

Introducción

Las cucarachas son insectos extraordinarios cuya historia evolutiva se remonta a aproximadamente 300-350 millones de años. En la actualidad, se han descrito cerca de 4,700 especies, aunque se estima que este número podría duplicarse (Siddiqui et al., 2023) (**Figura 1**). Estos organismos desempeñan un papel esencial en los ecosistemas al participar activamente en la descomposición de materia orgánica, desde restos vegetales hasta animales en descomposición. A diferencia de los humanos, cuyos orígenes se remontan a aproximadamente 200 mil años, las cucarachas han demostrado una notable capacidad de adaptación, evolución y supervivencia a lo largo de milenios, sugiriendo que podríamos aprender mucho de su resiliencia.

Son, sin duda, organismos excepcionalmente resistentes: pueden sobrevivir hasta un mes sin alimento, permanecer sin aire por 45 minutos y soportar una inmersión total en agua por hasta 30 minutos. Además, presentan una sorprendente tolerancia a la radiación, resistiendo dosis hasta 15 veces superiores a las letales para los humanos (Guzman y Vilcinskas, 2020). Dado su éxito evolutivo, se ha planteado la hipótesis de que las cucarachas podrían ser una fuente valiosa de nuevas

El potencial biotecnológico de las cucarachas

Víctor Manuel Chávez Jacobo

Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Cuernavaca, Morelos, México.

Contacto: victor_mch@hotmail.com

Resumen. Las cucarachas son insectos fascinantes, han sobrevivido en el planeta por más de 350 millones de años y se pueden encontrar prácticamente en todas partes; además, se ha observado que pueden resistir condiciones extremas en donde otros organismos simplemente morirían. Debido a que se alimentan de nuestros desechos, las relacionamos con ambientes antihigiénicos y con la transmisión de enfermedades. Se cree que una de las razones por las cuales son tan exitosas es por la diversidad de bacterias que colonizan todo su cuerpo, especialmente sus intestinos, ya que estas les permiten alimentarse de desechos e incluso, de ciertos tipos de plástico. Por lo anterior ha resultado de interés biotecnológico analizar los metabolitos que se producen en las cucarachas y, en este artículo mencionamos algunos de los usos que se están investigando y que tienen un gran potencial para el beneficio de la salud humana, principalmente en el campo del desarrollo de nuevos antibióticos y los tratamientos contra el cáncer.

Palabras clave. Microbiota, insectos, antibióticos, cáncer.

Abstract. Cockroaches are fascinating insects that have survived on the planet for more than 350 million years and can be found nearly everywhere. Remarkably, they can withstand extreme conditions where other organisms would perish. Because they feed on our waste, we associate it with unhygienic environments and the transmission of diseases. One key to their success is the diversity of bacteria colonizing their bodies, particularly their intestines, which allows them to consume waste and even certain types of plastic. As a result, cockroaches have garnered biotechnological interest. Researchers are analyzing the metabolites produced by these insects, identifying potential benefits for human health. This article explores some of these uses, which show promise in developing new antibiotics and cancer treatments.

Key words. Microbiota, insects, antimicrobials, cancer.

