

Microbios en la miel ¿Qué sabemos y qué aplicaciones pueden tener? una oportunidad en *Melipona beecheii*

Los microbios y la miel mantienen un fuerte vínculo; aunque estos microorganismos han pasado desapercibidos por muchos años, hoy en día, los avances tecnológicos han permitido confirmar su presencia, identidad y diversidad en los distintos tipos de miel. Esta diversidad microbiana puede variar dependiendo del origen botánico, el clima y la especie de abeja que la produce y algunos de estos podrían tener aplicaciones biotecnológicas. Por tanto, el estudio de los microorganismos presentes en la miel de *Melipona beecheii* pudiera incrementar el valor de la meliponicultura y su aporte en la conservación de la diversidad biológica.

Palabras clave:
abejas sin aguijón,
huella microbiana,
meliponicultura, miel.

CÉSAR CANCHÉ-COLLÍ Y ANA RAMOS-DÍAZ

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco (CIATEJ) Subsede Sureste, Yucatán.
C.P. 97302, Mérida, Yucatán, México.
aramos@ciatej.mx

¿Quién es *Melipona beecheii*?

Melipona beecheii Bennett es una abeja nativa de América que ha ganado popularidad por su vínculo con la cultura maya, por las características particulares de su miel y porque no tiene aguijón funcional (Figura 1A). De estas abejas sin aguijón, se reporta que existen 46 especies en las áreas tropicales y subtropicales de México (Quezada-Eúan 2018). La abeja *M. beecheii* ha sido manejada en las comunidades de la Península de Yucatán bajo el término de meliponicultura (Cairns *et al.* 2005) (Figura 1B). Esta abeja produce una miel que es apreciada y consumida por las propiedades que se le atribuyen, entre ellas antimicrobiana, antiinflamatoria y antioxidante (Vit *et al.* 2004). Según la evidencia etnoarqueológica, hace más de dos mil años esta miel era consumida en los pueblos mayas prehispánicos (Paris *et al.* 2020), quienes nombraron a *M. beecheii* como xunáan kab.

Descifrando la miel

La transformación del néctar floral en miel es un proceso biológico observado en las abejas productoras de miel, grupo que incluye a *Apis mellifera* y algunas abejas sin aguijón como *M. beecheii*, pero con claras diferencias, por ejemplo, la forma de almacenar la miel en las colmenas. Las abejas de *M. beecheii* utilizan estructuras cilíndricas conocidas como potes que suelen contener un gran volumen de miel (hasta 5 mililitros) (Figura 1C, 1D), mientras que en *A. mellifera* la miel se almacena en celdas hexagonales de menor tamaño.



Figura 1. *Melipona beecheii*, jobones, panales y pots de miel.

A. Individuos de *Melipona beecheii* en la entrada de la colonia. B. Meliponario tradicional con colonias de *Melipona beecheii* en jobones (secciones de troncos huecos). C. Pots de miel y panales con cría de *Melipona beecheii*. D. Interior de una colonia de *Melipona beecheii*. Se observan los pots de miel y los panales con cría. (Fotografías: A, D. César Canché-Colli. B-C Ana Ramos-Díaz).

En cuanto a la miel, aunque en general es una sustancia dulce, cuya composición de azúcares es similar entre las mieles producidas por diferentes especies de abejas, la miel producida por cada especie posee atributos particulares. Por ejemplo, la miel de *M. beecheii* posee una consistencia más líquida, debido a un mayor contenido de humedad, un sabor más ácido, además, esta miel tiende a fermentarse en menor tiempo que la miel de *A. mellifera* (Menezes *et al.* 2013), en conjunto con otras particularidades aportan a la diferenciación organoléptica entre estas. En especial, las propiedades sensoriales y organolépticas de la miel de *M. beecheii* pueden ser elementos de valor agregado y se explican por la biología de la abeja, la forma de almacenar la miel en la colonia, las plantas pecoreadas, los eventos de fermentación y posiblemente por las comunidades microbianas presentes en la miel.

