

# Los insectos y la biotecnología: avispa social como fuente de nuevos compuestos antibióticos

## Insects and biotechnology: social wasps as a source for novel antibiotic compounds

Laura Chavarría-Pizarro<sup>1</sup>

---

Chavarría-Pizarro, L. Los insectos y la biotecnología: avispas sociales como fuente de nuevos compuestos antibióticos. *Tecnología en Marcha*. Especial 2019. 25 Aniversario del Centro de Investigación en Biotecnología. Pág 114-120.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v32i9.4639>

1 PhD en Entomología, profesora e investigadora de la Escuela de Biología y Centro de Investigación en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.  
Correo electrónico: [laura.chavarria@tec.ac.cr](mailto:laura.chavarria@tec.ac.cr).  
 <https://orcid.org/0000-0002-7630-1104>



## Palabras clave

Avispas sociales; celdas de cría; cutícula; actinobacterias; antibióticos.

## Resumen

Los insectos son un grupo de organismos indispensables en los ecosistemas naturales y en aquellos modificados por el hombre como los cultivos y las ciudades. Estos organismos han sido estudiados desde hace mucho tiempo; sin embargo, con el surgimiento de áreas como la biotecnología, el enfoque que se le ha dado a los estudios con insectos está cambiando. Un caso es el de los insectos sociales, organismos que están siendo investigados debido a las relaciones simbióticas que mantienen con microorganismos productores de sustancias antimicrobianas. Es por este motivo que en el Centro de Investigación en Biotecnología (CIB) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) se están realizando dos estudios para determinar la presencia de actinobacterias en colonias de avispas sociales, y probar su actividad antibiótica. Se aislaron 49 cepas de microorganismos con morfología de actinomicetos de las celdas de cría, y la actividad antibiótica se midió en 40 cepas de las cuales 75% mostraron actividad positiva contra patógenos. Otro proyecto pretende aislar microorganismos de las glándulas y cutícula de los adultos de avispas, al ser éstos posiblemente los que dispersan las sustancias antibióticas por la colonia. Los resultados obtenidos demuestran que las avispas Epiponini sí mantienen relaciones simbióticas con actinomicetos, y que algunas cepas presentan actividad antibiótica. Esto demuestra que estos organismos tienen un gran potencial para el desarrollo de investigaciones biotecnológicas.

## Keywords

Social wasps; breed cells; cuticle; actinobacteria; antibiotics.

## Abstract

Insects are key organisms on natural and artificial ecosystems like cities and crops; for this reason, insects have been studied for a long time. Nevertheless, with the emergence of biotechnology, insect research is changing. Social insects for example, are of special interesting because of the symbiotic relationship they maintain with microorganisms to produce antibiotics to protect their colonies. In consequence two studies have been developed at the Biotechnology Research Center (CIB) of Costa Rica Institute of Technology (TEC), to determine if social wasps establish symbiotic relationships with actinobacteria and to test their antibiotic activity. We isolated 49 actinomycete morphotype strains from breeding cells, antibiotic activity was test in 40 strains and 75% (N=36) were effective against pathogens. Another research aims to isolate actinobacteria from the salivary glands and cuticle of adults, because according to behavior observations, these individuals could spread antibiotic compounds in the nest. Preliminary results demonstrate that Epiponini wasps establish symbiotic relationships with actinomycetes, and strains could have antibiotic activity against human pathogens. These results demonstrate that social wasps could be used to develop innovative biotechnological research.

## Introducción

Los insectos son los organismos más diversos, representan aproximadamente dos tercios del total de especies que hay en el planeta [1]; en términos de biomasa son los animales más abundantes también [2]. Su diversidad y abundancia se debe a la gran capacidad adaptativa

que han desarrollado, ya que pueden vivir bajo diferentes condiciones de temperatura, humedad y luz, lo que ha permitido la colonización de una gran variedad de hábitats (con excepción de la Antártida). Además, tienen diversos tipos de dieta, algunos son saprófagos, detritívoros, herbívoros, carnívoros, entre otros.

