Insectos y simbiontes

López-Ordóñez T[1], Flores-López CA[2]

[1]Centro Regional de Investigación en Salud Pública. Departamento de Salud Poblacional y Ambiente. tlordonez@insp.mx.

[2]Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias. cflores2@uabc.edu.mx

Introducción

Una forma de abordar el tema de los simbiontes bacterianos es recordar que los seres humanos no somos capaces de sintetizar vitaminas, por lo que estamos obligados a obtenerlas de otras fuentes. La mayoría de las veces las obtenemos de nuestros alimentos, sin embargo, otra fuente importante es a partir de las bacterias que las producen en nuestro intestino (microbioma). Los avances más recientes en el estudio del microbioma humano resaltan un gran número de funciones relacionadas con nuestra salud, incluyendo la susceptibilidad a ciertas enfermedades por ausencia de algunas especies de bacterias[1].

En biología, el término simbiosis se refiere a la interacción entre dos especies distintas, en la que generalmente ambas obtienen beneficios como resultado de esta relación, a diferencia del parasitismo o de la patogénesis, en las cuales hay daño hacia una de las especies participantes. Los simbiontes bacterianos que conviven con los animales son objeto de estudio en varios niveles, principalmente dirigidos a conocer qué función tienen y cómo han llegado allí[2].

Las relaciones simbióticas bacteria-insecto en general describen a la nutrición como el principal beneficio para los hospederos atribuido a los simbiontes bacterianos. Esto se observa a través de las vías metabólicas complementarias para la síntesis de vitaminas, aminoácidos y otros compuestos esenciales para el insecto. Sin embargo, los análisis moleculares han mostrado que los beneficios que los insectos obtienen de los simbiontes bacterianos son más diversos, e incluyen efectos antivirales, contribuciones a la determinación de la tasa de sexos, la modulación de la respuesta inmune, la resistencia a factores ambientales y la defensa contra otros microorganismos[3,4,5].

Los análisis molecular y filogenético de los insectos y sus simbiontes bacterianos sugieren fuertemente que estas relaciones se establecieron hace millones de años y que evolucionaron y se diversificaron de manera conjunta[7]. Fundamentalmente ambos organismos cooperan para el éxito de la supervivencia en común, de tal forma que se les ha llamado “holobiontes”; una definición que invita a considerar a las especies involucradas en esta relación simbiótica como un solo ser vivo. La relación tan íntima que existe entre los integrantes del holobionte (endosimbionte y hospedero) se entiende mejor si se considera la complejidad del llamado “bacterioma”, órgano de los insectos que tiene como función albergar a la comunidad de bacterias simbióticas (Figura 1).