Microbios, componentes habituales en mieles de abejas

La miel es uno de los alimentos más antiguos del hombre y puede permanecer sin descomponerse muchos años. Es posible pensar que la miel carece de microbios, sin embargo, cada vez más los científicos confirman su presencia apoyados en modernos microscopios y técnicas de biología molecular. El conocimiento que se ha alcanzado revela que los microbios provienen de los néctares colectados, del tracto digestivo de las abejas que actúa como un reservorio natural (Powell *et al.* 2014), así como de otras fuentes del ambiente circundante. Los microbios identificados y que son capaces de proliferar en la miel principalmente son bacterias y levaduras. Por un lado, los microbios obtienen un hábitat y nutrientes de la miel y el polen, y al mismo tiempo, proveen a las abejas de nutrientes como esteroides y vitaminas (Vásquez y Olofsson 2009, Paludo *et al.* 2018). Además, ayudan a digerir alimentos y actúan contra microbios que enferman a las abejas (Kwong y Moran 2016). Es importante mencionar que la miel también contiene microbios patógenos para las abejas (p. ej. *Nosema*) (Salkova *et al.* 2023). Por todas estas razones, alrededor del mundo se realizan investigaciones enfocadas en descubrir aquellos microbios que se asocian a diferentes abejas.

La miel de *M. beecheii* no es la excepción, en ella se han descubierto microbios como bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus* sp.), otras bacterias como *Pediococcus* sp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformes* (Ortiz-Vázquez *et al.* 2016, Jacinto-Castillo *et al.* 2022) (Figura 2A, 2B) y levaduras como *Starmerella apicola*, *Starmerella meliponinorum* y *Wickerhamiella versatilis* (Canché-Colli *et al.* 2021, Jacinto-Castillo *et al.* 2022). En *A. mellifera*, el trabajo es extenso y se explica porque es la abeja con mayor impacto en la producción mundial de miel y la polinización. En su miel, algunos microbios detectados son bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*) como *Lactobacillus kunkei* y *Fructobacillus fructosus*, otras bacterias como *Bombella* sp. (Olofsson y Vásquez 2008, Jacinto-Castillo *et al.* 2022) y levaduras como *Candida apicola*, *Candida magnoliae*, *Saccharomyces mellis* y *Zygosaccharomyces mellis* (Carvalho *et al.* 2010, Jacinto-Castillo *et al.* 2022). En general, se han encontrado diferencias en la composición y estructura de las comunidades de bacterias y hongos entre estas dos mieles (Jacinto-Cas-

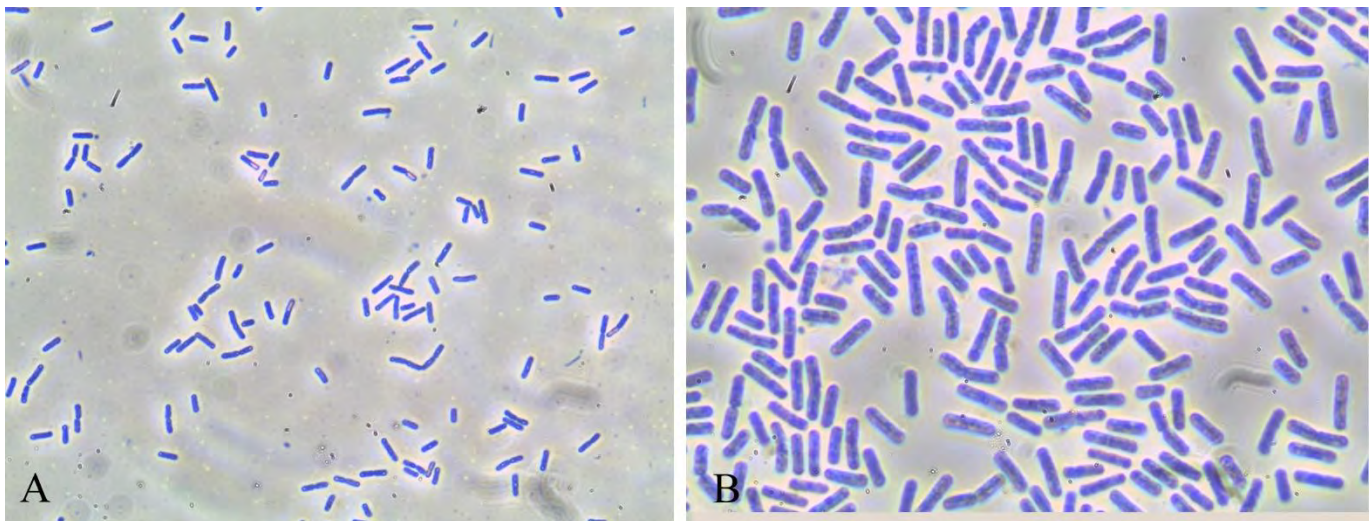


Figura 2. Bacterias del género *Bacillus* aisladas de la miel de *Melipona beecheii*. Tinción con azul de metileno A. Observación a 400 X. B. Observación a 1000 X de magnificación (Fotografías: César Canché-Colli).

