

**USO DE LAS ENDOSPORAS DE *Bacillus spp.* EN LA APICULTURA****USE OF THE ENDOSPORES OF *BACILLUS spp.* IN BEEKEEPING**

Dr. C. Grethel Milián Florido<sup>1</sup> (0000-0002-4035-8643), Universidad de Matanzas,

[grethel.milian@umcc.cu](mailto:grethel.milian@umcc.cu)

Dr. C. Ana J. Rondón Castillo<sup>1</sup> (0000-0003-3019-1971)

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

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

Dr. C. Agustín Beruvides Rodríguez<sup>1</sup> (0000-0002-8525-6595)

**Resumen**

La miel aporta muchos beneficios para la salud y la ciencia apenas está comenzando a descubrirlos. Ahora, una nueva investigación revela que la miel cruda también tiene propiedades especiales de estimulación inmunológica gracias a un probiótico presente en el néctar y en el polen de las plantas, que las abejas transportan a la colmena. Diversas investigaciones demostraron que la capacidad de la miel para estimular el sistema inmunológico tiene mucho que ver con el hecho de que los néctares de las flores contienen polifenoles vegetales y otros fitoquímicos. Ahora se puede añadir otra razón que justifica la capacidad de la miel de estimular el sistema inmunológico: una bacteria probiótica particular endémica entre las abejas melíferas. Teniendo en cuenta estos criterios se propone como objetivo de este trabajo realizar una búsqueda lo más actualizada del uso de las endosporas de *Bacillus spp.* en el sector apícola por su marcado efecto probiótico.

**Palabras claves:** abejas; aditivos probióticos; endosporas de *Bacillus spp.*; enfermedades.

---

## Abstract

Honey has many health benefits, and science is just beginning to discover them. Now, new research reveals that raw honey also has special immune-boosting properties thanks to a probiotic present in plant nectar and pollen, which bees transport to the hive. Research has shown that honey's ability to boost the immune system has a lot to do with the fact that flower nectars contain plant polyphenols and other phytochemicals. Now another reason can be added that justifies honey's ability to boost the immune system: a particular probiotic bacterium endemic among honey bees. Considering these criteria, the objective of this work is to carry out a search for the most up-to-date use of the endospores of *Bacillus* spp. in the beekeeping sector for its marked probiotic effect.

**Key words:** *additives probiotic; endospores of Bacillus subtilis; healthy.*

---

La apicultura o el cultivo de abejas es una actividad agropecuaria orientada a la crianza de abejas (*Apis mellifera* L.). Las abejas, *Apis mellifera*, son uno de los más importantes insectos en el ecosistema terrestre, no solamente por la producción de miel, dadas sus virtudes nutritivas y terapéuticas, sino además por su papel esencial como polinizadores de diferentes especies de plantas entomófilas (Demedio *et al.*, 2011 y Romero *et al.*, 2019). De ellas depende la supervivencia y evolución de más del 80 % de las especies vegetales (Sandoz, 2016), aunque este desempeño se puede alterar debido a la transformación de sus ecosistemas, como consecuencia de los cambios climáticos que se suceden en la actualidad (Hernández *et al.*, 2020). 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 (Jacovi, 2019; SEFC, 2019).

En Cuba comienza a desarrollarse la apicultura a partir de 1959, con una flora melífera empobrecida por siglos de explotación forestal indiscriminada, encontró que en esos años se alcanzaban producciones de miel de unas 2 000 – 3 000 toneladas anuales. En 1964, se creó el Sector Apícola Estatal, el cual en sus años iniciales adiestró a su personal en el manejo de las colmenas de forma práctica. A partir de la segunda mitad de la década de los setenta, el crecimiento fue constante. La

instauración de diversas instituciones constituyó un paso de avance para el desarrollo de la actividad apícola en Cuba. Un ejemplo de ello fue la creación de la Empresa Cubana de Apicultura (1976), el Laboratorio de Investigaciones y Salud Apícola (LARISA) (1980) y la Estación Experimental Apícola (1982), hoy conocida como el Centro de Investigaciones Apícolas (CIAPI) del MINAGRI (Pérez, 2009; Verde *et al.*, 2013).