Al ser los insectos organismos clave en los ecosistemas, las poblaciones humanas dependemos de muchas de las actividades que realizan, tales como polinización, dispersión de semillas, y la descomposición y reciclaje de nutrientes; además, muchas especies mantienen bajo control otras poblaciones de insectos, y también son fuente de alimento para otras especies de animales. Adicionalmente, las poblaciones humanas han domesticado algunos grupos de insectos para su beneficio, como es el caso de las abejas para la producción de miel y sus derivados, los gusanos de seda, así como una gran cantidad de especies que son utilizadas como fuente de alimento para animales domésticos y humanos [3]. Unas pocas especies también tienen importancia debido a sus efectos negativos en las actividades agrícolas y como transmisores de enfermedades.

Es por estas razones que los científicos han estudiado los insectos desde hace muchos años, sin embargo, con el surgimiento de áreas como la biotecnología, el enfoque que se le ha dado a los estudios ha ido cambiando por las múltiples aplicaciones que estos organismos tienen. Por ejemplo, en el campo de la agricultura se han aislado compuestos antimicrobianos de los insectos para proteger cultivos, y se ha aplicado la tecnología del ARN de interferencia y organismos transgénicos para combatir insectos plaga [4], [5]. En biomedicina, los insectos están siendo utilizados como organismos modelo para evaluar diferentes infecciones y sus tratamiento [6], [7], así como en la obtención de compuestos antibióticos, producidos por los mismos insectos o por los microorganismos asociados a ellos [8], [9], [10].

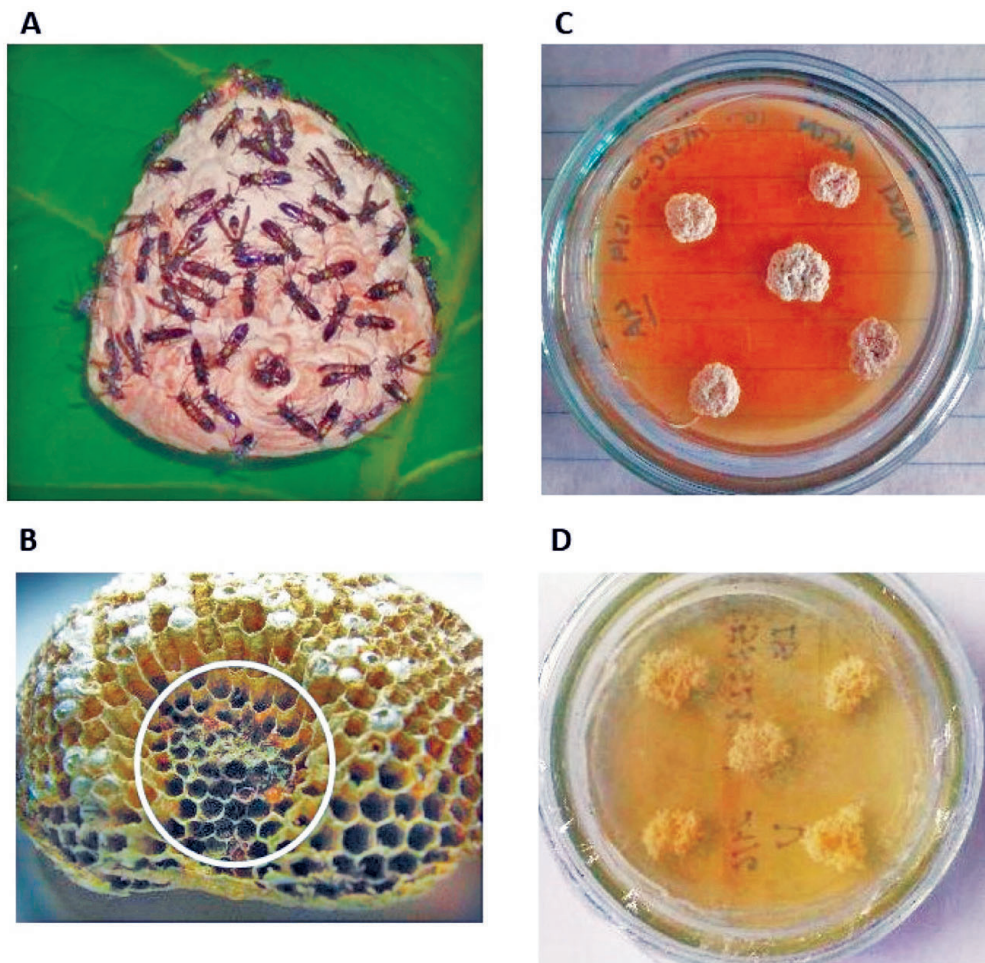
Hay grupos que tienen un gran potencial para la obtención de compuestos antimicrobianos, como los insectos sociales (abejas, hormigas, avispas y termitas), ya que se caracterizan por vivir en colonias bajo condiciones que favorecen el desarrollo de microorganismos infecciosos. Por ejemplo, estos insectos comparten un espacio común (nido) con miles de individuos en donde se mantiene una temperatura y humedad confortable, y también se da la acumulación de desechos. Además los individuos tienen un alto grado de parentesco [11] lo que significa una menor variabilidad genética, y mayor probabilidad de transmisión de enfermedades. Para mantener las colonias libres de parásitos, los insectos sociales han desarrollado estrategias para conservar los nidos limpios, incluyendo comportamientos para controlar y eliminar los parásitos, así como el establecimiento de relaciones simbióticas con microorganismos que producen sustancias antimicrobianas [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21].

