



1 de mayo de 2016 | Vol. 17 | Núm. 5 | ISSN 1607 - 6079

ARTÍCULO

LAS BACTERIAS, ESTUDIO Y CAMBIOS A LO LARGO DE LA HISTORIA

<http://www.revista.unam.mx/vol.17/num5/art38>

*Irma Yaneth Castillo Basaldúa (alumna de maestría
en Ciencias en Biotecnología Genómica,
Centro de Biotecnología Genómica, IPN)*

LAS BACTERIAS, ESTUDIO Y CAMBIOS A LO LARGO DE LA HISTORIA

Resumen

El planeta Tierra, desde su formación hace miles de millones de años, ha sido escenario de infinidad de procesos y cambios, tanto de la atmósfera, la tierra y las aguas que la ocupan. A pesar de las condiciones extremas que existían en este planeta hace millones de años, la vida unicelular empezó a gestarse lentamente en los mares, siguiendo un lento pero constante desarrollo, llegando a la evolución de numerosos microorganismos que se diseminaron con relativa facilidad a lo largo y ancho del planeta, como lo son las bacterias.

Este hecho se debió, en gran parte, a la cantidad de nutrientes disponibles y a la capacidad de estos microorganismos de adaptarse a las diferentes condiciones ambientales. Esa adaptabilidad es observable hasta la actualidad, pudiendo encontrar descendientes de estos microorganismos creciendo en ambientes extremos como aguas a altas temperaturas en el fondo marino e incluso fuera de nuestro planeta (COIL, 2016). Las bacterias no sólo se pueden encontrar en este tipo de ambientes extremos: se pueden localizar en prácticamente todo hábitat conocido por el hombre, siendo los organismos más ampliamente distribuidos del planeta. Los estudios de las bacterias han dado origen a infinidad de descubrimientos morfológicos, de su papel en la vida del planeta, así como de su posible evolución

Palabras clave: bacterias, eucariota, procariota, membrana, orgánulos, endosimbiosis.

BACTERIA STUDY AND CHANGES ALONG HISTORY

Abstract

Planet Earth since its formation thousands of millions of years ago, has been the scene of countless processes and changes in both the atmosphere, land and occupy the waters. Despite the extreme conditions that existed on Earth millions of years ago, single-celled life began to develop slowly in the seas following a slow but steady development, leading to the development of numerous microorganisms that have spread with relative ease along around the planet, such as bacteria, due to this largely available nutrients, and the ability of these microorganisms to adapt to the different environmental conditions. That adaptability is observable until today, can find descendants of these microorganisms grow in extreme environments such as high temperature water on the seabed and even outside our planet. The bacteria can be found not only in such extreme environments, we find in almost any habitat known to man, the most widely distributed organisms on the planet. Studies of bacteria have given rise to countless morphological findings and their role in the life of the planet and its possible evolution.

Keywords: *bacteria, eukaryotic, prokaryotic, membrane, organelles, endosimbiosis.*

LAS BACTERIAS, ESTUDIO Y CAMBIOS A LO LARGO DE LA HISTORIA

Introducción

La curiosidad del ser humano es algo que lo ha caracterizado desde su aparición en la Tierra, ayudándole a sobrevivir, adaptarse y hasta modificar el ambiente en el que vive. Esa curiosidad ha sido la responsable tanto del desarrollo de las comunidades humanas, como de las herramientas y las nuevas técnicas que con el paso del tiempo el hombre fue perfeccionando tanto para facilitar algunas tareas como para ampliar su entendimiento de ciertos acontecimientos que afectaban su vida diaria.

Con el aumento del conocimiento y entendimiento del mundo en el que vivimos han surgido nuevas interrogantes, iniciando de esta manera una cadena de búsqueda de respuestas que ha generado un amplio conocimiento, incluso de formas de vida microscópicas como las bacterias. De las que, hasta hace pocos siglos, no se sabía nada. Fue gracias al desarrollo de instrumentos que, aunque rudimentarios, en su tiempo fueron de suma importancia ya que ayudaron a sentar las bases de la microbiología, que estos microorganismos empezaron a ser estudiados. A raíz de este descubrimiento, el papel de las bacterias tanto en algunas enfermedades como para el beneficio a la salud se hizo más importante junto con la necesidad de realizar una adecuada clasificación de los mismos.