Durante los últimos años se observa la pérdida de colmenas de abejas melíferas alrededor del mundo, lo que ocasiona importantes consecuencias no sólo en la producción apícola sino en todas las actividades agrícolas dependientes de la polinización (Antúnez *et al.*, 2013). Esto se asocia al aumento de la mortalidad de las abejas, las que son atribuibles 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, así como, la presencia de una gran variedad de patógenos, entre los cuales se encuentran enfermedades producidas por ácaros, bacterias, hongos y virus (DeGrandi y Chen, 2015). Dentro de las enfermedades más significativas están la varoosis, la Loque americana y la nosemosis, provocada por los microsporidios *Nosema ceranae* y *Nosema apis* (Pérez, 2017; Burnham, 2019). También debemos tener en cuenta los efectos de ciertas sustancias activas presentes en los productos fitosanitarios y otros biocidas, el cambio climático, la degradación ambiental, la degeneración de los hábitats y la desaparición progresiva de las angiospermas (Manzano, 2018).

Normalmente en Cuba ante estas 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 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). Sin embargo, se conoce que la utilización de biopreparados con efecto probiótico pudiera apalejar este escenario. De ahí que se propone como objetivo hacer una búsqueda lo más actualizada del uso de las endosporas de *Bacillus spp.* en la apicultura, como otra alternativa para el manejo de las colmenas.

*Apicultura en Cuba*



En nuestro país existe un programa de desarrollo de la Apicultura, aprobado en 2019, se propone alcanzar en 2020 las 200 000 colmenas, que es el parque con el que se obtuvieron los récords productivos de los años 80, cuando se produjeron 1 000 t de miel (Programa de Desarrollo de la Apicultura, 2015). La provincia de Matanzas resulta ser un referente indiscutible a nivel nacional por su sostenido aporte en la producción de miel. Por más de seis años, supera planes y estadísticas, aun cuando las condiciones climatológicas no resulten propicias. Cuenta con 114 productores de miel de abejas, de los cuales 45 están en el movimiento de más de 100 kilogramos de miel por colmena. Los mejores municipios en este sentido son Perico, Colón, Los Arabos y Pedro Betancourt (TV Yumurí, 2019).

Contrario a la tendencia mundial, las proyecciones de Cuba se enfocan hacia el crecimiento de este renglón. El sector apícola transita por un proceso de cambios profundos en su estructura productiva e industrial, con el propósito de desarrollar sus producciones apícolas con el mayor valor agregado para sus productos, como única vía de lograr una cadena productiva equitativa en todos sus eslabones (Pérez, 2019).

#### *Algunas de las enfermedades que se presentan en el sector apícola*

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). Dentro de las enfermedades más significativas están la varroosis, la Loque americana y la nosemosis, provocada por los microsporidios *Nosema ceranae* y *Nosema apis* (Pérez, 2017).

La varroosis es una enfermedad parasitaria de gran significación para el sector apícola en Cuba. Se dice que la práctica actual de la apicultura cubana se transformó a partir del diagnóstico en el país de la presencia del ácaro *Varroa destructor* en 1996; este parásito indujo cambios significativos en el manejo de las colmenas, lo que en combinación con los problemas económicos que tuvo que enfrentar el país y en consecuencia la apicultura, incidieron de forma negativa en el parque de colmenas y provocó la pérdida de unas 60 000 familias de las que se recuperaron unas 40 000 (Pérez, 2017).

*V. destructor* es un ácaro parásito que causa daños en la abeja, debilitándola, al deprimir su sistema inmune y favorecer la infección por otros patógenos, es letal si no se trata adecuadamente

(Rosenkranz *et al.*, 2010). Se presenta en todo el país, lo que lleva a la necesidad de aplicar productos acaricidas de forma sistemática para evitar la pérdida de las colmenas.

La presencia de *V. destructor* en las colmenas no solo es un problema en sí mismo, sino que aumenta su virulencia debido a su asociación con diferentes virus ARN. Los virus de la parálisis aguda, la parálisis crónica, la celda real negra, la cría ensacada y el virus de las alas deformadas se transmiten a través de estos agentes contaminantes (Antúnez *et al.*, 2013)

Este ácaro se alimenta exclusivamente de la hemolinfa (sangre) de las abejas. Se reproduce dentro de la cría de las obreras y los zánganos, con preferencia por estos últimos. *V. destructor* penetra dentro de una celda poco antes de la percolación y pone huevos (primer huevo macho, seguido y consecutivamente hembra) que se desarrollan en el interior de la celda operculada. El macho puede fecundar las hembras que lleguen a la madurez, normalmente una o dos dentro de una celda de obreras y tres o cuatro dentro de una celda de zánganos (Mendoza *et al.*, 2008).

