

**E F E C T O D E P R O B I Ó T I C O S E N L A P R O D U C T I V I D A D Y L A S A L U D D E L A S**  
**A B E J A S ( A p i s m e l l i f e r a L . )**  
**E F F E C T O F P R O B I O T I C S O N T H E P R O D U C T I V I T Y A N D H E A L T H O F B E E S ( A p i s**  
**m e l l i f e r a L . )**

Dr. C. Ana Julia Rondón Castillo<sup>1</sup> (0000-0003-3019-1971), Universidad de Matanzas,

[ana.rondon@umcc.cu](mailto:ana.rondon@umcc.cu)

M. Sc. Marlene María Martínez Mora<sup>1</sup> (0000-0001-7585-3725)

Dr. C. Grethel Milán Florido<sup>1</sup> (0000-0001-6074-7964)

Dr. C. Marlen Rodríguez Oliva<sup>1</sup> (0000-0003-4248-3728)

M. Sc. Arley Pérez Rojas<sup>2</sup> (0000-0002-3175-6172). Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas

**Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo valorar los resultados de la aplicación de probióticos en abejas (*Apis mellifera* L.), para el mejoramiento de la productividad y la salud de estos animales. Se evidenció que el aislamiento, caracterización e identificación de las cepas probióticas es fundamental para la obtención de un aditivo efectivo. También se destacan los efectos de estos microorganismos en el incremento de la producción de miel y la mejora de la salud al inhibir a los microorganismos patógenos de las abejas. Se presentan algunos de los resultados de los trabajos realizados en Cuba donde se inician las investigaciones para la obtención de aditivos probióticos que sean efectivos en la disminución de las enfermedades, estimulación de la inmunidad y aprovechamiento de los nutrientes en el tracto digestivo. Se concluye que estos biopreparados probióticos constituyen productos naturales promisorios para el manejo integrado de las colmenas en aras de incrementar la salud y la productividad de las abejas.

**Palabras claves:** *aditivos; apicultura; enfermedades, miel, probióticos*

---

## Summary

The present work aims to assess the results of the application of probiotics in bees (*Apis mellifera* L.) to improve the productivity and health of these animals. It was evidenced that the isolation, characterization and identification of probiotic strains is essential to obtain an effective additive. The effects of these microorganisms in increasing honey production and improving health by inhibiting the pathogenic microorganisms of bees are also highlighted. Some of the results of the work carried out in Cuba are presented, where research is started to obtain probiotic additives that are effective in reducing diseases, stimulating immunity and taking advantage of nutrients in the digestive tract. It is concluded that these probiotic biopreparations constitute promising natural products for the integrated management of hives in order to increase the health and productivity of bees.

**Keywords:** *additives; beekeeping; diseases, honey, probiotics*

---

Las abejas son imprescindibles para el ciclo de la vida en la tierra y desarrollan tareas muy importantes en el medioambiente. Son los principales insectos encargados de la polinización y eso es esencial para la producción de alimentos, la diversidad biológica y la manutención de ambientes amenazados. La polinización permite la reproducción de las plantas, lo que da lugar a la producción de frutos y de semillas (Paseyro, 2017). Se conoce que, en los bosques tropicales, alrededor del 70 % de los árboles son monoicos y por lo mismo, dependen de polinizadores para su reproducción. De estos, cerca del 80 % son polinizados por insectos, y entre el 40-50 % son abejas (Red por una América Libre de Transgénicos, 2016).

Estos insectos tienen gran importancia debido a la producción de miel, ceras, propóleos, las cuales se utilizan para la generación de productos alimenticios, cosméticos y farmacológicos (Paseyro, 2017). En Cuba, la miel de abejas y sus derivados constituyen uno de los rubros exportables más importantes del Grupo Empresarial Agroforestal del Ministerio de la Agricultura, al aportar anualmente ingresos de unos 20 millones de dólares. El 90 % de la miel cubana se exporta a Europa principalmente a Alemania, Holanda, España y Suiza y solo el 5 % se destina al mercado local (SEFC, 2019).

