectos, diferentes tipos de animales se acercan para completar el ciclo, como veremos más adelante.

### Animales

Ser un carroñero no es una tarea fácil, para empezar, deben tener excelentes defensas para poder meter la cara o parte del cuerpo dentro de los cadáveres y después comer carne putrefacta sin morir en el intento. Entre los grandes carroñeros tenemos a dos grupos, los *mamíferos* como las hienas o los lobos, y las *aves* entre las que se encuentran los buitres. Existe una gran diversidad de mamíferos carroñeros, entre los más conocidos son las hienas, los chacales, zorros, osos, jabalíes, mapaches y aún los caricaturizados demonios de Tasmania. Estos animales tienen características anatómicas, fisiológicas y microbianas muy particulares. Poseen mandíbulas fuertes que les permiten triturar huesos y sistemas digestivos altamente especializados para poder consumir cadáveres. Por ejemplo, las hienas tienen un estómago con un jugo gástrico extremadamente ácido, que destruye sin problema bacterias peligrosas como el ántrax o aún virus como el de la rabia. Los microbios en su intestino (*microbiota intestinal*) es-

como los coyotes, que son *carroñeros facultativos* (es decir, que son depredadores o carroñeros dependiendo de lo que haya disponible), también presentan una flora intestinal diversa que les permite procesar tanto carne fresca como en distintos estados de descomposición.

Con respecto a aves carroñeras, en el continente americano podemos encontrar tanto cóndores como zopilotes. Solo existen en América dos especies de cóndores (el de América del norte y el cóndor de los Andes), mientras que existe una mayor cantidad y diversidad de zopilotes, como el zopilote negro, el zopilote de cabeza roja o el zopilote rey, que se distribuyen a lo largo de todo el continente. Una de las características que tienen estas aves, además de su característica cabeza desnuda, es una microbiota intestinal muy especializada que evita que se infecten con bacterias patógenas [3].

Los cóndores son aves de gran tamaño, tienen una altura entre 1 y 1.3 metros y una envergadura que puede llegar hasta los 3 metros, en cuanto a su peso pueden llegar a pesar hasta 16 kilos. Habitan principalmente las zonas montañosas y son los primeros carroñeros en alimentarse de los animales muertos, ya que sus picos extremadamente robustos les permiten desgarrar huesos y tejidos con facilidad.

Los zopilotes son más pequeños, tienen una altura de hasta 75 cm, una envergadura de hasta 1.70 m y un peso de no más de 3 kilos (Figura 2). En la selva mexicana habita el zopilote Rey, que es sin temor a equivocarse la especie más espectacular: tiene un plumaje blanco y la cabeza desnuda muy colorida. En la mitología maya se le representaba como un dios, que era el mensajero entre los



FIGURA 2. IMAGEN generada con inteligencia artificial para ilustrar un zopilote devorando carroña.

humanos y los dioses.

Estas aves tienen un papel fundamental en los ecosistemas, ya que reciclan los cadáveres manteniendo el flujo de nutrientes; así mismo evitan que se formen focos de contaminación e infección en ambientes naturales. Sin embargo, muchas de las especies de aves carroñeras están amenazadas o en peligro de extinción, tanto por la caza como por la contaminación de los cadáveres que consumen. Por ejemplo, si el animal que consumen recibió disparos de escopeta, las aves pueden ingerir el plomo presente en los perdigones, que es bastante tóxico para ellas. Así mismo, si los animales muertos recibieron algún medicamento antes de morir, esto también puede afectar a los zopilotes. Hay un caso bien documentado que sucedió en la India a mediados de los años 90s, en donde se observó una disminución alarmante de estas aves, estimada entre el 90% y el 98% de la población de zopilotes. Al estudiar las posibles razones para la disminución de la población de zopilotes, los científicos se dieron cuenta que el ganado del que se habían alimentado los zopilotes había recibido antes de morir *diclofenaco*. Este es un analgésico utilizado para engordar al ganado, pero que es altamente tóxico para los zopilotes, ya que produce daño renal y muerte [3]. La disminución de zopilotes generó la proliferación de enfermedades bacterianas infecciosas que derivó en la muerte de más de medio millón de personas. Al mismo tiempo, se favoreció la multiplicación de perros ferales, lo que provocó un aumento de ataques hacia humanos y brotes de rabia. Este es un ejemplo muy claro de la importancia de estos animales carroñeros en el man-

tenimiento de los ecosistemas y de cómo alterar dichos ecosistemas puede afectarnos directamente.