Debido a la relevancia de los insectos para las poblaciones humanas y los ecosistemas, en el Centro de Investigación en Biotecnología del ITCR se realizan estudios sobre el potencial de los microorganismos asociados a los insectos para producir sustancias antibióticas, y determinar su actividad contra diferentes patógenos. A continuación, se muestran algunos de los resultados obtenidos en las investigaciones.

### **Actinomicetos asociados a nidos y adultos de avispas**

El proyecto de investigación “Evaluación de microorganismos con actividad antimicrobiana asociados a nidos de avispas sociales” que se desarrolla en el CIB en conjunto con el CENIBiot, tiene como objetivo aislar microorganismos de las celdas de cría de los nidos para determinar si las avispas establecen relaciones simbióticas con actinobacterias y determinar su actividad antimicrobiana. Los actinomicetos son un grupo de microorganismos con un gran valor económico y científico debido a que muchas especies producen sustancias antibióticas.

Dentro de los insectos sociales, se decidió trabajar con avispas de la tribu Epiponini (figura 1), ya que tienen un gran potencial para realizar estudios exploratorios sobre la presencia de actinobacterias, debido a que en las celdas de cría se acumulan desechos fecales (meconia) producidos por las larvas (figura 1). Como hay reutilización de celdas, los organismos inmaduros (huevo, larvas y pupas) se desarrollan por encima de los desechos dejados por larvas que ocuparon previamente la celda. Dado que el meconia es un sustrato ideal para el desarrollo de parásitos, debería secretarse o producirse algún tipo de sustancia antimicrobiana para evitar infecciones en los inmaduros.



**Figura 1.** Nido de avispas Epiponini del género *Polybia* (A). Panal de un nido de avispas con detalle de meconia en círculo (B). Actinomicetos aislados de los nidos de los géneros *Pseudonocardia* (C) y *Streptomyces* (D).

Por estos motivos, se aislaron actinobacterias de las celdas de cría de nidos de los siguientes géneros: *Parachartergus*, *Chartergellus*, *Metapolybia*, *Polybia* y *Protopolybia*, las muestras se colectaron en tres regiones: Pacífico Norte (Santa Cruz, Guanacaste), Valle Central (Cartago) y Pacífico Sur (Golfito, Puntarenas). Se aislaron 49 morfotipos de cepas de actinomicetos, hasta el momento 28 cepas han sido confirmadas molecularmente, mediante extracción del

ADN genómico [22] y amplificación del gen ARNr 16S utilizando los imprimadores 27F y 1492R. Las pruebas de actividad antibiótica se realizaron en 40 cepas, de las cuales el 75% presentó actividad antimicrobiana positiva inhibiendo el crecimiento de cepas patógenas. Los resultados obtenidos demuestran que las avispas Epiponini mantienen relaciones simbióticas con actinobacterias, y que la mayor parte de las cepas aisladas presentan actividad antibiótica.