La abeja melífera (*Apis mellifera*) es mundialmente el polinizador más importante en la agricultura. Sin embargo, desde el año 2006 hasta el día de hoy, un decrecimiento anormal de las colonias de abejas tiene lugar, fenómeno conocido como desorden del colapso de las colonias (CCD). El CCD se describe como el abandono aparentemente espontáneo de las abejas obreras de las colmenas, y las reinas se quedan acompañadas de un grupo pequeño de abejas nodrizas. Las causas específicas de este desorden se desconocen, pero existen algunos factores que pueden incidir como: las plagas y enfermedades; el uso de químicos en las colonias de abejas y su ambiente circundante; las prácticas de mantenimiento de las abejas; las prácticas agrícolas y el cambio climático (Asenjo *et al.*, 2016).

La apicultura o el cultivo de abejas es una actividad agropecuaria orientada a la crianza de abejas. Esta actividad genera varios impactos positivos, entre los cuales cabe destacar el importante rol que desempeñan las abejas melíferas en el mantenimiento de casi toda la vida en la tierra, pues son los principales agentes polinizadores de cultivos comerciales y de la flora silvestre (Arredondo, 2015). Además, intervienen en la producción de gran cantidad de productos de interés industrial como la miel, cera, jalea real, propóleos, veneno de abejas, entre otros productos (SEFC, 2019). Sin embargo, a pesar de su importancia, actualmente en el mundo se aprecia una disminución del número de colmenas.

El aumento de la mortalidad de las abejas es atribuible a múltiples factores de estrés que varían en función de la zona geográfica, las características locales o las condiciones climáticas; y entre estos factores figuran el grave impacto de las especies exóticas invasoras, como el ácaro *Varroa destructor*, el pequeño escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*), la avispa asiática (*Vespa velutina*) y *Paenibacillus larvae* (agente causal de la Loque americana), entre otros (Burnham, 2019). También se deben tener en cuenta los efectos de otros patógenos como la nosemosis y de los efectos de ciertas sustancias activas presentes en los productos fitosanitarios y biocidas, el cambio climático, la degradación ambiental, la degeneración de los hábitats y la desaparición progresiva de las angiospermas (Manzano, 2018; Borges *et al.*, 2021).

El uso generalizado de antibióticos en la apicultura contribuye sustancialmente a la diseminación mundial de la resistencia a los antimicrobianos y tiene el potencial de influir negativamente en las bacterias simbiotas de las abejas melíferas. Se conoce que la administración rutinaria de

antibióticos como la oxitetraciclina aumenta selectivamente la abundancia de tetB (gen de resistencia) en la microbiota intestinal de las obreras adultas y, al mismo tiempo, agota la presencia de varios simbiontes claves conocidos por regular la función inmune y el metabolismo de los nutrientes como *Frischella perrera* y cepas de *Lactobacillus Firm-5*. Estos cambios microbianos se caracterizaron funcionalmente por la observación de la disminución de los recuentos de crías y la capacidad antimicrobiana reducida de la hemolinfa adulta (Daisley *et al.*, 2020).

Debido al estilo de vida colonial de las abejas, ellas pueden infectarse con una gran variedad de patógenos, entre los cuales se encuentran enfermedades producidas por ácaros, bacterias, hongos y virus (DeGrandi y Chen, 2015). En Cuba, cuando se producen grandes infestaciones por estos patógenos no se aplican medicamentos, antibióticos ni sustancias químicas para el tratamiento de las patologías de las colmenas, solo se practica el Manejo Integrado, que consiste en el saneamiento de las colmenas, la castra en el apiario, para evitar el transporte de miel o panales infectados, el cambio de abejas reinas y de ser necesario, se realiza el sacrificio de las colmenas si se detectan brotes de enfermedades infecciosas graves, lo que trae consigo la disminución de las poblaciones de estos insectos (Pérez, 2017).

