

# PROCARIOTAS. REINO MONERA: BACTERIAS Y CIANOBACTERIAS

## BACTERIAS

Los Procariotas son los organismos más simples, más pequeños y más abundantes. Las Bacterias carecen de un núcleo organizado limitado por una envoltura nuclear. No tienen complejos cromosómicos como los de los eucariotas. A diferencia de los eucariotas las bacterias nunca son verdaderamente pluricelulares. Si bien algunas forman filamentos o masas celulares, estas uniones se deben a que sus paredes celulares no logran separarse completamente después de la división celular o a que están situadas dentro de una cápsula mucilaginosa común o vaina. Los plasmodesmos entre estos conjuntos de células son muy raros, y sólo ocurren en algunas especies de cianobacterias. Las bacterias carecen de orgánulos delimitados por membranas pero tienen otras estructuras que juegan papeles similares.

## Características generales de las Bacterias

La mayoría de las bacterias miden tan sólo 1 micrómetro de diámetro, pero algunas únicamente alcanzan la décima parte de este tamaño mientras que otras llegan a los 10 micrómetros.

Las rocas sedimentarias más antiguas que se conocen, las de Groenlandia, tienen aproximadamente 3900 millones de años, pero no se han encontrado en ellas fósil alguno. Las bacterias fósiles del Oeste de Australia, de 3500 millones de años, son casi tan antiguas como las de Sudáfrica. En estratos de Sudáfrica de 3200 millones se han encontrado cuerpos orgánicos esferoidales similares a los de las cianobacterias. Testimonios fósiles y pruebas químicas de las mismas series de sedimentos indican que la fotosíntesis había tenido lugar hace ya 3300 millones de años. Los Eucariotas más antiguos datan sólo de hace 1500 años.

Las bacterias se encuentran virtualmente en todos los hábitats y debido a sus características metabólicas pueden sobrevivir en algunos ambientes que no admiten ninguna otra forma de vida. Algunas bacterias son anaerobias obligadas (viven sólo en ausencia de oxígeno), otras son anaerobias facultativas (pueden vivir sin oxígeno pero se desarrollan más vigorosamente en su presencia). La respiración produce más energía que la fermentación.

Las bacterias juegan un papel vital en el funcionamiento del ecosistema mundial. Algunos grupos de bacterias son autótrofas, y por lo tanto, hacen una gran contribución al balance global del carbono. El papel de ciertas bacterias como fijadoras de nitrógeno atmosférico es de una importancia ecológica crucial. Las bacterias heterótrofas, al igual que los hongos son descomponedoras. A través de la acción de los descomponedores se reciclan materiales incorporados en organismos muertos y pasan a ser reutilizables para sucesivas generaciones de organismos vivos.

Dentro de los heterótrofos tenemos diferentes tipos:

- Saprófitas: materia orgánica en descomposición.
- Parásitas: en animales vivos.

- Simbióticas: en otros organismos en beneficio mutuo.

Y las autótrofas pueden ser:

- Quimiosintéticas.
- Fotosintéticas.

### **Formas bacterianas**

Las bacterias difieren enormemente en forma y organización celular. Las bacterias alargadas y en forma de bastón se denominan bacilos, los esféricos cocos y los alargados en forma de espiral espirilos. Las bacterias esféricas pueden adosarse en pares después de la división (diplococos) o pueden formar racimos (estafilococos) o cadenas (estreptococos) o paquetes (ocho cocos).

### *PARED CELULAR*

Hacia 1880 Hans Christian Gram, trabajando en una morgue de Berlín descubrió que se podía determinar la presencia de las bacterias causantes de la neumonía en tejidos infectados tiñéndolos con una tintura similar al cristal violeta. Al tratarlas, la mayoría de las bacterias se teñían de púrpura, pero no todas. El descubrimiento se convirtió en una valiosa herramienta para la comprensión de la estructura de la pared celular de las bacterias. Las bacterias que retienen la tintura púrpura aparecen de color púrpura y se denominan grampositivas, mientras que aquellas que la han perdido se denominan gramnegativas.

Más tarde se descubrió que la pared celular de las bacterias consiste en una matriz de disacáridos enlazadas mediante cadenas cortas de aminoácidos (péptidos): peptidoglucano, que forma un sáculo de mureína, y que la encontramos exclusivamente en las bacterias. Las grampositivas tienen una pared celular muy gruesa formada por el sáculo de mureína (y se tiñen con anilina). Las gramnegativas tienen un sáculo de mureína más delgado y además una capa lipídica alrededor que es la que hace que la pared no se tiña bien.