También es importante determinar si las asociaciones se establecen entre los microorganismos y los estadíos inmaduros, o con los adultos. Tomando en cuenta las observaciones que se han realizado sobre el comportamiento de los individuos dentro de las colonias, se sabe que, cuando un nuevo adulto completamente desarrollado abandona la celda, las obreras permanecen aproximadamente media hora insertando y sacando la cabeza de la misma [23], [24], [25]. Hasta el momento, no se ha logrado determinar exactamente qué es lo que hacen las obreras en las celdas, pero se cree que podrían estar esterilizando para evitar la propagación de microorganismos patógenos desde el meconia acumulado hacia el resto del nido. Estas observaciones indican que probablemente los microorganismos productores de antibióticos establecen asociaciones con los adultos quienes son los encargados de limpiar las celdas y el nido en general. Por estos motivos, un nuevo proyecto titulado “Evaluación de microorganismos con actividad antimicrobiana asociados a adultos de avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Epiponini)” tiene como objetivo buscar actinobacterias en órganos y glándulas asociadas a las mandíbulas de los adultos, así como en la cutícula. Este proyecto permitiría comprender dónde se produce la asociación de los microorganismos con las avispas, y también permitiría realizar una mayor cantidad de aislamientos para obtener nuevas cepas y realizar pruebas adicionales sobre la actividad antimicrobiana, para pasar a la siguiente etapa del proyecto, donde se caracterizarían los metabolitos antibióticos. Cuando se obtenga la caracterización de metabolitos, se pretende formar un grupo de trabajo para determinar el uso que se le podría dar a estos compuestos, y la forma como se transmitiría este conocimiento a la sociedad.

## Conclusión

Los insectos son organismos que tienen un gran potencial para realizar estudios biotecnológicos. Esto se ha demostrado en los estudios que se están desarrollando en el Centro de Investigación en Biotecnología, donde se encontraron varias cepas de actinobacterias asociadas a las celdas de cría de los nidos de diferentes especies de avispas sociales. Estas cepas presentaron un alto porcentaje (80%) de actividad antibiótica contra el crecimiento de patógenos de humanos y de insectos, lo que demuestra que este grupo que no ha sido tan estudiado como las hormigas y las abejas, tiene un gran potencial para encontrar nuevos antibióticos. Los resultados obtenidos son muy prometedores debido al problema de la resistencia que un creciente número de microorganismos patógenos está desarrollando contra los medicamentos tradicionalmente utilizados. Por estos motivos, esperamos continuar realizando este tipo de investigaciones utilizando otras especies de avispas e insectos, para caracterizar los metabolitos que puedan estar produciendo los microorganismos con actividad antimicrobiana y los mismos insectos, y realizar pruebas contra otros patógenos de humanos, y de animales y plantas de producción.