La dependencia alimentaria de las abejas con la microbiota asociada, es un tópico que adquiere gran interés en la comunidad internacional, debido al impacto que pueden tener en la nutrición y el fortalecimiento del sistema inmune. Es necesario reconocer que los microorganismos son parte de la dieta de las abejas y su uso dentro de las actividades apícolas es una ventana de oportunidad en la investigación de la salud de las colmenas (Añón, 2018). En este sentido se reconoce la posibilidad de utilizar biopreparados probióticos para mejorar la productividad y la salud de las abejas. De ahí que, ante la presencia de las enfermedades en las abejas, una posible solución natural al problema consistiría en completar la maduración de la microbiota intestinal de la larva o fortalecerla con la administración de microorganismos beneficiosos como las bacterias lácticas o algunas cepas de *Bacillus* (Audisio, 2017). El presente trabajo tiene como objetivo valorar los resultados de la aplicación de probióticos en abejas (*Apis mellifera* L.), para el mejoramiento de la productividad y la salud de estos animales.

Las abejas, como los seres humanos, otros animales y las plantas, se enferman. Es interesante observar que las enfermedades más peligrosas para las abejas y que pueden llevar a la muerte de la

colonia, las afecta en su estado de larva (en las primeras etapas de la vida de una abeja), cuando la composición de su microbiota intestinal está incompleta (Audisio, 2017).

Una posible solución natural al problema consistiría en completar la maduración de la microbiota intestinal de la larva o fortalecerla con la administración de microorganismos "beneficiosos" como las bacterias lácticas o algunas cepas de *Bacillus*. En este sentido Audisio y Benítez-Ahrendts (2011) administraron una vez al mes, células de *Lactobacillus johnsonii* y observaron que a los tres meses aumentaba el área de cría abierta y operculada, el estímulo de la ovipostura de la reina, el número de abejas y el rendimiento en miel.

Según Science (2018), agregar probióticos a los alimentos de las abejas ayuda a que sean más resistentes a la nosemosis, una infección por hongos asociada con el trastorno del colapso de las colonias. Los probióticos pueden disminuir la tasa de mortalidad de esta infección en las abejas hasta en un 40 %.

Chmiel et al. (2020) refieren que uno de los principales problemas de la apicultura en el mundo es el efecto de los pesticidas, sin embargo, se ha comprobado que las bacterias ácido lácticas son capaces de degradar a muchos de estos compuestos tóxicos.

Antunez et al. (2019) obtuvieron una colección de aislamientos a partir de abejas de colmenas históricamente sanas, los que en su mayoría fueron identificados como *Lactobacillus kunkeei*. A pesar de pertenecer a la misma especie estos aislamientos presentaron diferencias fenotípicas y genotípicas. Se obtuvo una mezcla de 4 cepas de *L. kunkeei*. Su administración fue segura para larvas y abejas adultas en condiciones de laboratorio, disminuyó la mortalidad causada por la bacteria *P. larvae* en larvas y disminuyó el número de esporas de *N. ceranae* en abejas adultas. La administración de esta mezcla en ensayos de campo logró disminuir la infestación por *V. destructor*, potenciando el efecto del acaricida sintético, y a la vez, disminuir la infección por *N. ceranae*. Si bien estos resultados son auspiciosos, es necesario realizar más ensayos para confirmar su efecto en condiciones de campo.

Se ha visto que microorganismos aislados de la colmena son capaces de inhibir *in vitro* el crecimiento de patógenos como *P. larvae* o *Ascosphaera apis*. En general, se trata de bacterias pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Paenibacillus*, *Stenotrophomonas*, *Acinetobacter*, *Serratia*, *Providencia* y *Sphingomonas* (Yoshiyama et al., 2013).

Se plantea que una de las especies dominantes en el tracto digestivo de abejas melíferas es *Lactobacillus kunkeei* (Anderson *et al.*, 2013; Vojvodic *et al.*, 2013; Olmos *et al.*, 2014). El rol ecológico de este microorganismo en el tracto de estos insectos es aún desconocido, pero se observó *in vitro* que es capaz de inhibir a bacterias y levaduras patógenas de las abejas y el hombre. Adicionalmente se comprobó que la morbilidad de las larvas de abejas infectadas por patógenos disminuía cuando estas se suplementaban con un coctel de *Lactobacillus kunkeei* y otras bacterias productoras de ácido láctico (Vásquez *et al.*, 2012; Arredondo *et al.*, 2018).