La Loque Americana (L.A) es producida por el agente patógeno *Paenibacillus larvae*, y es la enfermedad más destructiva que afecta a la cría de las abejas *P. larvae* es un bacilo Gram positivo, catalasa negativo, anaerobio facultativo, con bajo porcentaje de Guanina y Citosina (GC) y formador de endosporas (Genersch *et al.*, 2006).

Las larvas de las abejas obreras, reinas y zánganos se infectan al ingerir alimento contaminado con esporas, cuando se alimentan por las abejas nodrizas (Hornitzky *et al.*, 1989). Una vez ingeridas, las esporas llegan al lumen del intestino larval donde germinan dando lugar a células vegetativas. Estas proliferan y se mueven hacia el epitelio y destruyen las interacciones célula-célula e invaden el espacio intercelular, hasta llegar a la hemolinfa del hospedero de manera muy veloz. Posteriormente, la larva muere, lo que es acompañado por la esporulación de las células vegetativas. Las esporas se diseminan dentro de la colmena cuando las abejas encargadas de la limpieza contaminan su aparato bucal al remover las larvas muertas y posteriormente, las transmiten a las larvas cuando se alimentan (Yue *et al.*, 2008).

*N. ceranae* es un hongo formado por microsporidios los cuales son parásitos intracelulares obligados de los insectos como las abejas. Su infección tiene lugar después de ingerir esporas maduras que germinan en el intestino y forman un tubo que extrude e inyecta el esporoplasma dentro del citoplasma de las células epiteliales (Martín *et al.*, 2018).

Los síntomas que se notan en la colmena afectada son: inquietud en las abejas, disminución de la actividad y debilitamiento. También se ven muchas abejas arrastrándose en el fondo y sobre los marcos, cuando se remueve el techo, fuera de la colmena se observa que las abejas infectadas apenas logran volar unos pocos metros sin posarse; otras veces se arrastran por el suelo o sobre las hojas. El abdomen a menudo está extendido por las materias fecales, y se verá brillante y grasiento (Li *et al.*, 2018).

#### *Uso de las endosporas de Bacillus spp. en la apicultura*

Según Derome (2018), agregar probióticos a los alimentos de las abejas ayuda a que sean más resistentes a la noseosis, una infección por hongos asociada con el trastorno del colapso de colonias que se viene observando en Europa y América del Norte en los últimos 20 años. Los probióticos pueden disminuir la tasa de mortalidad de esta infección en las abejas hasta un 40 %.

Dicho autor midió la efectividad de cuatro probióticos en la prevención y el tratamiento de la nariz en abejas colocadas en jaulas de laboratorio. Dos de estos probióticos, Bactocell y Levucell, son productos comerciales utilizados en granjas de porcino, pollo, camarón y salmónidos. Los otros dos probióticos son bacterias que los investigadores aislaron de la *microbiota* intestinal de abejas sanas. Los cuatro probióticos se administraron a las abejas mezclándolas con jarabes de azúcar. Después de dos semanas de pruebas, la tasa de mortalidad de las abejas infectadas era de un 20 a un 40 % menor en los que recibían probióticos que en el grupo de control. Los cuatro probióticos probados mostraron una eficacia similar.

Los aditivos probióticos se introducen hoy en los sistemas intensivos de manejo y alimentación animal, como una alternativa a la nulidad de los antibióticos promotores del crecimiento (Kadaikunnan *et al.*, 2015; Kizerwetter, 2016). Estos biopreparados naturales fortalecen el equilibrio de la *microbiota* intestinal, estimulan el sistema inmune e incrementan los rendimientos productivos lo cual contribuye a fomentar una producción pecuaria sostenible y ecológica (Milián *et al.*, 2017).

En el caso de las abejas melíferas, se han realizado varios estudios de la *microbiota* intestinal con el fin de identificar y caracterizar las bacterias que se podían utilizar como probióticos (Alberoni *et al.*, 2016).