El lugar de las bacterias

La idea de clasificar a los seres vivos no es reciente. La necesidad de ordenar y categorizar es algo que el ser humano ha venido haciendo desde sus primeros días. La primera clasificación de este tipo de la que se tiene registro fue hecha por Aristóteles aproximadamente en el siglo IV a. C., separando a los seres vivos en dos grandes reinos: vegetal y animal. Posteriormente, con el aumento en el conocimiento y desarrollo de nuevas técnicas de clasificación, esta primera clasificación fue modificada en más de una ocasión, llegando a lo que hoy conocemos como la clasificación de los cinco reinos, la cual está ejemplificada para fines prácticos y didácticos en forma de árbol, también conocido como el árbol de la vida. En ésta se puede ver claramente la división entre estos reinos que son: monera (bacterias), protista, animalia, plantae, y fungi (hongos), siendo ésta por muchos años la clasificación más aceptada.

Con el avance de la ciencia y la tecnología en el siglo XX, y gracias al desarrollo de la biotecnología y técnicas de secuenciación, las técnicas clásicas de clasificación e identificación de organismos tuvieron un gran avance. En la segunda mitad del siglo XX, el microbiólogo estadounidense Carl Richard Woese, aplicando métodos que le permitieron la comparación de segmentos de ácidos nucleicos y eligiendo en particular un gen que codifica el ARN, el cual integra la subunidad menor del ribosoma, propuso una nueva clasificación denominada el sistema de los tres dominios: Eukarya, Bacteria y Archaea. De esta manera modificó una vez más la clasificación de los seres vivos, ahora con ár-

boles filogenéticos, gracias a las diversas técnicas moleculares que se han desarrollado (SPIVAK, 2006).

Es curioso observar que a lo largo de la historia de la ciencia y las diferentes clasificaciones que se han propuesto para los seres vivos, las bacterias siempre han estado presentes manteniendo su lugar y una clasificación exclusiva para ellas. Aun en la actualidad y a pesar de los adelantos científicos, falta mucho por descubrir sobre estos microorganismos. Las interrogantes se han acrecentado a raíz de la aplicación de las técnicas moleculares que si bien han ayudado a esclarecer muchas dudas que se tenían, también han generado nuevas preguntas que aún no han sido respondidas.

Características de las bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares, con un tamaño medido en micrómetros (entre 0.5 a 5). Presentan una variedad de formas que incluyen hélices, esferas y barras. Las bacterias son procariotas, lo que quiere decir que no poseen un núcleo ni presentan orgánulos internos. Algunas de ellas poseen sistemas de desplazamiento que les permiten movilidad y diseminación. Por lo general, también cuentan con una pared celular, en la cual el peptidoglicano se considera como componente característico y propio de éstas.



Foto: SalmonellaNIAID.
 Autor: Taragui

El periodo en que empezaron a proliferar estos microorganismos les dio la ventaja de poder distribuirse en variados medios ambientes, ya que la presencia de otras formas de vida era prácticamente ausente al ser la Tierra aún muy joven y las condiciones en su superficies un reto para su desarrollo. La capacidad de adaptación de las bacterias, a pesar de su simplicidad estructural en ese periodo, les dio la posibilidad de desarrollarse en ambientes bastante adversos y carentes de oxígeno. A medida que las condiciones atmosféricas cambiaron, las bacterias desarrollaron capacidades que llevaron a una acelerada producción de oxígeno, la cual desencadenó, a su vez, en el desarrollo de más formas de vida, dando como resultado el planeta que hoy habitamos al ser responsables de aproximadamente el 20% de la atmósfera (GUPTA, 2011).