Además de la pared propiamente dicha, hay una capa externa denominada cápsula, que puede desprenderse, formada por disacáridos y hay algunas bacterias que no la tienen. Debajo de la pared celular encontramos la membrana plasmática, que se suele proyectar hacia el interior del citoplasma formando una estructura membranosa llamada mesosoma, y en cuya membrana se encuentran los estigmas respiratorios. En el caso de que las bacterias sean fotosintéticas, los pigmentos también se encuentran en los mesosomas.

### *CITOPLASMA*

El citoplasma bacteriano está delimitado por una membrana citoplasmática que contiene muchas enzimas en la cara interior. Hay un buen número de ribosomas y de inclusiones granulares así como una o dos áreas donde se concentra el ADN de doble cadena.

## *FLAGELOS Y PELOS*

Ciertos tipos de bacterias tienen flagelos helicoidales rígidos y muy delicados, cada uno varias veces más largos que la célula a la que pertenecen. Los flagelos mantienen a las bacterias nadando constantemente.

Cada flagelo bacteriano consta de una sólo molécula rígida de la proteína flagelina, que emerge de la pared celular desde un complejo mecanismo de rotación que hay en su interior.

Si la bacteria tiene un flagelo en forma polar se dice que es monotrico, si tiene dos se dice que son anfítricos. Si tiene un penacho de flagelos lofotricos y si tiene flagelos por toda la bacteria peritricos.

Los pelos son mas cortos, más rígidos y sólo miden de 7,5-10 nm de diámetro. Están sobre todo en las bacterias gramnegativas. Suelen ayudar a las bacterias a anclarse en membranas.

## **Genéticas bacteriana**

### *DIVISIÓN CELULAR*

La principal forma de reproducción de las bacterias es asexual; simplemente cada célula aumenta su tamaño y se divide en dos células. En este proceso llamado fisión la membrana citoplasmática y la pared celular crecen hacia el interior, hasta acabar dividiendo la célula en dos. La nueva pared es más gruesa que las paredes celulares ordinarias y se separa por la línea longitudinal. Las cadenas de bacterias se forman cuando la nueva pared celular se separa sólo parcialmente (caso de las cianobacterias) llamándose hermogonias.

Se cree que la molécula de ADN de doble cadena única y circular se fija en un punto de la superficie interna de la membrana citoplasmática. Cuando la célula se divide la membrana citoplasmática y el nuevo material de la pared celular se van incorporando entre estos dos puntos de unión. Finalmente, la membrana acaba cerrándose. Cada célula queda dotada de una molécula de ADN.

Algunas bacterias son capaces de formar endosporas de pared gruesa resistentes al calor y a la deshidratación. Las endosporas se forman mediante la división del citoplasma en una o más porciones. Alrededor de cada porción, que incluye el ADN, se forma una envoltura esporal muy gruesa. Las endosporas pueden germinar para producir nuevos individuos después de décadas e incluso años y siglos. Las esporas resistentes en las cianobacterias se denominan acinetos, células vegetativas engrosadas alrededor de las cuales se forma una fina envoltura.

### *RECOMBINACIÓN GENÉTICA*

La recombinación genética en bacterias es el resultado de la transferencia de una porción de la molécula de ADN de una bacteria a otra. Este fragmento de ADN puede actuar simultáneamente con la molécula de ADN de la célula en la que entra produciendo directamente ARN mensajero o puede incorporarse a la molécula de ADN de la célula receptora. El proceso de recombinación es el mismo tanto si los fragmentos pasan de una célula a otra por contacto directo (conjugación) como si son transportados

al interior de la célula por un virus (transducción) o si entran en la célula en forma de ADN “desnudo” en solución (transformación).

Prácticamente todas las bacterias contiene pequeños fragmentos circulares de ADN, los plásmidos, además de la gran molécula de ADN circular, el cromosoma bacteriano. Algunos plásmidos pueden integrarse y replicarse con el cromosoma bacteriana.

El material genético también puede pasar de una cepa de bacterias a otras mediante un proceso conocido como transducción. En el los virus bacteriófagos pueden incorporar pequeñas fracciones del cromosoma bacteriano en su material genético particular y transportarlo a otras bacterias. Entonces el ADN viral y el ADN bacteriano pueden incorporarse a los cromosomas de las nuevas cepas de bacterias huéspedes.

La transformación se produce cuando un trozo de ADN de una bacteria muerta penetra en otra bacteria viva, produciéndose una recombinación.

## **Metabolismo bacteriano**

### *Bacterias heterótrofas*

La mayoría de las bacterias son heterótrofas, que no pueden fabricar compuestos orgánicos a partir de sustancias inorgánicas simples, pero pueden obtenerlos de compuestos orgánicos de otros organismos. Destacan los saprófitos, que obtienen sus nutrientes a partir de materia orgánica muerta.