Ensayos *in vitro* demuestran que las bacterias aisladas de las colmenas y la *microbiota* intestinal pueden inhibir el crecimiento de patógenos, tales como *Paenibacillus larvae*, *Melissococcus*

*plutonius* o *Ascosphaera apis*, agentes causales de la Loque americana, Loque europea y Ascoferiosis (Bach, 2018).

Estudios reportados por Fosrgrem *et al.* (2009), mostraron que la administración de diferentes cepas de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, a larvas infestadas por *P. larvae* redujeron significativamente la mortalidad. Resultados similares fueron observados por Vásquez *et al.* (2012), con el patógeno *M. plutonius*. La administración de *L. kunkeei* en abejas adultas consiguió disminuir el número de esporas de *N. ceranae*, lo que se demuestra el posible efecto antiparasitario (Bach, 2018).

Por otro lado, las bacterias probióticas podrían actuar de forma indirecta sobre los patógenos mediante la estimulación de la respuesta inmune (Castro, 2018). Una de las características que distingue al género *Bacillus* es precisamente la de activar el sistema inmune, lo que permite obtener crianzas más productivas, saludables y resistentes a las enfermedades (Milián *et al.*, 2021).

En los últimos años se reconoce el género *Bacillus spp.* por el potencial que posee para sintetizar metabolitos con actividad antifúngica y antibacteriana. Estas sustancias antimicrobianas son biopéptidos con diferente estructura química, que se utilizan como agentes terapéuticos contra bacterias y hongos patógenos, capaces de actuar sobre microorganismos de diversa etiología. El efecto bio-controlador que ejerce *Bacillus spp.*, es el resultado de diversos mecanismos, entre los que se encuentra la antibiosis, que se produce debido a la producción de péptidos, lipopéptidos y fosfolípidos (Kadaikunnan *et al.*, 2015).

Evans (2004) refieren que los probióticos podrían actuar de forma indirecta mediante la estimulación de la respuesta inmune innata. Esto también es importante para el control de *V. destructor*, ya que este patógeno, junto con *N. ceranae*, son capaces de deprimir la respuesta inmune de la abeja, y causar un mayor daño (Yang y Cox-Foster, 2005; Antúnez *et al.*, 2009).

Según Barros (2018) y Mozombite (2018), los probióticos a base de endosporas de *Bacillus* pueden sustituir las terapias con antibióticos y brindar una nueva alternativa menos agresiva; además de que permiten disminuir las pérdidas económicas que se originan por la presencia de patógenos en las explotaciones pecuarias.

Investigaciones llevadas a cabo por Florencia *et al.* (2018), demostraron el potencial probiótico que tienen las cepas de *Bacillus* 4A, 230P y 86B aislados de mieles y polen proveniente de abejas nativas sin aguijón. Las mismas mostraron un efecto probiótico marcado sobre el control de

patógenos como: *Listeria innocua* 6a, *L. innocua* 7, *L. monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aureuginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212.

Otros estudios reportados fueron los de Antúnez *et al.* (2019), logró disminuir la infestación por *V. destructor*, potenciando el efecto del acaricida sintético, y a la vez, disminuir la infección por *N. ceranae*.

La realización de este trabajo permite concluir que los probióticos y específicamente de las endosporas de *Bacillus* spp. en la apicultura, constituye una alternativa viable en la actualidad.

#### **Referencias bibliográficas**

- Alberoni, D., Gaggia, F., Baffoni, L. y Di Giogia, D. (2016). Beneficial microorganisms for honey bees: problems and progresses. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100 (2), 9469-9482. <http://doi.org/10.1007/s00253-016-7870-4>.
- Antúnez, K., Anido, M., Branchiccela, B., Harriet, J., Campá, J., Invernizzi, C., Martín-Hernández, R., Higes, M. y Zunino, P. (2013). Despoblación de colmenas: determinación de sus causas en Uruguay. *INIA Serie de difusión N° 41*.
- Antúnez, K., Arredondo, D., Castelli, L., Silva, F., Añón, G., Harriet, J., Campá, J., Invernizzi, C. y Zunino, C. P. (2019). Desarrollo de una estrategia natural para el control de varroa destructor, integrando el uso de probióticos y productos orgánicos. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. ISSN: 1688-924X. Serie: FPTA N° 75. ISBN: 978-9974-38-415-6. <http://www.inia.uy>
- Antúnez, K., Martín, H. R., Prieto, L., Meana, A., Zunino, P. y Higes, M. (2009). Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environmental Microbiology*, 11, 2284-2290.
- Bach, G. (2018). Efecto de la administración de un probiótico sobre distintos patógenos que afectan la salud de las abejas melíferas. Tesina para optar por el título de Licenciado en Bioquímica. Facultad de Ciencias. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Montevideo, Uruguay.
- Barros, M.V.C. (2018). Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión. Diploma Thesis. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Burnham, A.J. (2019). Scientific Advances in controlling *Nosema ceranae* (Microsporidia) infections in honey bees (*Apis mellifera*). *Front Vet Sci*, 6, 79. <https://10.3389/fvets.2019.00079>