## Referencias

- [1] F. Sánchez-Bayo y K. A. G. Wyckhuys, «Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers», *Biol. Conserv.*, vol. 232, pp. 8-27, abr. 2019.
- [2] B. Hölldobler, F. P. of B. B. Holldobler, H. C. in E. and U. R. P. E. E. O. Wilson, y E. O. Wilson, *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies*. W.W. Norton, 2009.
- [3] A. van Huis, Ed., *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
- [4] C. Jansen y K.-H. Kogel, «Insect Antimicrobial Peptides as New Weapons Against Plant Pathogens», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 123-144.
- [5] J. A. Gatehouse y D. R. G. Price, «Protection of Crops Against Insect Pests Using RNA Interference», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 145-168.
- [6] K. Mukherjee, E. Domann y T. Hain, «The greater wax moth *Galleria mellonella* as an alternative model host for human pathogens», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 3-14.
- [7] T. Roeder, K. Isermann, C. Wagner, y C. Warmbold, «Fruit Flies as Models in Biomedical Research – A *Drosophila* Asthma Model», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 15-27.
- [8] H. B. Bode, «Insect-Associated Microorganisms as a Source for Novel Secondary Metabolites with Therapeutic Potential», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 77-93.
- [9] K. Dettner, «Potential Pharmaceuticals from Insects and Their Co-Occurring Microorganisms», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 95-119.
- [10] J. Wiesner y A. Vilcinskas, «Therapeutic potential of antimicrobial peptides from insects», en *Insect Biotechnology*, A. Vilcinskas, Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011, pp. 29-65.
- [11] M. D. Hastings, D. C. Queller, F. Eischen, y J. E. Strassmann, «Kin selection, relatedness, and worker control of reproduction in a large-colony epiponine wasp, *Brachygastra mellifica*», *Behav. Ecol.*, vol. 9, n.º 6, pp. 573-581, ene. 1998.
- [12] C. R. Currie, J. A. Scott, R. C. Summerbell, y D. Malloch, «Fungus-growing ants use antibiotic-producing bacteria to control garden parasites», *Nature*, vol. 398, n.º 6729, pp. 701-704, abr. 1999.
- [13] A. V. Santos, R. J. Dillon, V. M. Dillon, S. E. Reynolds, y R. I. Samuels, «Occurrence of the antibiotic producing bacterium *Burkholderia* sp. in colonies of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa*», *FEMS Microbiol. Lett.*, vol. 239, n.º 2, pp. 319-323, oct. 2004.
- [14] M. Kaltenpoth *et al.*, «*Candidatus Streptomyces philanthi*?, an endosymbiotic streptomycete in the antennae of *Philanthus* digger wasps», *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, vol. 56, n.º 6, pp. 1403-1411, 2006.
- [15] M. Poulsen, W. O. H. Hughes, y J. J. Boomsma, «Differential resistance and the importance of antibiotic production in *Acromyrmex echinator* leaf-cutting ant castes towards the entomopathogenic fungus *Aspergillus nomius*», *Insectes Sociaux*, vol. 53, n.º 3, pp. 349-355, ago. 2006.
- [16] A. Stow y A. Beattie, «Chemical and genetic defenses against disease in insect societies», *Brain. Behav. Immun.*, vol. 22, n.º 7, pp. 1009-1013, oct. 2008.
- [17] J. Kroiss *et al.*, «Symbiotic streptomycetes provide antibiotic combination prophylaxis for wasp offspring», *Nat. Chem. Biol.*, vol. 6, p. 261, feb. 2010.
- [18] P. Graystock y W. O. H. Hughes, «Disease resistance in a weaver ant, *Polyrhachis dives*, and the role of antibiotic-producing glands», *Behav. Ecol. Sociobiol.*, vol. 65, n.º 12, pp. 2319-2327, dic. 2011.
- [19] A. A. Madden, A. Grassetti, J.-A. N. Soriano, y P. T. Starks, «Actinomycetes with Antimicrobial Activity Isolated from Paper Wasp (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) Nests», *Environ. Entomol.*, vol. 42, n.º 4, pp. 703-710, ago. 2013.
- [20] C. Tranter, P. Graystock, C. Shaw, J. F. S. Lopes, y W. O. H. Hughes, «Sanitizing the fortress: protection of ant brood and nest material by worker antibiotics», *Behav. Ecol. Sociobiol.*, vol. 68, n.º 3, pp. 499-507, mar. 2014.
- [21] B. Matarrita-Carranza, R. D. Moreira-Soto, C. Murillo-Cruz, M. Mora, C. R. Currie, y A. A. Pinto-Tomas, «Evidence for Widespread Associations between Neotropical Hymenopteran Insects and Actinobacteria», *Front. Microbiol.*, vol. 8, 2017.
- [22] J. Chun y M. Goodfellow, «A Phylogenetic Analysis of the Genus *Nocardia* with 16S rRNA Gene Sequences», *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, vol. 45, n.º 2, pp. 240-245, 1995.

- [23] M. V. Baio, F. B. Noll, y R. Zucchi, «Shape differences rather than size differences between castes in the Neotropical swarm-founding wasp *Metapolybia docilis* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini)», *BMC Evol. Biol.*, vol. 3, n.º 1, p. 10, may 2003.
- [24] F. S. Nascimento, I. C. Tannure-Nascimento, y R. Zucchi, «Behavioral mediators of cyclical oligogyny in the Amazonian swarm-founding wasp *Asteloeca ujhelyii* (Vespidae, Polistinae, Epiponini)», *Insectes Sociaux*, vol. 51, n.º 1, pp. 17-23, feb. 2004.
- [25] L. Chavarría-Pizarro y M. J. West-Eberhard, «The behavior and natural history of *Chartergellus*, a little-known genus of neotropical social wasps (Vespidae Polistinae Epiponini)», *Ethol. Ecol. Evol.*, vol. 22, n.º 4, pp. 317-343, nov. 2010.