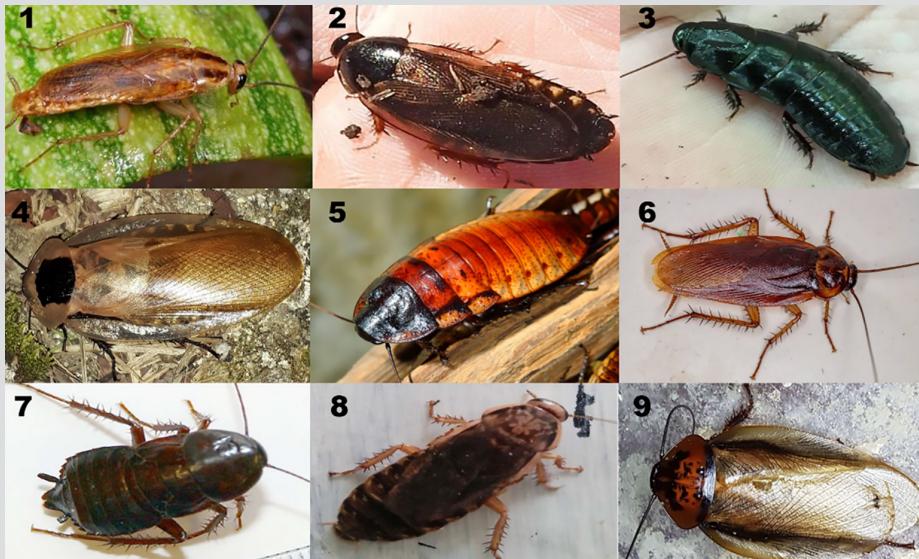


Figura 1. Podemos observar una imagen representativa de la diversidad que poseen las cucarachas. Es posible encontrar estos insectos en casi en cualquier parte, se han adaptado a climas sumamente calurosos y húmedos, así como a climas muy secos. (1) cucaracha alemana; (2) cucaracha de Surinam; (3) cucaracha de la madera; (4) cucaracha gigante del caribe; (5) cucaracha silbadora de Madagascar; (6) cucaracha americana; (7) cucaracha oriental; (8) cucaracha de la muerte; (9) cucaracha de cabeza naranja. Las imágenes fueron tomadas de <https://www.eol.org/>.

moléculas con actividad biológica, ya sea originadas en sus propios tejidos o en su microbioma, el complejo conjunto de microorganismos que habita en ellas y que contribuye a su salud y resiliencia (Guzman y Vilcinskas, 2020). En este artículo, exploramos los avances más recientes en la investigación de estos insectos y cómo su estudio podría aportar beneficios significativos para la mejora de nuestra calidad de vida.

El papel del microbiota intestinal

Algunos estudios sugieren que la microbiota intestinal juega un papel sumamente importante en la salud y en la inmunidad de su huésped, así mismo, la composición de bacterias que colonizan el tracto gastrointestinal puede variar dependiente de múltiples factores, principalmente la alimentación (Tinker y Ottesen. 2020). Las cucarachas son omnívoras y se pueden alimentar de una gran variedad de cosas. Algo curioso es que las hembras requieren una dieta alta en proteína, esto puede deberse a la gran inversión en el desarrollo de los huevos, mientras que los machos prefieren un alto contenido de carbohidratos (Lauprasert y col., 2006). Estos insectos son capaces de alimentarse de cualquier alimento humano o animal, así como de sus desechos y de su materia fecal.

También se ha observado que se pueden alimentar de ciertos tipos de

plástico, que rompen fácilmente gracias a sus fuertes mandíbulas, y que posteriormente pueden digerir gracias a la presencia de microorganismos especiales en los intestinos (Por ejemplo; bacterias fermentadoras: *Bacteroides* spp y *Clostridium* spp; y bacterias productoras de enzimas digestivas: *Enterococcus* spp y *Lactobacillus* spp) (Figura 2) (Ali y col., 2017). Comúnmente se asocia a estos insectos con la transmisión de enfermedades y es que, debido a sus hábitos antes mencionados, están en constante contacto con bacterias que podrían ser dañinas tanto para ellas como para nosotros, tal es el caso de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* (Ali y col., 2017). Desde este punto de vista, son consideradas una plaga, debido a su capacidad para su establecimiento con éxito en los espacios en que habitan los humanos y a que potencialmente son capaces de transmitir estos patógenos y causar enfermedades. Sin embargo, este estrecho contacto con gérmenes también indica que las cucarachas han desarrollado la habilidad para sobrevivir y coexistir

Con ellos. Se ha identificado que para reconocer a bacterias potencialmente dañinas para su salud cuentan con unas proteínas llamadas lecitinas, las cuales realizan la identificación y posteriormente estimulan el sistema inmune para

responder rápidamente ante la posible infección.

Otro factor que contribuye con la inmunidad es un conducto complejo que las cucarachas poseen en una de sus cavidades, el cual está lleno de moléculas con actividad antibiótica que destruyen a las bacterias antes de que estos puedan llegar al hemocele, que es básicamente el sistema circulatorio de los insectos. Debido a que este sistema actúa como un filtro, la población bacteriana se mantiene bajo control y se confinan principalmente al sistema digestivo (Ali y col., 2017). A continuación, mencionaremos algunos ejemplos de los avances que se han realizado gracias al estudio de las cucarachas y su microbiota.