- Castro, J. (2018). *Los probióticos en la miel natural: ¿Una fuente de salud? Una nueva investigación revela que la miel cruda*. <https://www.apiterapia.center>
- Degrandi, G. y Chen, Y. (2015). Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current Opinion in Insect Science* 10, 170–176.
- Demedio, J. L., Sanabria, J. L., Leal, A., Lóriga, W. y Fonte, L. (2011). Polinización apícola: una invitación a los agricultores. *Revista CEDAR Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" Cuba*.
- Derome, N. (2018). *Probióticos para proteger a las abejas de una infección asociada con el trastorno del colapso de colonias*. Disponible en: Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal. Fuente: Science Daily.
- Evans, J.D. (2004). Transcriptional immune responses by honey bee larvae during invasion by the bacterial pathogen, *Paenibacillus larvae*. *Journal of Invertebrate Pathology* 85, 105-111.
- Florencia, A. A., Gómez, J. S. y Salomón, V. (2018). Potencial probiotico de cepas de *Bacillus* aisladas de miel y polen de Tucumán. XXVI Jornada de Jóvenes Investigadores. Universidad Nacional del Guayo, Argentina.
- Forsgren, E., Olofson, T. C., Vásquez, A. y Fries, I. (2009). Novel lactic acid bacteria inhibit *Paenibacillus larvae* in honey bee larvae. *Apidologie*, 41 (1), 99-108. <http://doi.org/10.1051/apido/2009065>
- Genersch, E., Forsgren, E., Pentikainen, J., Ashiralieva, A., Rauch, S., Kilwinski, J. y Fries, I. (2006). Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp *pulvifaciens* and *Paenibacillus larvae* subs *P. larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 56, 501-511.
- Hernández, J. E. G., Rodríguez, J. A. D., Sebastián, L. F., Fernández, K. J. L., Solenzal, Y. V., Paola, L. S. y Viciedo, D. G. (2020). Isolation and identification of lactic acid bacteria from the digestive tract of adult bees *Apis mellifera*. *Rev. Salud*, 42 (2). On-line ISSN 2224-4700.
- Hornitzky, M.A.Z. y Karlovskis, S. (1989). A culture technique for the detection of *Bacillus larvae* in honey bees. *Journal of Apicultural Research* 28, 118-120.
- JACOBY. (2019). *Apicultores nicaragüenses necesitan préstamos tras un "dulce" 2018 – APEN*. <http://apen.org.ni/apicultores-nicaraguenses-necesitan-prestamos-tras-dulce-2018>