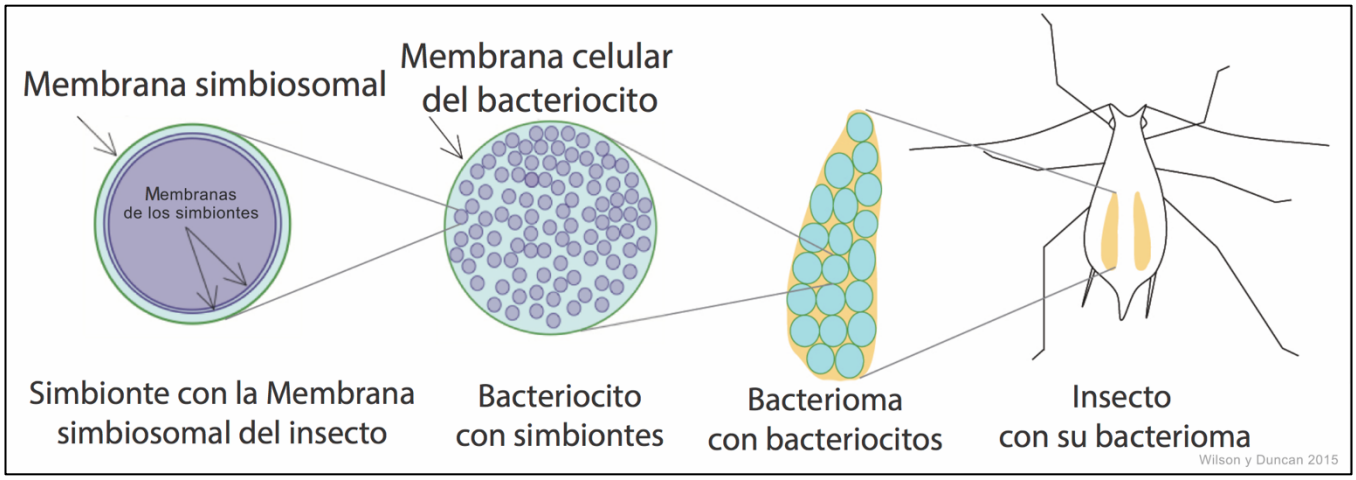

Figura 1. Estructura del bacterioma: órgano especializado donde residen los simbiontes obligados intracelulares de algunos insectos.

Funciones de los simbiontes

La figura dos, tomando como ejemplo el caso de los áfidos, nos brinda la información general de las funciones más comunes de los simbiontes bacterianos en estos insectos[8]. Las funciones de mayor interés para los biólogos son: la complementación de la dieta, la adaptación a los ambientes desfavorables y la protección a las infecciones por otros microorganismos, ya que reflejan las bases fisiológicas de la supervivencia de los insectos. Dichas funciones son de gran importancia para las actividades agrícolas, ya que, en algunos insectos, la influencia de sus simbiontes cambia el tipo de interacción con las plantas, convirtiéndolos en patógenos[9].

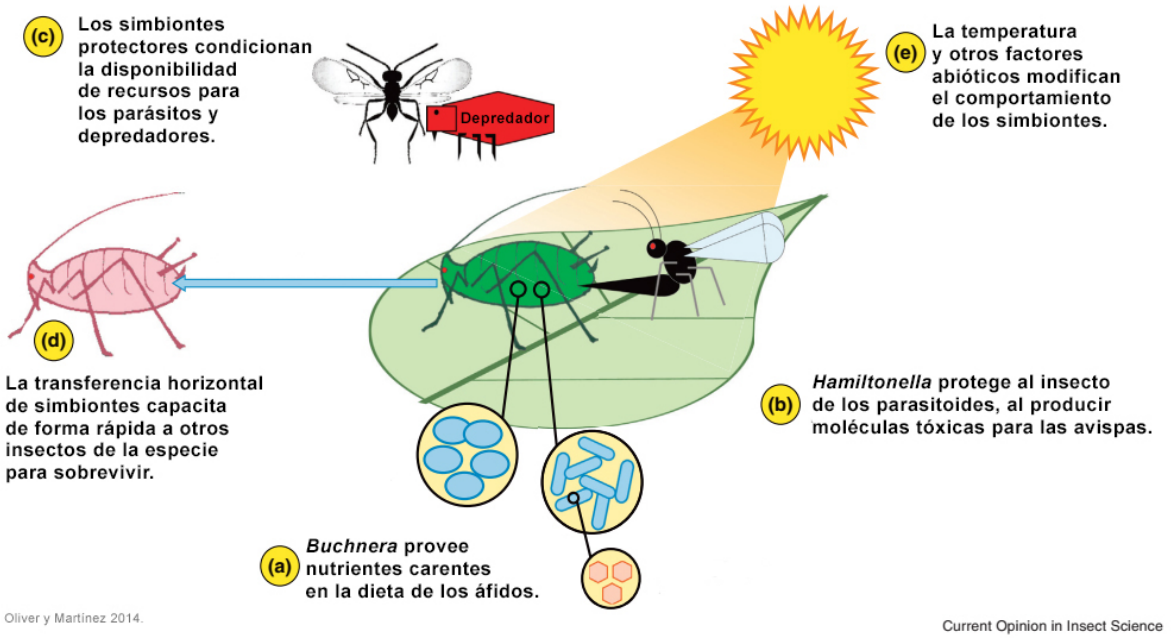

Figura 2. Se señalan las principales funciones de los simbiontes detectados en los insectos áfidos.