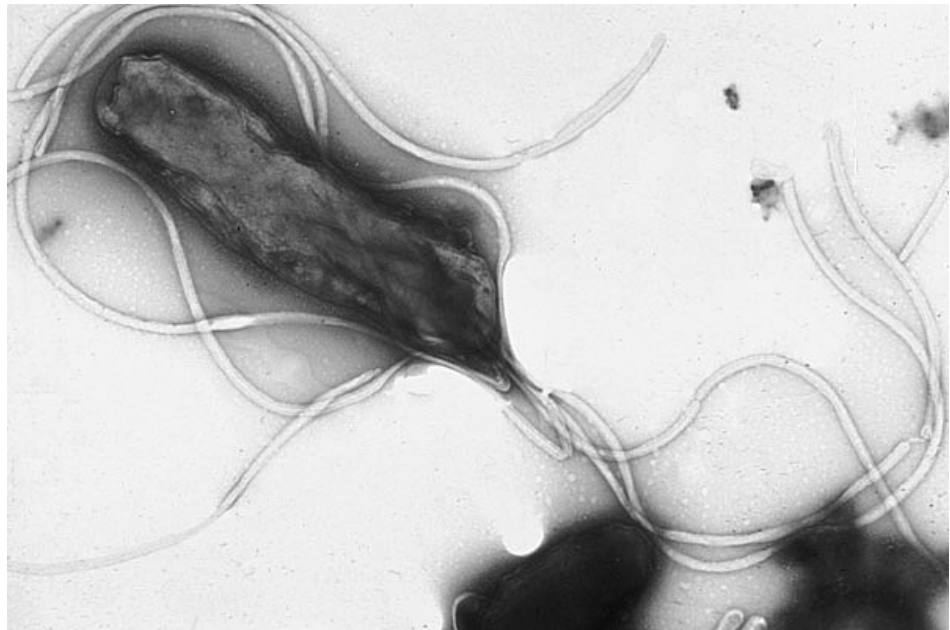
Las bacterias habitan el planeta desde hace millones de años. En la actualidad se consideran los organismos más abundantes del planeta. Las podemos encontrar prácticamente el todo hábitat, creciendo en el suelo o en manantiales calientes, aunque también se han encontrado creciendo en condiciones extremas en la tierra. Algunos especialistas incluso manejan teorías sobre la presencia de estos organismos en el espacio exterior debido a su capacidad de adaptación (LYNN, 2001). Se calcula que se pueden encontrar aproximadamente 40 millones de bacterias en un gramo de tierra y un millón en un mililitro de agua dulce.

Estos datos nos dan una idea de la importancia que tienen estos microorganismos en la vida del planeta, dada su participación en el reciclaje de muchos elementos en los procesos biogeoquímicos. Por ejemplo, en la fijación del nitrógeno atmosférico, por mencionar uno. El ser humano no es la excepción en cuanto a la presencia de bacterias, pues posee una gran cantidad de éstas en la piel y tracto digestivo. El sistema inmune hace que la mayoría de estas bacterias no sean perjudiciales, siendo incluso benéficas para la salud; sin embargo, algunas bacterias patógenas aún pueden causar enfermedades, como son cólera, sífilis, lepra, tifus y difteria, entre otras. Si bien no todas resultan ser dañinas, es importante ampliar nuestro conocimiento sobre ellas.

Las bacterias más antiguas de las que se tiene registro, gracias a la evidencia de restos fósiles, se remontan hasta aproximadamente 3,500 millones de años. Durante la evolución de la Tierra, las bacterias no fueron la excepción a los numerosos cambios y adaptaciones que demandaban las nuevas condiciones del planeta. Varias de esas adaptaciones permanecen hoy en día y son el objeto de una infinidad de hipótesis sobre las razones que pudieron dar origen a tales cambios. Algunos de éstos son la presencia de una doble membrana en ciertas bacterias, por mencionar alguna característica predominante, misma que ha resultado muy útil en la clasificación de las bacterias y ha despertado un gran interés con respecto a su formación.

Una de las teorías que más se manejan sobre la generación de esta peculiar característica habla sobre una endosimbiosis muy temprana entre una actinobacteria y un clostridio, generando con éxito microorganismos endosimbíotes que fueron la base de la evolución que llevó al desarrollo de las primeras células eucariotas en el planeta (LAKE, 2009). En la actualidad, los organismos procariotas son ampliamente estudiados, divididos en dos grandes grupos Gram- positivos y Gram- negativos. Esto se logra gracias a las distintas características que éstas presentan ante la tinción, herramienta que ha servido como base en la diferenciación taxonómica y en el diagnóstico de enfermedades (GUPTA, 2011).

Foto: EMpylori Autor: Yutaka Tsutsumi, M.D.



Todo evento endosimbiótico que ha podido dar origen a la célula eucariota, ha sido blanco de numerosos debates; sin embargo, actualmente se ha aceptado que los cloroplastos y las mitocondrias presentes en las células son producto de una endosimbiosis, por lo que existe ya un acuerdo en que la célula eucariota ha sido sede de numerosas endosimbiosis a lo largo de su evolución. Dichas endosimbiosis tienen la capacidad de transformar dramáticamente las propiedades, tanto arquitectónicas como metabólicas, de los organismos implicados, tales como nuevos procesos metabólicos, mecanismos de señalización o la capacidad de formar nuevos compartimientos membranosos intracelulares, entre otros (LAKE, 2009).