tillo *et al.* 2022), pero se requiere de mayor investigación para reconocer las comunidades microbianas, sus diferencias y verificar si representan una *huella microbiana* distintiva en la miel de las abejas.

Los microbios de la miel y sus posibles aplicaciones

Los microbios que naturalmente ocurren en la miel de las abejas pueden tener aplicaciones novedosas. Por ejemplo, si un grupo particular de microbios conforman un tipo de *huella microbiana* en la miel y si esta característica es consistente en otras mieles, entonces podría considerarse como un criterio de diferenciación microbiológica para las mieles y también para su revalorización.

Asimismo, se han encontrado microbios específicos aislados de mieles con potenciales aplicaciones biotecnológicas que pueden conferir un valor adicional a la miel. Por ejemplo, se pueden encontrar nuevos candidatos a probióticos. En la miel de la abeja sin aguijón *Heterotrigona itama* y la miel de *A. mellifera* se han descubierto bacterias del género *Bacillus* con notables propiedades probióticas (Zulkhairi Amin *et al.* 2019, Mustar e Ibrahim 2022). Si las mieles de *M. beecheii* albergan de forma natural microbios con capacidad probiótica significarían un componente adicional para promover su valor.

En la miel de *A. mellifera* se han encontrado bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* capaces de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas para el humano como *Staphylococcus aureus*,

Escherichia coli y *Enterococcus faecalis*. Estas bacterias representan una fuente natural de compuestos con propiedades antibacterianas (Olofsson y Vásquez, 2016a).

Otras bacterias como *Lactobacillus apinorum* y *Lactobacillus mellifer*, aisladas de mieles de *A. mellifera*, tienen una potencial aplicación en el tratamiento de heridas humanas. Estas bacterias son capaces de limitar el crecimiento de patógenos como *Candida albicans* y *Pseudomonas aeruginosa* que con frecuencia se asocian a estas heridas (Olofsson y Vásquez, 2016b).

Finalmente, la propuesta de continuar el estudio de los microbios de la miel de *M. beecheii* para incentivar su revalorización, tiene la intención de retribuir el esfuerzo que realizan las familias de meliponicultores por mantener una herencia cultural que permite la conservación de nuestras selvas y su diversidad biológica.

Agradecimientos

C. Canché-Colli (CVU 374928) agradece al CONAHCYT por la beca otorgada para la realización de una estancia posdoctoral en el CIATEJ, subsección sureste.

Referencias

Cairns C.E., Villanueva-Gutiérrez R., Koptur S. y Bray B.B. 2005. Bee populations, forest