Búsqueda de antibióticos

La resistencia a los antibióticos es un problema de salud pública de interés global, se estima que en la actualidad se pueden atribuir un total de 1.14 millones de muertes directas y 4.71 millones de muertes relacionadas con bacterias resistentes. Debido a estas cifras, la Organización Mundial de la Salud ha instado a la comunidad científica a buscar nuevas moléculas con actividad antibiótica en ambientes poco explorados y en este tenor, las cucarachas parecen un organismo perfecto para explorar (Antimicrobial Resistance Collaborators. 2024).

Las bacterias que se han aislado de cucarachas y que presenta potencial biotecnológico incluyen a *Serratia marcescens*, *Bacillus* sp. y *Streptococcus* sp. entre otras. Con ellas se han realizado experimentos donde se demuestra que son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, algunas de ellas resistentes a la mayoría de los antibióticos que podemos encontrar en la farmacia (Ali y col., 2017). Estos resultados son muy prometedores e indican que es posible desarrollar antibióticos o probióticos, microorganismos vivos que cuando se administran proporcionan beneficios para la salud, que serán útiles para aliviar la crisis de resistencia que estamos enfrentando hoy en día. Además, se ha encontrado que extractos de cerebro, así como la hemolinfa, que básicamente es la sangre en los insectos, presentan actividad antibiótica contra varias bacterias patógenas y de forma sorprendente, también se ha observado

que el extracto de cerebro es activo contra algunos virus (Ali y col., 2017). Debido a esto, las posibilidades de desarrollar medicamentos que mejoren nuestra calidad de vida es sumamente amplia y prometedora.

Compuestos con actividad anticancerígena

El cáncer ha sido establecido como una de las enfermedades que causan la mayor cantidad de muertes al año, su tratamiento se basa principalmente en el uso de quimioterapia, radioterapia y recientemente en el uso de células madre. Sin embargo, la terapia tiene severos efectos adversos en los pacientes, por lo que la búsqueda de nuevos tratamientos es un área de especial interés (OMS. 2022). En algunas partes del mundo, los pacientes de cáncer han recurrido a la Medicina Tradicional China (MTC), principalmente debido a que promete los mismos resultados que la medicina occidental sin los efectos adversos. La MTC ha empleado secreciones de insectos, particularmente, las cucarachas han demostrado propiedades anticancerígenas. Algunas investigaciones justifican el efecto anticancerígeno con la habilidad para tolerar la radiación, pero aún se está analizando este aspecto tan notable (Soopramanien y col., 2019).

Las investigaciones que se han realizado sugieren que el extracto de cerebro y la hemolinfa tiene actividad contra cáncer de ovario, mama, pulmón

y próstata. Además, se ha analizado el quitosano, un componente del exoesqueleto de las cucarachas, y se ha encontrado que tiene actividad contra el cáncer de mama, hígado y laringe (Soopramanien y col., 2019). Adicionalmente, se ha demostrado que el quitosano también puede emplearse en el tratamiento de la leucemia mieloide. La explicación más aceptada sobre la actividad del quitosano es que está diseñado para proteger a las cucarachas de las amenazas del medio ambiente, que para estos insectos parece que siempre es adverso.

Conclusión

Las infecciones causadas por bacterias resistentes a antibióticos y el cáncer se han convertido en las mayores preocupaciones de la salud humana y continuamente se están buscando nuevos tratamientos, más efectivos, específicos y con menos efectos adversos. Sin duda alguna, las cucarachas representan una fuente rica y diversa de compuestos con actividad biológica y no dudemos que en un futuro se comercialicen una gran cantidad de productos aislados en este peculiar grupo de insectos. En la actualidad, el único producto que podemos encontrar se llama "Kangfuxin", un extracto de cucarachas que en la MTC se utiliza para tratar gastroenteritis, úlceras duodenales y problemas respiratorios (Tian y col., 2021). Curiosamente, en la ciudad de Xichang, en China, existen granjas

donde se calcula que se producen anualmente 6 000 millones de cucarachas adultas, con la única intención de fabricar este extracto (Suen y Woo. 2018). Estamos ante un gran abanico de oportunidades, sin embargo, se requiere de mucha investigación para que los metabolitos extraídos de las cucarachas sean completamente seguros para nosotros y no sean vistos como productos milagro, ya que, por el momento, no reemplazan los tratamientos convencionales de ninguna enfermedad.