Membranas bacterianas

Es bien sabido que la tinción de Gram, desarrollada por el bacteriólogo danés Hans Christian Gram en 1884, es en la actualidad una herramienta fundamental para la identificación y clasificación de especies bacterianas. Las propiedades de esta tinción hizo posible la diferenciación bacteriana en estos dos grandes grupos bacterianos, basándose en las propiedades que estos organismos tenían con respecto a la tinción. De esto resultó el grupo de las bacterias Gram- positivas, las cuales cuentan con una sola membrana rodeada por una capa gruesa de peptidoglicano, mientras que las bacterias Gram- negativas cuentan con dos membranas separadas por un espacio periplásmico donde se encuentra una delgada capa de peptidoglicano, donde también se llevan a cabo procesos importantes para el desarrollo bacteriano (CORNEJO, 2014).

Si concentramos nuestra atención en la membrana de estos procariontes, podremos darnos cuenta de que las diferencias entre los organismos con una y dos membranas son muy marcadas. Resulta sorprendente el hecho de que éste es sólo un aspecto de los muchos en los que se han realizado descubrimientos y en los cuales se puede ver con claridad que, a pesar de tener un ancestro en común, los múltiples posibles factores que han llevado a las bacterias a la formación de la doble membrana tienen un fuerte impacto en su evolución (GUPTA, 2011) y ésta se refleja en muchos de sus componentes, mecanismos y productos de diversas rutas metabólicas.

Es importante mencionar las diferencias marcadas que existen entre las bacterias que cuentan con una doble membrana y aquellas que presentan sólo una, tanto de su estructura como de los componentes de la misma. En las bacterias con doble membrana, el peptidoglicano se intercala entre ambas, de modo que rodea a la membrana interna; por el contrario, las bacterias con una sola membrana cuentan con una capa de péptidoglicano considerablemente más delgada y ésta rodea a la célula bacteriana.

Además, los procariontes de doble membrana tienen la maquinaria flagelar y fotosintética en su membrana interna, a diferencia de las bacterias con una sola membrana, que cuentan con estos mismos mecanismos en la única membrana con la que cuentan. La organización de esta membrana interna es semejante a la de los procariontes con una sola membrana, la cual se organiza casi como si se derivara de la externa (LAKE, 2009).

Bacterias con doble membrana

En el caso exclusivo de las bacterias con doble membrana o Gram-negativas, se puede notar un gran número de peculiaridades, por ejemplo, que están formadas de fosfolípidos, proteínas integrales de membrana externa y lipopolisacáridos, sintetizados en el citoplasma celular. Estas bacterias son características por poseer una doble membrana, la cual se divide en: la citoplasmática o interior (es una icapa de fosfolípidos) y la externa, la cual posee fosfolípidos y lipopolisacáridos en sus caras internas y externas respectivamente. Ambas cuentan con una gran cantidad de proteínas que poseen una variedad de funciones. Entre estas dos membranas se encuentra el espacio periplásmico, donde se está el peptidoglicano, lo cual conforma la envoltura celular bacteriana (BOS, 2004).

El peptidoglicano es por sí solo una intrincada red de glicanos reticulados por péptidos. La longitud de las hebras de glicano y la reticulación varía entre especies bacterianas y las condiciones en las que se desarrollan. Esta capa de peptidoglicano protege a la bacteria del ambiente externo, da soporte a la célula bacteriana y mantiene su forma.

Una característica notable en la composición del peptidoglicano es la orientación con respecto al eje y superficie de la célula bacteriana y la de las hebras que lo conforman. No es posible visualizar estas hebras y péptidos por medio de microscopía electrónica convencional, pues sus dimensiones se encuentran a una escala comparada con las tinciones utilizadas para realizar la diferenciación e identificación bacteriana. A pesar de las diferentes teorías sobre la organización de las hebras de glicano, es bien sabido (gracias a técnicas avanzadas de microscopía de fuerza atómica) que éstas se encuentran paralelas a la superficie del sáculo que forma el peptidoglicano, por lo cual se observa desorganizado ya que las hebras se reticulan en ángulos variables no paralelos entre sí. En forma general, se puede decir que las hebras de glicano corren en su mayoría en dirección circunferencial alrededor de la célula bacteriana. (WALDEMAR, 2009).



