

Alonso Vaca González y Mario Alberto Flores Valdez

¿Qué hace la celulosa en las bacterias que causan tuberculosis?

Además de causar enfermedades como la tuberculosis o la lepra, de manera muy peculiar, las micobacterias tienen la capacidad de producir celulosa y celulasas. Estas últimas son proteínas que degradan la celulosa, un compuesto estructural encontrado principalmente en plantas. Luego entonces, cabe preguntarse: ¿para qué producen celulosa las micobacterias si son patógenos exclusivos de los animales?

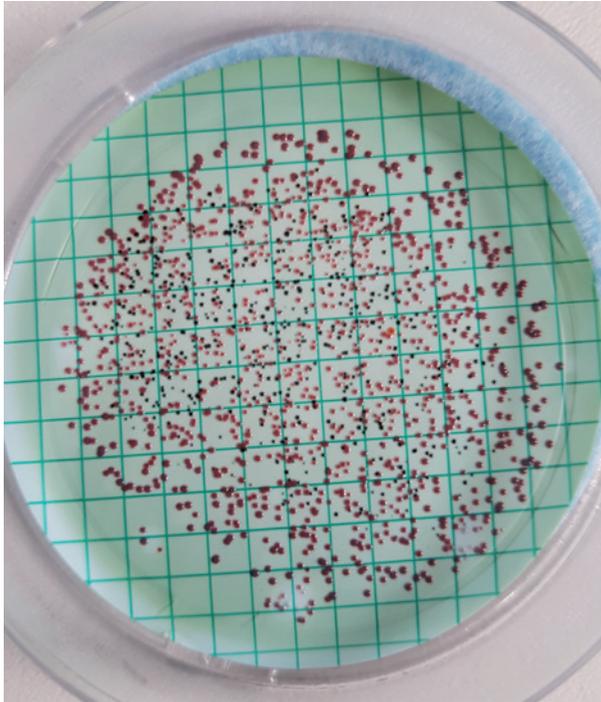
Micobacterias

Las micobacterias son una clase de bacterias con forma de bastones que miden de 2 a 10 micras (una milésima parte de un milímetro). Algunas se multiplican cada 12 o 24 horas, lo cual se considera como lento crecimiento en comparación con otras bacterias que lo hacen cada 20 minutos; para otras, no se han podido hacer crecer artificialmente (en el laboratorio), como es el caso de *Mycobacterium leprae* y de *M. lepromatosis*, lo que ha dificultado los avances en la ciencia para el diagnóstico y tratamiento de la lepra, enfermedad causada por estas especies.

Otra característica más específica que diferencia a las micobacterias es su resistencia a ser desteñidas en tinciones microbiológicas, por los ácidos y alcoholes comúnmente empleados en dichas técnicas. Esto se debe a la gran complejidad de su pared celular, la cual es una capa exterior con un alto contenido de grasas y aceites, que son importantes para provocar enfermedades en los organismos animales. En este grupo de bacterias se encuentran y destacan las que producen la tuberculosis, la lepra y otras infecciones en la piel.

Biopelículas en micobacterias

Ciertas micobacterias, en ambientes específicos, producen una capa o película que las recubre en su exterior (llamada biopelícula), la cual está formada por muchos componentes que la bacteria excreta para protegerse (compuestos extracelulares), como son lípidos, proteínas y carbohidratos. De nueva cuenta, los lípidos



(grasas) son fundamentales en la formación de esta cubierta, ya que tienden a repeler el agua presente en el medio y, en consecuencia, favorecen que las micobacterias puedan autoagregarse.

En un laboratorio microbiológico, el crecimiento de esta biopelícula puede verse como una nata o pasta en la superficie de los medios líquidos (caldos) que contienen nutrientes específicos para que las bacterias puedan crecer en ellos (medios de cultivos). Esta nata puede incluso extenderse a las paredes de los recipientes que contienen dichos medios de cultivo.

Se ha estudiado la producción de biopelículas en micobacterias y se ha relacionado con su capacidad de tolerar y sobrevivir a circunstancias de estrés (condiciones del medio y factores externos), como la radiación ultravioleta (UV) de la luz solar o la falta de humedad; incluso, pueden resistir más a los antibióticos, sustancias químicas que utilizamos para matarlas y curar las enfermedades que ocasionan. Adicionalmente, se especula que las micobacterias podrían formar biopelículas en aquellas lesiones pulmonares que generarían charcos de sangre dentro de los alveolos pulmonares, en forma de cavernas (una característica importante de la enfermedad tuberculosa pulmonar), lo que propiciaría un ambiente de

aire-líquido en el cual se ha logrado obtener *in vitro* este tipo de crecimiento.

■ **Micobacterias productoras de celulosa**

■ En los últimos años se ha identificado que algunas micobacterias, incluidas *Mycobacterium tuberculosis* y *M. bovis*, que son agentes causales de la tuberculosis en humanos, tienen la capacidad de producir celulasas. Las celulasas son proteínas que rompen a la celulosa en fragmentos más pequeños, de dos o un solo azúcar, llamada glucosa. Por lo general, la celulosa forma parte de la estructura principal de las plantas.