### *Bacterias fotosintéticas*

Hay al menos cinco grupos:

- Cianobacterias
- Bacterias verdes del azufre
- Bacterias púrpuras del azufre
- Bacterias purpúreas no sulfúreas
- *Prochloron*

A igual que las plantas las bacterias fotosintéticas contienen clorofila. Las cianobacterias y *Prochloron* contienen clorofila a, la misma que los eucariotas fotosintéticos. Las clorofilas de otros grupos de bacterias fotosintéticas difieren en varios aspectos de la clorofila, pero con igual estructura básica: bacterioclorofila, siendo el dador de electrones el compuesto de azufre y la fotosíntesis es anaerobia.

### *Bacterias quimioautótrofas*

Obtienen la energía necesaria para sus reacciones de síntesis mediante la oxidación de moléculas inorgánicas como el nitrógeno, el azufre y compuestos de hierro, o bien de la oxidación de hidrógeno gaseoso. Su fuente de carbono también es el dióxido de carbono.

### *Arqueobacterias*

Son bacterias metanogénicas. Son anaerobias estrictas, comunes en los tractos digestivos del ganado vacuno y otros rumiantes, así como en las profundidades marinas. Algunas de ellas producen metano a partir de dióxido de carbono e hidrógeno y obtienen energía; otras son capaces de reducir el azufre ambiental para formar sulfuro de hidrógeno.

## **CYANOBACTERIAS**

Son un grupo de bacterias con características peculiares. Son más parecidas a las bacterias gramnegativas. Son mayores que las eubacterias. Como particularidad también tienen la pared parecida a la de las bacterias grampositivas. La clorofila a es prácticamente la misma de las plantas superiores y la fotosíntesis es aerobia. En las cianobacterias los pigmentos se disponen sobre una vesícula denominada tilacoide que se dispone en una región alrededor de una zona clara llamada nucleoplasma, región granular donde está el material genético y a su alrededor se encuentra el cromatoplasma, donde se encuentran los tilacoides, que le dan esa tonalidad que poseen las cianobacterias.

También se les llama algas procariotas debido a su semejanza con respecto a la clorofila de las plantas superiores. Igualmente también se les ha denominado algas verde-azuladas ya que realmente su color es verde-azulado, no verde intenso, ya que la clorofila es ligeramente diferente a las de las plantas superiores. Tienen clorofila a (la clorofila universal de todas las algas y plantas superiores), encargada de realizar la fotosíntesis, y además posee unos pigmentos, las ficobilinas, compuestos por ficocianinas (pigmentos azules) y las ficoeritrinas (pigmentos rojos), que enmascaran el verde intenso de la clorofila a.

En la síntesis de las ficobilinas es esencial que haya unos elementos disponibles y además una cantidad de luz adecuada de tal forma que dependiendo de dicha luz y de la disponibilidad de ciertos minerales se va a producir una mayor o menor síntesis de ficobilinas. A esto se le llama adaptación cromática y es muy importante en el sentido de que como la ficobilina absorbe a una longitud de onda mucho más amplia que la clorofila, estas cianofitas pueden vivir a una profundidad tal que las algas no pueden hacerlo.

En cianofitas normalmente no se observan mesosomas. La pared celular es típica de las bacterias gram-negativas. Se encuentra además una vaina mucilaginosa más o menos densa. No se ha observado en ningún caso parasexualidad. El tipo más sencillo de reproducción es la bipartición pero a veces ocurre que dentro de una célula se forma una división del citoplasma y éste se rodea de una pared resistente formando una serie de esporas que cuando se rompe la pared salen al exterior formándose más individuos.

En los cenobios es frecuente que ocurra una fragmentación que se da cuando el cenobio tiene un tamaño considerable. Esto si los cenobios son laxos. En los cenobios filamentosos es más frecuente el hecho de que se produzca la muerte de algunas células del filamento, como por ejemplo en *Oscillatoria*, llamándose a esos filamentos que mueren necridios, y adquiriendo una forma cóncava. Al espacio entre los dos necridios se le llama hormogonio. Es posible que ese hormogonio se rodee de una pared resistente que se denomina hormociste.

Por otro lado, un disyuntar es una célula que no se mueve exactamente, sino que se deforma y sobresale de forma mucilaginosa del filamento. En algunos filamentos también se puede producir otro tipo de esporas. Una célula puede aumentar de tamaño, acumular sustancias de reserva y en el caso de llegar a condiciones desfavorables puede sobrevivir y dar lugar a otros individuos. Esa espora recibe el nombre de acineto.

Otras esporas llamadas heterociste, son un tipo de célula especial que presenta a veces un fino puente de contacto con las células vecinas. Son unas esporas en las que no se produce acumulación de sustancias de reserva, sino que los tilacoides se organizan y disponen de forma concéntrica o de forma reticulada. El heterociste tiene función de fijar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en nitritos o nitratos y en transportarlo al resto del filamento.