Foto: Bacillus anthracis
 Gram. Autor: Centers
 for Disease Control and
 Prevention's Public Health
 Image Library

Contrario a lo que se puede dar a entender en clases de biología respecto a la célula eucariota, ésta no es rígida y no tiene en su interior tantos espacios vacíos como se muestra en diversos libros de texto. La realidad es que las células son fluidas y en su interior no existe espacio vacío, sino que está completamente ocupada por numerosos orgánulos membranosos.

Esta compartimentalización en diversos orgánulos es característica y vital para las células eucariotas, pues son de gran ayuda en optimizar reacciones enzimáticas y proteger a la célula de subproductos perjudiciales en algún otro proceso celular. Históricamente las bacterias son consideradas organismos con un bajo grado de diferenciación celular al no presentar dichas compartimentalizaciones. A diferencia del sistema de membranas internas y orgánulos, las bacterias utilizan la creación de una gran cantidad de esporas y barreras proteicas que subdividen el espacio citoplasmático, con lo cual los mecanismos de formación, función específica y segregación de dichas proteínas se vuelven una interrogante en la bacteriología actual. (CORNEJO, 2014).

Compartimentos y orgánulos

Un aspecto fundamental en la formación de orgánulos es la remodelación de membranas celulares, en el caso de las bacterias con doble membrana también existe una remodelación de sus membranas. Estas remodelaciones no se tratan sólo de movimientos físicos y flexión de las capas de lípidos que las conforman, también se requiere de una modificación de los compuestos químicos, lo cual es un modelo que ayuda a la comprensión de la formación de compartimientos intracelulares en las células eucariotas. (CORNEJO, 2014).

El descubrimiento de este tipo de mecanismos en las bacterias ha cambiado las ideas de que los procariontes son organismos simples, por ejemplo, una que resulta difícil de concretar es la capacidad que estos organismos tienen para realizar una gran cantidad de procesos bioquímicos necesarios para la vida, a raíz de la ausencia de orgánulos o compartimientos membranosos que delimiten estos procesos. Debido a la diversidad de los orgánulos celulares, su específica morfología y su función, resulta muy poco probable que exista un mecanismo universal de compartimentalización en todas las bacterias, a causa de las diversas condiciones en las que se desarrollan.

Conclusión

Es necesaria una expansión de microorganismos que sirvan como modelo para poder realizar una catalogación más completa en cuanto a las bacterias y sentar las bases de nuevas investigaciones en campos como la microbiología. Con ello es posible descubrir nuevos mecanismos de organización celular y de compartimentalización. 🌟

Bibliografía

- [1] BOS, M., "Biogenesis of the Gram-negative bacterial outer membrane", *Sciedirect*, 2004, Vol. 7, pp. 610- 616.
- [2] COIL, David, "Growth of 48 built environment bacterial isolates on board the International Space Station (ISS)", *PeerJ*, 2016, Vol. 1842, [en línea]: <<https://peerj.com/articles/1842/#supplemental-information>>, [Consulta: 17 de mayo de 2016].
- [3] CORNEJO, E., "Compartmentalization and organelle formation in bacteria", *Sciedirect*, 2014, Vol. 26, pp. 132- 138.
- [4] GUPTA, R., "Origin of diderm (Gram-negative) bacteria: antibiotic selection pressure rather than endosymbiosis likely led to the evolution of bacterial cells with two membranes", *Antonie van Leeuwenhoek*, 2011, Vol. 100, pp. 171- 182.
- [5] LAKE, J., "Evidence for an early prokaryotic endosymbiosis", *Nature*, 2009, Vol. 460, pp. 967- 971.
- [6] LYNN, J., "Life in extreme enviroment", *Nature*, 2001, Vol. 409, pp. 1092- 1101.
- [7] SPIVAK, E., "El árbol de la vida: una representación de la evolución y la evolución de una representación", *Ciencia Hoy*, 2006, Vol. 16, pp. 11- 24.
- [8] WALDEMAR, V., "Architecture of peptidoglycan: more data and more models", *Cell*, 2009, Vol. 18, pp. 59- 66.