- disturbance, and africanization in Mexico. *Biotropica* 37: 686-692. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00087.x>
- Canché-Collí C., Barahona F., Medina-Medina L.A. y Canto A. 2021.** The effect of sugar concentration on growth of yeast associated to floral nectar and honey. *Scientia Fungorum* 52: e1288. DOI: <https://doi.org/10.3385/-sf.2021-52.1288>
- Carvalho C.M., Meirinho S., Estevinho M.L.F. y Choupina A. 2010.** Yeast species associated with honey: Different identification methods. *Archivos de Zootecnia* 59: 103-113. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49515087011>
- Jacinto-Castillo D.F., Canto A., Medina-Medina L.A. y O'Connor-Sánchez A. 2022.** Living in honey: bacterial and fungal communities in honey of sympatric populations of *Apis mellifera* and the stingless bee *Melipona beecheii*, in Yucatan, Mexico. *Archives of Microbiology* 204: 718. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00203-022-03319-5>
- Kwong W.K. y Moran N.A. 2016.** Gut microbial communities of social bees. *Nature Reviews* 14: 374-384. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.43>
- Quezada-Eúan J.J.G. 2018.** *Stingless bees of México. The biology, management and conservation of an ancient heritage*. Springer, Switzerland. 296 pp. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77785-6>
- Menezes C., Vollet-Neto A., León Contrera F.A.F., Venturieri G.C. y Imperatriz-Fonseca V.L. 2013.** The role of useful microorganisms to stingless bees and stingless beekeeping. In: Vit P., Pedro S. y Roubik D. Eds. *Pot-Honey: A legacy of stingless bees*, pp. 153-171. Springer Science + Business Media, New York. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>
- Mustar S. y Ibrahim N. 2022.** A sweeter pill to swallow: A review of honey bees and honey as a source of probiotic and prebiotic products. *Foods* 11: 2102. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11142102>
- Olofsson T. y Vásquez A. 2008.** Detection and identification of a novel lactic acid bacterial flora within the honey stomach of the honeybee *Apis mellifera*. *Current Microbiology* 57: 356-363. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00284-008-9202-0>
- Olofsson T. y Vásquez A. 2016a.** Bacteria isolated from fresh honey or the honey producing tract of honey bees (US Patent No. 9,282,761 B2). Recuperado de: <https://patentimages.storage.googleapis.com/5f/82/f3/0d5583952d06f3/US9282761.pdf>
- Olofsson T. y Vásquez A. 2016b.** *Lactobacillus apinorum* and *Lactobacillus mellifer* from honeybees in medical, food and feed applications (Patent No. WO 2016/024910 A1). Recuperado de: <https://patentimages.storage.googleapis.com/4e/f7/41/1304609ccb24f2/WO2016024910A1.pdf>
- Ortiz-Vázquez E., Dzib-León R., Lope Ayora J., Ruiz-Ruiz J., Ramón-Sierra J. y Magaña-Ortiz D. 2016.** Honey microflora associated with the stingless bee *Melipona beecheii*. In: Ortiz-Vázquez E., Ruiz-Ruiz J., Magaña-Ortiz D. y Ramón-Sierra R. Eds. *Stingless bee's honey from Yucatan*, pp. 147-156. Nova Science Publishers, New York.
- Paludo C.R., Menezes C., Silva-Junior E.A., Vollet-Neto A., Andrade-Dominguez A., Pishchany G., Khadempour L., do Nascimento F.S., Currie C.R., Kolter R., Clardy J. y Pupo M.T. 2018.** Stingless bee larvae require fungal steroid to pupate. *Scientific Reports* 8: 1122. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19583-9>
- Paris E.H., Briseño Castrejón V., Walker D.S. y Peraza Lope C. 2020.** The origins of maya stingless beekeeping. *Journal of Ethnobiology* 40: 386-405. DOI: <https://doi.org/10.2993/0278-0771-40.3.386>
- Powell J.E., Martinson V.G., Urban Mead K. y Moran N.A. 2014.** Routes of acquisition of the gut microbiota of the honey bee *Apis mellifera*. *Applied and Environmental Microbiology* 80: 7378-7387. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM-01861-14>
- Salkova D., Shumkova R., Balkanska R., Palova N., Neov B., Radoslavov G. y Hristov P. 2022.** Molecular detection of *Nosema* spp. in honey in Bulgaria. *Veterinary Sciences* 9: 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci9010010>
- Vásquez A. y Olofsson T.C. 2009.** The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research* 48:

189-195. DOI: <https://doi.org/10.3896/-IBRA-1.48.3.07>

Vit P., Medina M. y Enríquez E. 2004. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World* 85: 2-5. DOI: <https://doi.org/10.1080-/0005772X.2004.11099603>

Zulkhairi Amin F.A., Sabri S., Ismail M., Chan

K.W., Ismail N., Mohd Esa N., Mohd Lila M. A. y Zawawi N. 2019. Probiotic properties of *Bacillus* strains isolated from stingless bee (*Heterotrigona itama*) honey collected across Malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17: 278. DOI: <https://doi.org/-10.3390/ijerph17010278>

Desde el Herbario CICY, 16: 40-44 (29-febrero-2024), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Patricia Rivera Pérez y Lilia Lorena Can Itzá. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 29 de febrero de 2024. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.