

# Bacterias generadoras de electricidad

Por: Jazmin Zúñiga Zamudio y  
Alejandro Galindo García.

[No cabe duda que la producción de energía utilizando sistemas biológicos se ha vuelto en los últimos años un tema clave para los investigadores de la biotecnología.]



No cabe duda que la producción de energía utilizando sistemas biológicos se ha vuelto en los últimos años un tema clave para los investigadores de la biotecnología. Ya que en nuestros tiempos, la energía limpia se ha convertido un aspecto de suma importancia en la búsqueda de alternativas de los combustibles orgánicos actuales.

Así es como el Dr. Derek Lovley y su equipo de investigadores de la Universidad de Massachusetts, EUA. han logrado transformar con éxito una bacteria que es capaz de producir energía eléctrica, utilizando tan sólo al hidrógeno como aceptor de electrones y dióxido de carbono como única fuente de carbono. Este hallazgo fue anunciado durante la edición N° 113

de la Asociación Americana de Microbiología. “Este es el primer paso para la producción de energía eléctrica utilizando únicamente hidrógeno” dice Amit Kumar, uno de los colaboradores de Lovley.

Lovley y Kumar junto con sus colegas del laboratorio, han estado estudiando las bacterias *Geobacter* desde que Lovley aisló a las *Geobacter metallireducens* en sedimentos de arena del río Potomac en 1987. Pero recientemente decidieron investigar a un pariente de las *G. metallireducens*, llamada *Geobacter sulfurreducens* que tiene la capacidad de producir electricidad mediante la reducción de compuestos de tipo orgánico (hidrocarburos, azúcares) usando un electrodo de grafito, con oro como

el único aceptor de electrones.

Así como otras bacterias, *Geobacter sulfurreducens* presenta evaginaciones en su membrana plasmática que reciben el nombre de *pili* (*pilus* en singular). Estas estructuras tienen de 3 a 5 nanómetros de ancho, pero pueden tener 20 micrómetros de largo y con ello ser muchas veces más grandes que la propia célula. En este microorganismo, los *pili* funcionan como nanocables (*nanowires*) para transportar electrones sobrantes hacia otros compuestos químicos o incluso hacia otros microorganismos. Si bien es conocido que el transporte de electrones es parte del metabolismo de cualquier organismo, éste se da a través de moléculasceptoras o donadoras de electrones





(como proteínas) por lo que el sistema de los nanocables resulta de gran interés para su estudio.

¿Pero qué le da esta sorprendente capacidad conductiva a los *pili* de *Geobacter sulfurreducens*? Esta pregunta fue analizada por el equipo de científicos de la Universidad de Massachusetts quienes se plantearon la hipótesis de una posible similitud entre los materiales orgánicos no biológicos que pueden conducir la electricidad y los *pili* de *Geobacter*. En estos materiales sintéticos se conoce que los compuestos aromáticos son responsables de la conductividad.

Lovley y sus colegas utilizaron técnicas genéticas para modificar la región del gen estructural del *pilus* (*PilA*) y

desarrollar una cepa de *G. sulfurreducens* carente de aminoácidos aromáticos en los *pili* y sustituyéndolos con alanina. Esta cepa fue llamada Aro-5.

El siguiente paso fue probar si los *pili* de este microorganismo todavía podrían conducir electricidad por lo que las cepas Aro-5 y una cepa control fueron inoculadas en medio con acetato como el único donante de electrones y óxido de Fe (III) como aceptor de electrones. La cepa de control redujo fácilmente el óxido de Fe (III), pero la cepa Aro-5 no. Sin los componentes clave se perdía la capacidad de transferencia electrónica y quedó demostrado que la presencia de aminoácidos aromáticos era crucial para el comportamiento de los *pili* como nanocables.

A opinión de Lovley, los microorganismos capaces de reducir metales como *Geobacter* muestran una gran promesa para el uso en pilas de combustible. Los microorganismos que producen el metano, son un componente importante de digestores anaerobios que producen gas metano a partir de productos de desecho. La comprensión de cómo se trasladan los electrones alrededor y cómo aprovechar el funcionamiento de los *pili* podría conducir a mejores tecnologías de remoción de contaminantes y de generación de energía.