### Carroñeros marinos

En el mar también se lleva a cabo un eficiente reciclado de materia orgánica y esto es gracias a los carroñeros marinos. Las primeras etapas de descomposición son idénticas a lo que sucede en la tierra: hay destrucción de las estructuras celulares, interrupción de los procesos inmunológicos y liberación de compuestos químicos que difunden en el mar, además de presencia de bacterias que empiezan a degradar a los organismos. Sin embargo, el proceso que ha sido ampliamente estudiado por su magnitud y su impacto en los ecosistemas marinos es el de la *“caída de las ballenas”*, denominado así porque cuando muere una de ellas, cae hasta el fondo marino por su gran peso (que puede alcanzar hasta 200 toneladas). A diferencia de otros organismos más pequeños que pueden ser consumidos por los carroñeros en cuestión de días, las ballenas pueden permanecer en el fondo del mar por décadas, promoviendo el desarrollo de ecosistemas muy especializados. El proceso se ha dividido en cuatro etapas: la primera, denominada de *carroñeros móviles*, se produce durante la caída del cadáver de la ballena hasta que toca el fondo marino. En esta etapa los tiburones, los mixinos (que son unos peces con forma de gusano) y los isópodos gigantes (una especie de crustáceos que miden hasta 50 cm) consumen la carne de la ballena, durante un periodo que va de los cuatro meses a los dos años. La segunda etapa se conoce como de *enriquecimiento* y se caracteriza porque en la ballena

ya queda muy poca carne adherida a los huesos y se encuentran pequeños restos de ella alrededor. En esa etapa, los pulpos, los cangrejos, las langostas y los mejillones colonizan a la ballena y aparecen al mismo tiempo unos organismos muy particulares que se llaman gusanos *Osedax* o *“come huesos”*. Estos gusanos tienen la particularidad de carecer de boca y estómago: para su alimentación, producen un ácido que disuelve los huesos. Junto con este ácido se asocian grupos de diferentes bacterias (*consorcios bacterianos*) que les ayudan a metabolizar los nutrientes para que los gusanos puedan absorberlos. Se calcula que esta etapa puede durar hasta dos años. La tercera etapa (etapa *sulfofílica*) inicia una vez que los gusanos *Osedax* han perforado los huesos y dejan expuesta la médula ósea. En esa etapa, un grupo de bacterias

que no necesitan oxígeno para vivir (*anaerobias*) procesan las grasas presentes y producen sulfuros, que a su vez alimentan a otras bacterias *quimiosintéticas*, es decir bacterias que en lugar de usar la luz del Sol (ausente a esas profundidades) para producir su alimento, lo hacen a través de reacciones químicas. Este ciclo de interacciones puede sostener un nuevo ecosistema. Este ecosistema enriquecido permite alimentar a otros organismos, como mejillones y almejas entre otros. La última etapa se conoce como *arrecife* y es en la cual el esqueleto expuesto es colonizado por filtradores como esponjas y corales, sin embargo, a la fecha hay pocos estudios sobre estas comunidades. Un último dato interesante es que se propone que el esqueleto de una ballena puede albergar más de 30,000 organismos y mantener este ecosistema activo durante décadas (Figura 3).