Alfaro (2013) informó que una especie de *Lactobacillus*, aislada del tracto digestivo de abejas se empleó como probiótico en estos insectos y como resultado se obtuvo la inhibición de la bacteria *Paenibacillus larvae* y hongos como *Ascosphaera*. También observaron un aumento de la población de abejas, y las adultas vivieron más tiempo, por lo tanto, se incrementaron los rendimientos de miel en las colmenas hasta en un 20 %. Por su parte Augustinos *et al.* (2015) comprobaron que la aplicación de probióticos como *Enterobacter* sp. Propició un rápido desarrollo del ciclo de vida de estos insectos.

La loque americana (AFB) es una enfermedad muy virulenta que afecta a las abejas melíferas (*Apis mellifera*). El organismo causante, las larvas de *Paenibacillus* atacan a las crías y hacen que las colmenas sean disfuncionales durante estados activos de la enfermedad. Autores como Daisley *et al.* (2020) evaluaron como la suplementación de la colmena con lactobacilos probióticos (administrados a través de una hamburguesa nutritiva; BioPatty) aumentaron la resistencia de las colonias ante un brote de la AFB. Los resultados demostraron que la carga patógena y la actividad proteolítica fue significativamente más baja en las larvas tratadas con BioPatty. Los *experimentos in vitro* que utilizaron larvas de abejas melíferas criadas en laboratorio mostraron que *Lactobacillus plantarum* Lp39, *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 y *Lactobacillus kunkeei* BR-1 (contenidos en BioPatty) podrían reducir la carga de patógenos, regular el incremento de la expresión de genes inmunes claves y mejorar la supervivencia durante la infección por *P. larvae*. Estos hallazgos sugieren que el uso de este suplemento a la colmena es práctico y asequible para los apicultores, y puede ser eficaz para reducir las pérdidas de las colmenas relacionadas con patógenos.

Kačaniová *et al.* (2020) aislaron e identificaron bacterias intestinales de *Apis mellifera* y evaluaron el efecto antagonista de estas frente a larvas contaminadas con *Paenibacillus*. Las bacterias se

identificaron en cinco clases, 27 géneros y 66 especies de bacterias. Entre ellos, *Lactobacillus* (10 especies) y *Bacillus* (8 especies) fueron los más abundantes. Se confirmó que especialmente *L. kunkeei*, *L. crispatus* y *L. acidophilus*. Mostraron mayor actividad antimicrobiana frente a *P. larvae*.

Ptaszyńska *et al.* (2016) desarrollaron un experimento para determinar el efecto antimicrobiano *in vivo* de la aplicación de un simbiótico (probiótico + prebiótico) comercial a base de *Lactobacillus rannhosus* e inulina frente a la infección de *Nosema ceranae*. Sorpresivamente estos autores demostraron que las abejas alimentadas con estos biopreparados fueron más susceptibles a la infección por este hongo y el tiempo de vida resultó más corto en relación al grupo control. El número de esporas de *N. ceranae* en abejas alimentadas por 9 días con el probiótico comercial fue 25 veces más alto (970 millones de esporas por abeja) que en el grupo control (38 millones de esporas por abeja). En conclusión, la suplementación de la dieta de las abejas con probióticos o prebióticos no seleccionados apropiadamente puede no prevenir la nosemosis, desequilibrar el sistema inmune de los insectos e incluso provocar el aumento de la mortalidad de las abejas. De ahí la importancia de la correcta selección de estos microorganismos para la reducción de los patógenos en las colmenas.

Dentro de los métodos empleados para evaluar el efecto de microorganismos en las abejas se encuentra el descrito por Good *et al.* (2014), cuando utilizaron flores artificiales y colocaron en ellas néctar sintético inoculado con bacterias y levaduras. En la figura 1 se presentan imágenes de este experimento donde se observa el diseño y la disposición del apiario. A través de este método se puede conocer si los microorganismos inoculados provocan cambios químicos en el néctar que impidan que las abejas los seleccionen para su alimentación.