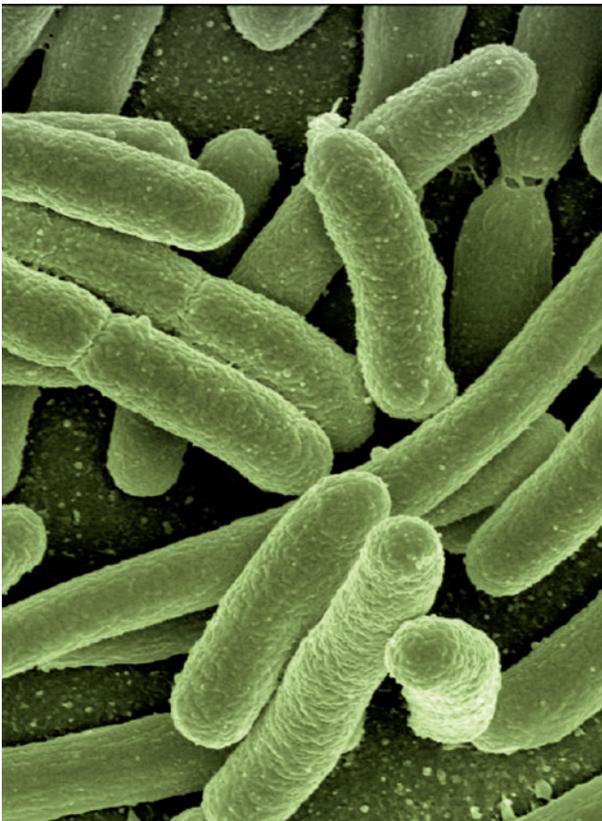
Muchos animales herbívoros (que únicamente consumen plantas como alimento) obtienen energía gracias al consumo de plantas que tienen celulasas, con las cuales pueden romper la celulosa en partes más fácilmente digeribles, como el azúcar simple. Ejemplo de esto son los mamíferos rumiantes, algunos insectos e incluso las bacterias y hongos. En cambio, los seres humanos no contamos con celulasas y, por ello, la función de la celulosa en nuestro organismo no es como fuente de energía, sino como fibra, que es aprovechada por bacterias benéficas y residentes de nuestro intestino, en algunos casos, o simplemente para facilitar la expulsión de desechos de la digestión.

Las bacterias y hongos que producen celulasas son especies parasitarias que afectan a diversas plantas; con ayuda de las celulasas, destruyen la celulosa presente en las paredes vegetales y, con ello, se abren paso entre las hojas y tallos para penetrar en las partes más profundas de la planta y aprovechar los nutrientes. No obstante, hasta lo que se conoce hoy en día, las micobacterias no son parasitarias de plantas, aunque contienen genes que dan lugar a celulasas. Siendo así, cabe preguntarse: ¿qué utilidad tiene la celulosa en ellas si producen enfermedades en animales, los cuales carecen de celulosa? Además, ¿para qué utilizarían las micobacterias la celulosa?

■ **La celulosa en las micobacterias**

■ La celulosa se ha encontrado en cultivos de micobacterias que crecen en el laboratorio ante ciertos

estímulos químicos, con los cuales forman biopelículas; sin embargo, no se ha descrito que esté presente en cultivos sin presencia de biopelículas. Esta celulosa la encontramos dentro del biofilm, que es una capa intermedia fina entre los diferentes componentes de la biopelícula y que tiene apariencia de red. Por lo tanto, la producción de celulosa como sustrato de las biopelículas podría funcionar como un tipo de soporte o anclaje, con ayuda de la interacción con otros azúcares, de manera que pueda formarse la biopelícula y resistir a los estímulos externos que puedan dañar a las micobacterias.



El hecho es que, hasta hoy, sólo se ha encontrado celulosa cuando las micobacterias crecen en biopelículas, así como también sucede con las proteínas que desempeñan la función de las celulasas, las cuales podrían ser necesarias para mantener un equilibrio entre la producción y la degradación de celulosa cuando ésta ya no es requerida. Esto podría sugerir que existe un posible blanco para terapias contra la tuberculosis, al identificarse los factores que influyen este tipo de crecimiento, para evitarlos y, con ello, reducir la tolerancia a antibióticos y la completa eliminación de las micobacterias en los organismos afectados.

Alonso Vaca González

Biotecnología Médica y Farmacéutica, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.
alonso.avg@hotmail.com

Mario Alberto Flores Valdez

Biotecnología Médica y Farmacéutica, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.
floresv@ciatej.mx

Lecturas recomendadas

- Kenneth, J. R. y C. G. Ray (2011), *Sherris. Microbiología médica*, 6.^{ta} ed., México, McGraw Hill.
- Madigan, M. T. y D. P. Clark (2009), *Brock. Biología de los microorganismos*, 12.^a ed., España, Pearson Educación.
- Trivedi, A., P. S. Mavi, D. Bhatt y A. Kumar (2016), "Thiol Reductive Stress Induces Cellulose-Anchored Biofilm Formation in Mycobacterium Tuberculosis", *Nature Communications*, 48(7): 829-834.