Para la salud humana, particularmente para las enfermedades transmitidas por insectos vectores, son de gran relevancia los simbiontes bacterianos que han probado su capacidad para reducir las poblaciones de virus de ARN, protozoarios, nemátodos y otras bacterias[10]. El simbionte más famoso, que se ha aprovechado por estas propiedades, es *Wolbachia pipientis*, bacteria intracelular del género de moscas *Drosophila* spp. que pudo ser implantado de manera estable en los mosquitos *Aedes aegypti* y es capaz de bloquear la replicación de virus dengue[10].

Aunque el caso de *Wolbachia* es el más conocido, la tecnología ha permitido el análisis de genomas de insectos junto con los de sus simbiontes, con la consecuente descripción de otras bacterias que, dentro de sus insectos hospederos, tienen diversas actividades como:

a) el acarreo de vitelogenina hacia los huevos en desarrollo en los saltamontes por una bacteria que se transmite verticalmente[11];
b) la degradación del insecticida deltametrina por bacterias de *Anopheles coluzzii*[12];
c) la afectación de la proporción de machos y hembras en la progenie de la mosquita blanca *Bemicia tabaci*: la ausencia de los simbiontes en la generación F1 causó un sesgo en la proporción de machos a hembras de 20:1[13];
d) la degradación de celulosa en el intestino posterior de las termitas por simbiontes flagelados[14].

Conclusiones

Las aplicaciones del conocimiento del papel de los simbiontes bacterianos en la fisiología de los insectos van más allá de su uso como una medida de control biológico para la reducción de las poblaciones de vectores (Figura 3). Ahora se contemplan una serie de productos biotecnológicos para utilizarlos en las industrias de procesamiento de madera, como el caso de las bacterias que degradan celulosa; dentro de la industria farmacéutica porque los simbiontes pueden ser acarreadores de medicamentos hacia el interior de las células; como complemento de las dietas en el caso de algunas deficiencias enzimáticas en animales y seres humanos (4); incluso como elementos para la descontaminación del ambiente, ya que son fuente importante de muchas enzimas que pueden degradar compuestos que existen en exceso en el ambiente producto de las actividades humanas (biorremediación).

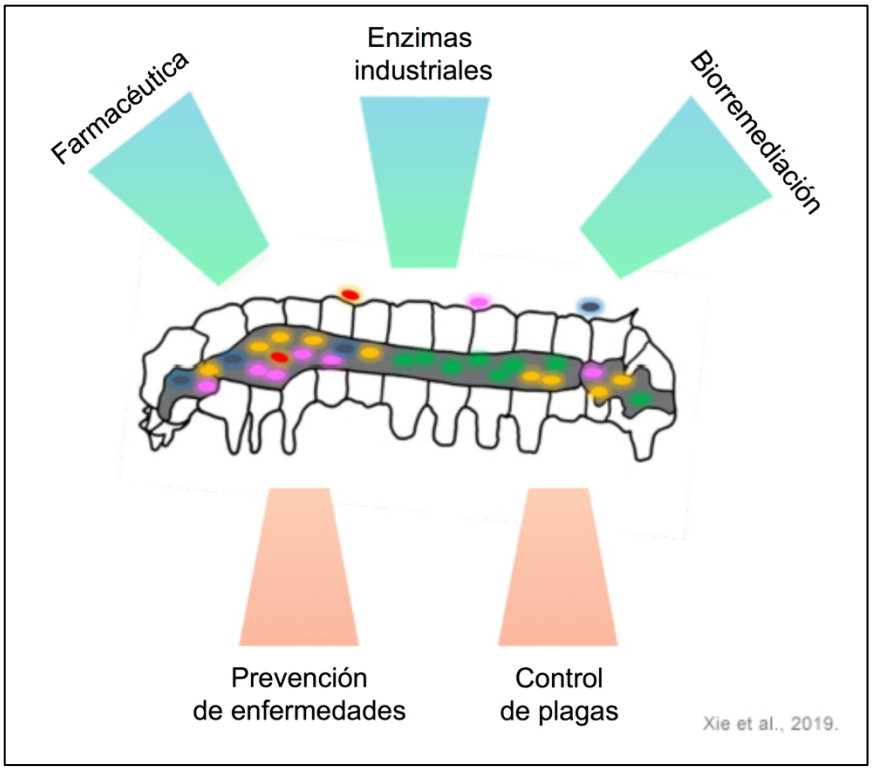

Figura 3. Las diversas aplicaciones del conocimiento de las funciones de los simbiontes de insectos