- Kadaikunnan, S., Rejiniem on, T. S., Khaled, J. M., Alharbi, N. S. y Mothana, R. (2015). In-vitro antibacterial, antifungal, antioxidant and functional properties of *Bacillus amyloliquefaciens*. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 14, 9. <https://doi.org/10.1186/s12941-015-0069-1>
- Kizerwetter, M. y Binek, M. (2016). Assessment of potentially probiotic properties of *Lactobacillus* strains isolated from chickens. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 19 (1), 15–20.
- Li, W., Chen, Y. y Cook, S.C. (2018). Chronic *Nosema ceranae* infection inflicts comprehensive and persistent immunosuppression and accelerated lipid loss in host *Apis mellifera* honey bees. *Int J Parasitol.* 48, 433–44.
- Manzano, J. (2018). El declive de las abejas. *Ecocolmena*. <https://ecocolmena.com/la-apicultura/el-declive-de-las-abejas>
- Martín, H. R., Bartolomé, C., Chejanovsky, N., Le Conte, Y., Dalmon, A. y Dussaubat, C. (2018). *Nosema ceranae* in *Apis mellifera*: a 12 years postdetection perspective. *Environ Microbiol* 20, 1302–29. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14103>
- Mendoza, Y., Ramallo, G., Díaz-Cetti, S., Ojeda, M.P. y Carrasco-Letelier, L. (2008). Factores predisponentes, pautas sanitarias y medidas de control que se deben integrar para manejar el control de la varroasis. *Serie de Actividades de Difusión* (INIA la Estanzuela).
- Milián, G. F., Rodríguez, M. O., González, O., Rondón, A. J. C., Pérez, M. L. Q., Beruvides, F. y Placeres, I. (2021). Evaluation of the zootechnical additive SUBTILPROBIO® E-44 in productive and health indicators in heavy pure breeds birds under production conditions. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 5 (1), 67-75.
- Milián, G., Rondón, A. J., Pérez, M., Arteaga, F., Boucourt, R., Portilla, Y., Rodríguez, M., Pérez, Y. y Laurencio, M. (2017). Efecto de aditivos zootécnicos sobre indicadores productivos y de salud en pollos. *Revista Pastos y Forrajes* 40 (4), 315 – 322.
- Milián, G. F., Rodríguez, M. O., Díaz, D., Rondón, A. J., Pérez, M. Q., Boucourt, R., Rodríguez, M. O., Portilla, Y. y Beruvides, A. (2019). Evaluation of the zootechnical additive SUBTILPROBIO® C-31 on feeding of laying hens in a commercial production unit. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53 (2), 161-168. ISSN: 2079-3480.

- Mozombite, C.F.T. (2018). Efecto del uso de dos niveles de un probiótico en el desempeño productivo de pollos parrilleros de la Línea Cobb 500 en fase de inicio. Diploma Thesis. Facultad de Zootecnia, Yurimaguas, Perú.
- Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal. (2018). Probióticos para proteger a las abejas de una infección asociada con el trastorno del colapso de colonias. *Science Daily*. <http://www.fia.cl>
- Pérez, A. (2009). Conferencia Magistral "Historia y Perspectivas de la Apicultura en Cuba". Memorias del III Congreso Nacional de Apicultura.
- Pérez, L. (2019). *Apicultura matancera: oficio y tradición*. <https://gironnoticias.wordpress.com/2019/10/24/apicultura-matancera-oficio-y-tradicion>
- Pérez, P. A. (2017). La apicultura en Cuba y su situación actual. *Agroecología* 12 (1), 67-73.
- Romero, S., Nastasa, A., Chapman, A., Kwong, W. K. y Foster, L. J. (2019). The Honey Bee Gut Microbiota: Strategies for Study and Characterization. *Insect molecular biology*.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P. y Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology* 103 Suppl 1, S96-119.
- Sandoz, M.A.M. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América Tropical. *Revista Ingeniería* 26 (1), 11-20.
- SEFC (Seminario Económico y Financiero de Cuba). (2019). *Miles de abejas con potencial económico*. Publicado 31 de enero del 2019.
- TV Yumuri. (2019). Apicultores matanceros implantaron récord de producción. <http://www.tvyumuri.icrt.cu/matanzas/apicultores-matanceros-implantaron-nuevo-record-de-produccion>
- Vásquez, A., Forsgren, E., Fries, I., Paxton, R. J., Flaberg, E., Szekely, L. y Olofson, T. C. (2012). Symbionts as major modulators of insect health: Lactic acid bacteria and honeybees. *PLoS ONE*, 7 (3). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0033188>
- Verde, M., Demedio, J., y Gómez T. (2013). *Apicultura. Salud y Producción / Guía técnica para el apicultor*. La Habana. Consejo Científico Veterinario.

Yang, X. y Cox-Foster, D.L. (2005). *Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification*. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A 102:7470-7477.

Yue, D., Nordhoff, M., Wieler, L.H. y Genersch, E. (2008). Fluorescence in situ hybridization (FISH) analysis of the interactions between honeybee larvae and *Paenibacillus larvae*, the causative agent of American foulbrood of honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology* 10, 1612-1620.