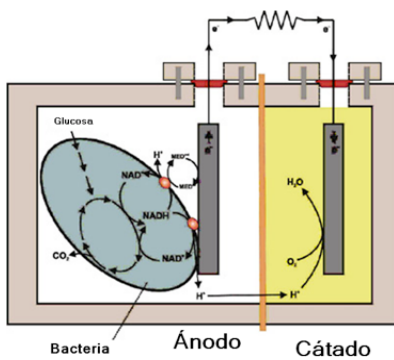
El grupo de investigadores modificó genéticamente la cepa de *Geobacter sulfurreducens* que no requería carbono orgánico para crecer en una celda de combustible microbiana (Microbial

Fuel Cell, MFC por sus siglas en inglés).

¿Pero, cómo funciona una celda de combustible microbiana (MFC)?

Una MFC es un dispositivo en el cual la energía química de un compuesto es convertida a energía eléctrica. Para ello, se usan bacterias (concretamente a *Geobacter sulfurreducens* o relacionados) como catalizadores de esta conversión. La bacteria se sitúa en la zona del ánodo metabolizando sustratos orgánicos, mientras se van generando moléculas tales como el dióxido de carbono, protones y electrones.

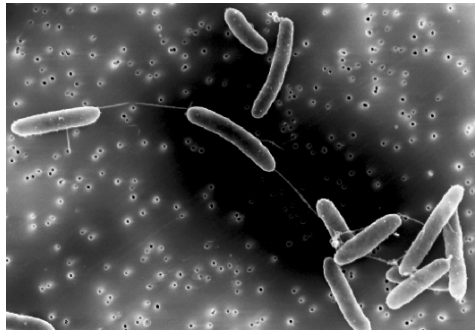
Gracias a la capacidad de la bacteria



Celda de Combustible Microbiana (Microbial Fuel Cell, MFC)

para transferir electrones a un aceptor insoluble, pueden aprovecharse los electrones generados a partir del metabolismo normal del microorganismo y recolectarlos, para así generar una corriente eléctrica. Esta transferencia de electrones puede darse bien por componentes asociados a la membrana, lanzaderas de electrones o incluso mediante nanocables.

A continuación, los electrones viajan a través del circuito eléctrico: la diferencia de potencial entre los electrodos (el ánodo y el cátodo) y el flujo de electrones resulta en la generación



Nanowires de *Geobacter sulfurreducens*

de energía eléctrica. Por otra parte, los protones fluyen desde el ánodo hasta el cátodo a través de una membrana de intercambio: estos protones servirán para reducir el oxígeno (esta zona es aerobia) a agua en la zona del cátodo, para que el circuito siga funcionando.

“La cepa adaptada produce fácilmente la corriente eléctrica en las celdas de combustible microbianas con hidrógeno en forma gaseosa como el único donante de electrones y ninguna fuente de carbono orgánico”, dice Kumar, quien señala que, cuando se detuvo in-

termitentemente el suministro de hidrógeno a la celda de combustible microbiana, se redujo significativamente la corriente eléctrica y las celdas unidas a los electrodos no generaron ninguna corriente importante.

Aun así, la tecnología del MFC todavía se halla en experimentación, y las pruebas a escala de planta piloto han dado resultados muy pobres, aunque se prevé que esta tecnología pronto tenga beneficios en un futuro a mediano plazo.

## Referencias

- Vargas M, Malvankar NS, Tremblay P-L, Leang C, Smith JA, Patel P, Synoeyenbos-West O, Nevin KP, Lovley DR. 2013. Aromatic amino acids required for pili conductivity and long-range extracellular electron transport in *Geobacter sulfurreducens*. *mBio* 4(2):e00105-13. doi:10.1128/mBio.00105-13.
- Ruiz, M. (22 de Mayo de 2013). Bacterias generan electricidad usando dióxido de carbono e hidrógeno. Retrieved 08 de Junio de 2013 from BiotecMur: <http://biotecmur.com/2013/05/22/bacterias-generan-electricidad-usando-dioxido-de-carbono-e-hidrogeno/>