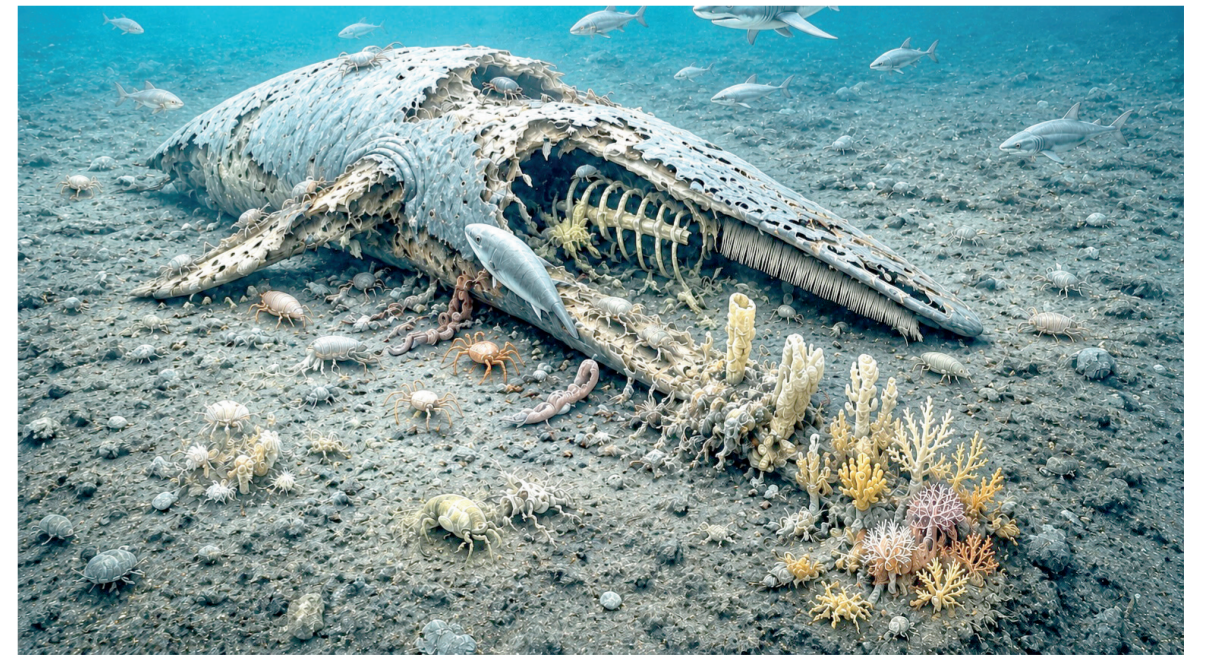


FIGURA 3. IMAGEN representativa generada por inteligencia artificial, para ilustrar lo que se conoce como la “caída de ballenas”.

Si bien la naturaleza opera mediante engranajes precisos para reciclar materia y proveer los nutrientes necesarios para sostener la vida, la intervención humana tanto por la depredación como por el uso masivo de compuestos y fármacos sin considerar la cadena de eliminación y degradación de estos, está llevando a sus principales protagonistas a la extinción. No se trata solo de una pérdida ecológica, sino de una amenaza real a nuestro propio bienestar. Respondiendo a la pregunta que da título a esta contribución, la respuesta sin lugar a duda es que son héroes y que más nos conviene protegerlos, porque sin ellos no vamos a poder darle continuidad a la vida tal como la conocemos.

### Referencias

- [1] Recinos-Aguilar, Y. y J. C. Rojas (2022). Los insectos y el olor de la muerte. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). <https://www.ecosur.mx/los-insectos-y-el-olor-de-la-muerte-2/>
- [2] Gómez, P. (2023). Entomología forense: cuando los insectos se vuelven testigos. Revista UNAM Global. [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/los-insectos-como-herramienta-para-resolver-crimeles/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/los-insectos-como-herramienta-para-resolver-crimeles/)
- [3] Guzmán Aguilar, F. y M. Nuñez (2023). Aves carroñeras: el papel clave de los cóndores y los zopilotes. Revista UNAM Global. [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/aves-carrone-ras-el-papel-clave-de-los-con-dores-y-los-zopilotes/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/aves-carrone-ras-el-papel-clave-de-los-con-dores-y-los-zopilotes/)
- [4] Biswas, S. (2024). How decline of Indian vultures led to 500,000 human deaths. BBC. <https://www.bbc.com/news/articles/c28e2pvzn-3lo>
- [5] Sack, F. (sin fecha). Whale Fall Ecosystems: How Do They Affect Oceanic Cycles? Seaside sustainability. <https://www.seasidesustainability.org/post/whale-fall-ecosystems-how-do-they-affect-oceanic-cycles>

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.