No solo las BAL se emplean como probióticos, también cepas del género *Bacillus* spp. pueden ser utilizadas para prevenir o controlar a los microorganismos patógenos. Evans y Armstrong (2006) detectaron que diez cepas de *Bacillus* sp inhibieron a *P. larvae*, ocho eran del grupo de *Bacillus cereus* y dos eran *B. fusiformis*. En este sentido Wu *et al.* (2014) observaron que cepas de este género mostraron actividad inhibitoria frente a *Melissococcus plutonius*, agente causal de enfermedades en *Apis cerana japonica*.



Figura 1. Apiario experimental y colocación de las flores artificiales (a) Apiario con flores artificiales organizado en la sombra con 1 - 2 metros entre colmenas. (B) postura de las flores experimentales que contienen néctar sintético inoculado con microbios de las abejas melíferas (C) flor experimental que muestra una abeja melífera alimentándose de néctar sintético (Tomado de Good *et al.*, 2014).

De acuerdo con Fuenmayor *et al.* (2011), el polen recolectado por abejas es un producto de gran interés nutricional por la concentración de diferentes componentes relevantes en la dieta humana. Sin embargo, estudios previos demuestran las limitantes del sistema digestivo de los monogástricos para el aprovechamiento de algunos de estos nutrientes, debido a la resistente microestructura que recubre los granos de polen. Estos autores demostraron que es posible inducir una fermentación láctica en fase sólida en una matriz conformada por polen apícola, con un inóculo del microorganismo *Lactobacillus acidophilus* por medio de una incubación a 35 °C para la obtención de un producto probiótico y con características funcionales adicionales, el que puede emplearse como suplemento dietario proteico apto para el consumo humano o como ingrediente en la fabricación de otros alimentos.

Baffoni *et al.* (2016) sugieren que la suplementación de la dieta de las abejas con cepas de bifidobacterias y lactobacilos, los cuales secretan antibióticos, provocan la reducción de los niveles de esporas de *N. ceranae*. Se demostró que otras cepas bacterianas y probióticos (*Parasaccharibacter apium*, *Bacillus* spp., Bactocell® y Levucell SB) mejoran la supervivencia de las abejas infectadas, pero no disminuyen las cargas de esporas (El Khoury *et al.*, 2018).

Leonard *et al.* (2020) presentaron un nuevo enfoque para manipular la expresión génica de las abejas y proteger la salud de estos insectos. Estos autores modificaron genéticamente una bacteria intestinal *Snodgrassella alvi*, para inducir respuestas inmunes por ARN de interferencia (ARNi). Demostraron que *S. alvi* modificada puede volver a colonizar abejas de manera estable y producir ARN de doble hebra para activar el ARNi y provocar la disminución de los gérmenes.

En Cuba son escasas las investigaciones acerca de la obtención y aplicación de probióticos en abejas. Entre los más relevantes están los desarrollados por Hernández *et al.* (2020), quienes aislaron e identificaron a bacterias ácido lácticas (BAL) a partir del tracto digestivo de *Apis mellifera*. Como resultado se obtuvieron 35 aislamientos, de ellos 13 se consideraron como BAL por sus características morfológicas y bioquímicas. Se amplificó mediante PCR y usando cebadores universales un fragmento del gen ADNr 16S a partir del ADN bacteriano. Los productos de PCR obtenidos se purificaron y secuenciaron. Las secuencias obtenidas se compararon con otras depositadas en la base de datos GenBank. Las cepas también se identificaron mediante caracterización proteómica utilizando MALDI TOF MS. Los resultados mostraron la presencia de cuatro géneros de BAL; predominaron *Lactobacillus* spp. (38,4 %) y *Fructobacillus* spp. (30,8 %) y, en el análisis por especies, se identificaron *Lactobacillus kunkeei* (31 %) y *Fructobacillus fructosus* (31 %). El estudio confirmó el predominio del género *Lactobacillus* en el tracto digestivo de las abejas.