Bibliografía

- Ali SM, Siddiqui R, Ong SK, Shah MR, Anwar A, Heard PJ, Khan NA. 2017. Identification and characterization of antibacterial compound(s) of cockroaches (*Periplaneta americana*). *Appl Microbiol Biotechnol.* 101(1):253-286. DOI: 10.1007/s00253-016-7872-2.
- Antimicrobial Resistance Collaborators. 2024. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *Lancet.* 404(10459):1199-1226. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)01867-1.
- Guzman J, Vilcinskas A. 2020. Bacteria associated with cockroaches: health risk or biotechnological opportunity? *Appl Microbiol Biotechnol.* 104(24):10369-10387. DOI: 10.1007/s00253-020-10973-6.
- Lauprasert P, Sitthicharoenchai D, Thirakhupt K, Pradatsudarasao AO. 2006. Food preference and feeding behavior of the German cockroach, *Blattella germanica* (Linnaeus). *J Sci Res Chula Univ.* 31:121-126.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2022. Cáncer. Revisado en línea: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/cancer>.
- Siddiqui R, Elmashak Y, Khan NA. 2023. Cockroaches: a potential source of novel bioactive molecule(s) for the benefit of human health. *Appl Entomol Zool.* 58(1):1-11. DOI: 10.1007/s13355-022-00810-9.
- Soopramanien M, Mungroo MR, Sagathevian KA, Khan NA, Siddiqui R. 2019. Invertebrates living in polluted environments are potential source of novel anticancer agents. *Marmara Pharm J.* 23:1079-1089. DOI: 10.35333/jrp.2019.72.
- Suen T, Woo R. 2018 (10 de diciembre). La mayor granja de cucarachas en el mundo: mira para qué sirve. La Vanguardia (Natural). <https://www.lavanguardia.com/natural/20181210/453474411614/jinan-china-granja-produccion-cucarachas-reciclaje-residuos-alimentacion.html>.
- Tian M, Dong J, Wang Z, Lu S, Geng F. 2021 The effects and mechanism of Kangfuxin on improving healing quality and preventing recurrence of gastric ulcer. *Biomed Pharmacother.* 138:111513. DOI: 10.1016/j.biopharm.2021.111513.
- Tinker KA, Ottesen EA. 2020. Phylosymbiosis across deeply diverging lineages of omnivorous cockroaches (Order Blattodea). *Appl Environ Microbiol.* 86(7): e02513-19. DOI: 10.1128/AEM.02513-19.

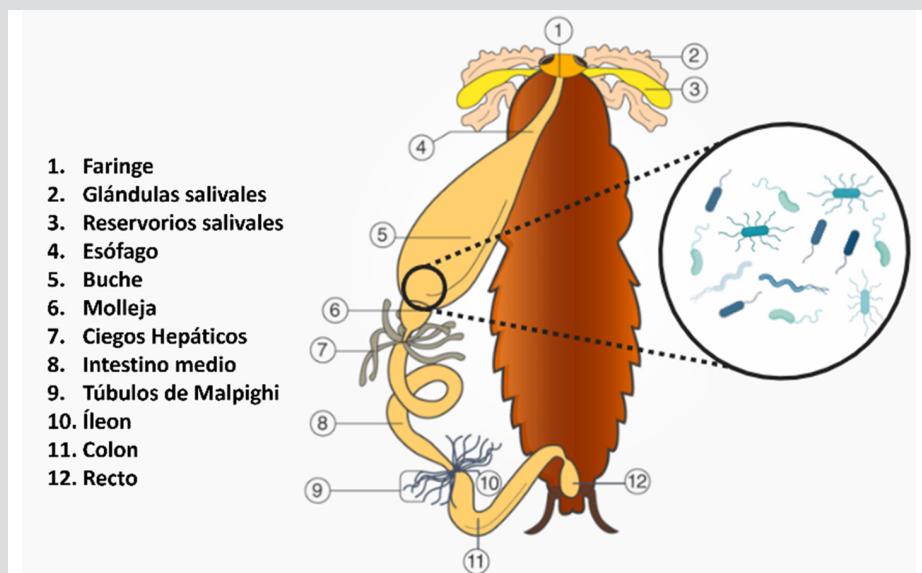


Figura 2. Imagen representativa de la anatomía básica del tracto gastrointestinal de una cucaracha. Podemos encontrar diversas bacterias que contribuyen con el estilo de vida de estos insectos y que se están aprovechando hoy en día en el área de la biotecnología, buscando nuevos antibióticos y anticancerígenos. (Imagen editada de: <https://byjus.com/biology/morphology-and-anatomy-of-cockroach/>).