Referencias

1. Moreno del Castillo MC , Valladares-García J , Halabe-Cherem J. Microbioma Humano. Rev Fac Med UNAM. 2018; 61(6):7-19. http//dx.doi.org/10.22201.fm.24484865e.2018.61.6.02.

2. Gilbert SF, Sapp J, Tauber AI. A symbiotic view of life: we have never been individuals. Q Rev Biol. 2012; 87(4):325-41. doi: 10.1086/668166.

3. Wilson ACC, Duncan RP. Signatures of holobiont genome evolution. PNAS. 2015; 112 (33) 10255-10261; DOI: 10.1073/pnas.1423305112

4. Xie, S., Lan, Y., Sun, C. *et al.* Insect microbial symbionts as a novel source for biotechnology. World J Microbiol Biotechnol. 2019; 35(25): 1-7 https://doi.org/10.1007/s11274-019-2599-8

5. Feldhaar H. Bacterial symbionts as mediators of ecologically important traits of insect hosts. Ecological Entomology. 2011; 36:533–543 DOI: 10.1111/j.1365-2311.2011.01318.x

6. Skelton, J., Doak, S., Leonard, M., Creed, R.P. and Brown, B.L. The rules for symbiont community assembly change along a mutualism–parasitism continuum. J Anim Ecol. 2016; 85: 843-853. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12498

7. Moran NA, Tran P, Gerardo NM. Symbiosis and insect diversification: an ancient symbiont of sap-feeding insects from the bacterial phylum Bacteroidetes. Appl Environ Microbiol. 2005; 71(12):8802-10. doi: 10.1128/AEM.71.12.8802-8810.2005.

8. Oliver KM, Martinez AJ. How resident microbes modulate ecologically-important traits of insects, Curr Opin Insect Sci. 2014; 4: 1-7. https://doi.org/10.1016/j.cois.2014.08.001.

9. Frago E, Dicke M, Godfray HC. Insect symbionts as hidden players in insect-plant interactions. Trends Ecol Evol. 2012; 27(12):705-11. doi: 10.1016/j.tree.2012.08.013.

10. Eleftherianos I, Atri J, Accetta J, Castillo JC. Endosymbiotic bacteria in insects: guardians of the immune system? Front Physiol. 2013; 4:46. doi: 10.3389/fphys.2013.00046

11. Mao Q, Wu W, Huang L, Yi G, Jia D, Chen Q, Chen H, Wei T. Insect bacterial symbiont-mediated vitellogenin uptake into oocytes to support egg development. mBio. 2020; 11:e01142-20. https://doi.org/10.1128/mBio.01142-20.

12. Pelloquin B, Kristan M, Edi C, Meiwald A, Clark E, Jeffries CL, Walker T, Dada N, Messenger LA. Overabundance of Asaia and Serratia bacteria is associated with deltamethrin insecticide susceptibiltiy in Anopheles coluzzii from Agboville, Cote d'Ivoire bioRxiv-Microbiology. 2021 (Pre-print), DOI: 10.1101/2021.03.26.437219

13. Shan H-W, Luan J-B, Liu Y-Q, Douglas AE, Liu S-S. The inherited bacterial symbiont Hamiltonella influences the sex ratio of an insect host. Proc. R. Soc. B. 2019; 286:20191677. http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.1677

14. Brune, A. Symbiotic digestion of lignocellulose in termite guts. Nat Rev Microbiol. 2014; 12, 168–180. https://doi.org/10.1038/nrmicro3182