Por su parte Rondón *et al.* (2021) diseñaron una metodología para la obtención de un biopreparado probiótico a partir de microorganismos procedentes del tracto digestivo de *Mellipona beekii* destinado a la mejora de la salud de *Apis mellifera* L. Se propone una secuencia experimental que parte desde el aislamiento de los microorganismos hasta la evaluación del efecto del biopreparado en indicadores de salud de las abejas. Para ello se realizó la búsqueda de los métodos y procedimientos más adecuados para cada etapa de la investigación. La aplicación del biopreparado

que se obtenga contribuirá a reducir el índice de infección en las abejas y la quema de las colonias, para así garantizar la polinización y el cuidado del medio ambiente, además de la producción de miel con fines exportables.

Martínez *et al.* (2021) evaluaron la actividad antimicrobiana de las mieles de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* frente a cepas de *Staphylococcus aureus*. Estos autores comprobaron que la miel de *Melipona beecheii* fue la que presentó mayor efecto inhibitorio frente a las cepas de *Staphylococcus aureus* investigadas. De las tres cepas estudiadas, la C9 fue la que mostró mayor DZI, con halos de 22,6 mm para la miel de *Melipona beecheii*. Se demuestra que las mieles de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* tuvieron acción inhibitoria sobre todas las cepas en estudio, por lo que constituyen una alternativa para el tratamiento de enfermedades provocadas por estas bacterias. Se plantea la probabilidad, de que además del efecto de la alta concentración de azúcares en los patógenos, se presenten sustancias inhibitorias producidas por bacterias probióticas.

Se concluye que estos biopreparados probióticos constituyen productos naturales promisorios para el manejo integrado de las colmenas en aras de incrementar la salud y la productividad de las abejas. Se impone el desarrollo de nuevas investigaciones que corroboren la efectividad de estos aditivos.

#### Referencias bibliográficas

- Alfaro, L. (2013). *Mejoraron la producción de miel con la aplicación de bacterias probióticas. Tres Líneas*. Disponible en: <https://www.treslineas.com.ar/mejoraron-produccion-miel-aplicacion-bacterias-probioticas-n-897198.html>
- Anderson, K. E., Sheehan, T. H., Mott, B. M., Maes, P., Snyder, L., Schwan, M. R., *et al.* (2013) Microbial Ecology of the Hive and Pollination Landscape: Bacterial Associates from Floral Nectar, the Alimentary Tract and Stored Food of Honey Bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE*, 8 (12), e83125. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083125>
- Añón, G. (2018). Efecto de la administración de un probiótico sobre los distintos patógenos que afectan la salud de las abejas melíferas. Tesina para optar al título de Licenciado en Bioquímica. Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19178/1/uy24-19064.pdf>

- Antunez, K. (2019). *Desarrollo de una estrategia natural para el control de Varroa destructor, integrando el uso de probióticos y productos orgánicos*. Instituto Nacional de investigación Agropecuario de Uruguay. Serie FPTA-INIA 75. ISBN: 978-9974-38-415-6
- Arredondo, D. (2015). Desarrollo de un probiótico para mejorar la salud de las abejas. Tesis de Maestría. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Uruguay. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/26659/1/uy24-17466.pdf>
- Arredondo, D., Castelli, L., Porrini, M. P., Garrido, P. M., Eguaras, M. J., Zunino, P., et al. (2018). *Lactobacillus kunkeei* strains decreased the infection by honey bee pathogens *Paenibacillus larvae* and *Nosema ceranae*. *Benef. Microbes* 9, 279–290. <https://doi.10.3920/BM2017.0075>
- Asenjo, F., Olmos, A., Henríquez-Piskulich, P., Polanco, V., Aldea, P., Ugalde, J.A. y Trombert, A.N. (2016). Genome sequencing and analysis of the first complete genome of *Lactobacillus kunkeei* strain MP2, an *Apis mellifera* gut isolate. *PeerJ*, 4, 2-21. <https://doi.10.7717/peerj.1950>
- Audisio, M. C. (2017). *Microorganismos beneficiosos para la abeja melífera*. Disponible en <https://www.opia.cl/601/w3-article-91670.html>
- Audisio, M. C. y Benítez-Ahrendts, M. R. (2011). *Lactobacillus johnsonii* CRL1647, isolated from *Apis mellifera* L. bee-gut, exhibited a beneficial effect on honeybee colonies. *Beneficial Microbes*, 2, 29-34. <https://doi.10.3920/BM2010.0024>
- Augustinos, A. A., Kyritsis, G. A., Papadopoulos, N. T., Abd-Alla, A. M. M., Caceres C. y Bourtzis, K. (2015). Exploitation of the medfly gut microbiota for the enhancement of sterile insect technique: use of *Enterobacter* sp. in larval diet-based probiotic applications. *PLoS One*, 10. <https://doi.10.1371/journal.pone.0136459>
- Baffoni, L., Gaggia, F., Alberoni, D., Cabbri, R., Nanetti, A., Biavati, B., et al. (2016). Effect of dietary supplementation of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* strains in *Apis mellifera* L. against *Nosema ceranae*. *Benef Microbes* 7, 45–51. <https://doi.10.3920/BM2015.0085>

- Borges, D., Guzman-Novoa, E., y Goodwin, P. H. (2021). Effects of Prebiotics and Probiotics on Honey Bees (*Apis mellifera*) Infected with the Microsporidian Parasite *Nosema ceranae*. *Microorganisms*, 9 (3), 481. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030481>
- Burnham, A.J. (2019). Scientific Advances in controlling *Nosema ceranae* (Microsporidia) infections in honey bees (*Apis mellifera*). *Front Vet Sci*, 6, 79. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00079>
- Chmiel, J. A., Daisley, B. A., Pitek, A. P., Thompson, G. J. y Reid, G. (2020). Understanding the Effects of Sublethal Pesticide Exposure on Honey Bees: A Role for Probiotics as Mediators of Environmental Stress. *Front. Ecol. Evol.* 8, 22. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00022>
- Daisley, B. A., Pitek, A. P., Chmiel, J. A., Gibbons, S., Chernyshova, A. M., Al, K. F., Faragalla, K. M., Burton, J. P., Thompson, G. J., y Reid, G. (2020). *Lactobacillus* spp. attenuate antibiotic-induced immune and microbiota dysregulation in honey bees. *Communications biology*, 3 (1), 534. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01259-8>
- DeGrandi, G. y Chen, Y. (2015). Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current Opinion in Insect Science*, 10: 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007>
- El Khoury, S., Rousseau, A., Lecoeur, A., Cheaib, B., Bouslama, S. y Mercier, P. L. (2018). Deleterious interaction between honeybees (*Apis mellifera*) and its microsporidian intracellular parasite *Nosema ceranae* was mitigated by administering either endogenous or allochthonous gut microbiota strains. *Front Ecol Evol*, 6:58. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00058>
- Evans, J.D. y Armstrong, T.N. (2006). Antagonistic interactions between honey bee bacterial symbionts and implications for disease. *BMC Ecology*, 6 (4), 1-9. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-4>
- Fuenmayor, C. A., Quicazán, M. C. y Figueroa, J. (2011). Desarrollo de un suplemento nutricional mediante la fermentación en fase sólida de polen de abejas empleando bacterias ácido lácticas probióticas. *Revista Alimentos Hoy*, 20 (23), 18-40. Disponible en: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/24>

- Good, A.P., Gauthier, -Pierre, L.M., Vannette, R.L. & Fukami, T. (2014). Honey bees avoid nectar colonized by three bacterial species, but not by a yeast species, isolated from the bee gut. *PLoS ONE*, 9 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086494>
- Hernández, J. E., Rodríguez, J. A., Frizzo, L., Fernández, K., Solenzal, Y., Soto, L., y Viciado, D. (2020) Isolation and identification of lactic acid bacteria from the digestive tract of adult bees *Apis mellifera*. *Revista de Salud Animal*, 42 (2). E-ISSN: 2224-4700.
- Leonard, S. P., Powell, J. E., Perutka, J., Geng, P., Heckmann, L. C., Horak, R. D., Davies, B. W., Ellington, A. D., Barrick, J. E., y Moran, N. A. (2020). Engineered symbionts activate honey bee immunity and limit pathogens. *Science* (New York, N.Y.), 367 (6477), 573–576. <https://doi.org/10.1126/science.aax9039>
- Manzano, J. (2018). El declive de las abejas. *Ecocolmena*. Disponible en: <https://ecocolmena.com/la-apicultura/el-declive-de-las-abejas>
- Martínez, M. M.; Rubio, Y.; Valdivia, A. y Rojas, A. (2021). Propiedades antimicrobianas de las mieles de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* frente a cepas de *Staphylococcus aureus*. X Convención Científica de la Universidad de Matanzas. XIV Taller Internacional de Ecología, Recursos Agrosostenibles. Matanzas, 2021. ISBN: 978-959-16-4547-0
- Olmos, A., Henríquez-Piskulich, P., Sanchez, C., Rojas-Herrera, M., Moreno-Pino, M., Gómez, M., Rodríguez Da Silva, R., Maracaja-Coutinho, V., Aldea, P. y Trombert, A.N. (2014). Draft Genome of Chilean Honeybee (*Apis mellifera*) Gut Strain *Lactobacillus kunkeei* MP2. *Genome Announcements* 2: e01013-14-e01013-14. <https://doi.org/10.1128/genomeA.01013-14>
- Paseyro, J. (2017). Abejas, insectos imprescindibles. *Revista Forestal* 23: 39-46. Disponible en: <http://www.revistaforestal.uy/destacados/abejas-insectos-imprescindibles.html>
- Pérez, A. (2017). La apicultura en Cuba y su situación actual. *Agroecología*, 12 (1), 67-73. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/330361>

- Ptaszyńska, A. A., Borsuk, G., Zdybicka-Barabas, A., Cytryńska, M. y Malek, W. (2016). Are commercial probiotics and prebiotics effective in the treatment and prevention of honeybee nosemosis. *Parasitol Res*, 115, 397–406. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4761-z>
- Red por una América Libre de Transgénicos. (2016). Transgénicos, plaguicidas y el declive de la polinización y la producción melífera. Grupo de semillas de Colombia. Disponible en: <https://www.semillas.org.co/es/transg-3>
- Rondón, A. J.; Martínez, M. M. y Rodríguez, M. (2021). Metodología para la obtención de un probiótico destinado a la salud de las abejas (*Apis mellifera* L.). X Convención Científica de la Universidad de Matanzas. XIV Taller Internacional de Ecología, Recursos Agrosostenibles. Matanzas. ISBN: 978-959-16-4547-0.
- Science, D. (2018). *Probióticos que aumentan la producción de miel y la resistencia de enfermedades*. Disponible en: <http://api-cultura.com/los-probioticos-aumentan-la-produccion-de-miel-y-la-resistencia-a-enfermedades>
- SEFC (Seminario Económico y Financiero de Cuba). (2019). Miel de abejas con potencial económico. Publicado 31 de enero del 2019. Disponible en: <http://www.opciones.cu/cuba/2018-07-31/miel-de-abejas-potencial-economico/>
- Vásquez, A., Forsgren, E., Fries, I., Paxton, R. J., Flaberg, E., Szekely, L. y Olofsson, T. S. (2012). Symbionts as major modulators of insect health: lactic acid bacteria and honeybees. *PLoS One*, 7, e33188. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033188>
- Vojvodic, S., Rehan, S. M. y Anderson, K. E. (2013). Microbial gut diversity of africanized and european honey bee larval instars. *PLoS One*, 8, e72106. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072106>
- Wu, M., Sugimura, Y., Iwata, K., Takaya, N., Takamatsu, D., Kobayashi, M., Taylor, D., Kimura, K. y Yoshiyama, M. (2014). Inhibitory effect of gut bacteria from the Japanese honey bee, *Apis cerana japonica*, against *Melissococcus plutonius*, the causal agent of European foulbrood disease. *Journal of Insect Science*, 14 (129), 1-13. <https://doi.org/10.1093/jis/14.1.129>

Yoshiyama, M., Wu, M., Sugimura, Y., Takaya, N., Kimoto-Nira, H. y Suzuki, C. (2013). Inhibition of *Paenibacillus larvae* by lactic acid bacteria isolated from fermented materials. *Journal of Invertebrate Pathology*, 112, 62-67. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.09.002>