



XXVIII CONGRESO DE INVESTIGACIÓN CUAM- ACMor

Biopila Geobacter

Alumnos: Durán Morán, Amira; Valenzuela Naranjo, Cristian Salvador y Molina Cerón, Fátima.

**Profesor Asesor: Mejía de la Luz; Ignacio
Instituto Mexicano Madero plantel Zavaleta
Área Ciencias Biológicas, Químicas y
Ambientales. Nivel Secundaria**

INTRODUCCIÓN

El uso incontrolado de los combustibles fósiles ha disparado una crisis global, despertando el interés por obtener nuevas fuentes de energía renovables con el mínimo impacto sobre el medio ambiente. Lo que nos llevó a pensar en la opción de la microbiología ambiental, la cual en los últimos años se ha dirigido a optimizar la producción de hidrógeno, aprovechar el metano generado en los tratamientos de aguas residuales o generar biocombustibles como etanol o el biodiesel.

Las investigaciones en el 2012 del Dr. Derek Lovley con especialidad en microbiología de la universidad del estado de Michigan, demostraron que las bacterias *Geobacter* juegan un papel importante como digestores de aguas residuales degradando la materia orgánica y con capacidad de transferir electrones a diferentes áreas a través de nanocables microbianos.

Lo cual sugiere la aparición de una nueva forma de Bioenergía, sin interferencia en el suministro de alimentos; cuya explotación supondrá un importante reto biotecnológico en los próximos años.

OBJETIVOS

Demostrar que las soluciones de agua sucia y lodo activado son capaces de producir energía eléctrica, mediante la comparación de voltajes y su diferente pH.

HIPÓTESIS 1:

Los microorganismos presentes en las soluciones de agua sucia establecen una relación de proporcionalidad directa en la producción de energía eléctrica

HIPÓTESIS 2:

El pH de las diferentes soluciones de agua sucia influirá en el voltaje de la energía eléctrica que se obtenga.

MARCO TEÓRICO

Una pila o batería es un sistema donde la energía química se transforma en energía eléctrica, está compuesta de 2 placas eléctricas que forman la carga positiva y negativa (catodo y ánodo) y se encuentran separadas por una solución que conduce los electrones entre ambas placas.

La conversión de energía química en eléctrica es posible en las llamadas pilas de combustible, que opera como una pila que genera electricidad combinando hidrógeno y oxígeno, sin combustión. La pieza clave en la generación de esto es el microorganismo empleado; así como el medio de comunicación.

En la búsqueda de nuevos combustibles nos encontramos con la opción de los microorganismos, ya que poseen la capacidad de producir energía renovable sin dañar el medio ambiente y sin interferir con el suministro de alimentos.

Las bacterias *Geobacter* son microorganismos que se encuentran en todos los lugares del planeta y en cualquier tipo de condiciones de presión y temperatura.

La comunidad científica se está enfocando por las bacterias para obtener combustibles y electricidad, así como diferentes aplicaciones, tan simples y benéficas como la biorremediación de suelos contaminados o tan futuristas como producir electricidad.

La actividad eléctrica en microorganismos no es un tema nuevo, los primeros estudios los realizó Michael Potter en 1910 en Durham, Inglaterra, empleando la bacteria *Escherichia Coli* y electrodos de platino.

En 1931 Barnett Cohen, interesado por los estudios de Potter, construyó una celda de combustible microbiana, obteniendo una corriente de 0.35 mA y 0.35 V. Estos resultados no causaron impacto en la comunidad científica de ese tiempo, y el empleo de este tipo energía no prospero.

Es hasta la década de 1980 cuando se despierta el interés en los microorganismos capaces de producir electricidad: *Shewanella Oneidensis* y *Geobacter Metallireducens*, descubiertas en los sedimentos del río Potomac (EUA), y en 1987 la especie *Geobacter Sulfurreducens* fue aislada en una muestra del suelo de Oklahoma contaminado por hidrocarburos.

Actualmente, Chaudhuri S. K. y Derek R. Lovley han dado a conocer el microorganismo reductor de hierro conocido como *Geobacter*, capaz de recuperar hasta un 83% los electrones que se liberan durante la oxidación de la glucosa en la presencia de ión férrico (Fe^{3+}).

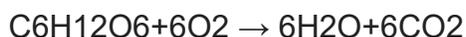
Las geobacterias son de interés debido a su capacidad de transferencia de electrones fuera de la célula y transportar estos electrones a largas distancias a través de filamentos conductores conocidos como nanocables microbianos. Las *geobacter* tienen un gran impacto en el medio ambiente natural y tienen aplicación práctica en los campos de la bioenergía, biorremediación y bioelectrónica.

Bioremediación: en esta área geobacter es de interés debido a su papel en la restauración ambiental, ya que pueden destruir contaminantes de petróleo en aguas subterráneas contaminadas al oxidar estos compuestos a dióxido de carbono inofensivo y pueden eliminar los contaminantes metálicos radiactivos de las aguas subterráneas. Como la comprensión del funcionamiento de las especies de Geobacter ha mejorado, ha sido posible utilizar esta información para modificar las condiciones ambientales con el fin de acelerar la tasa de biorremediación.

Bioenergía: Geobacter juegan un papel importante como digestores de aguas residuales anaeróbicas degradando contaminantes orgánicos con transferencia de electrones a microorganismos que producen metano, un biocombustible importante. Los resultados recientes sugieren que esta transferencia de electrones procede a través de nanocables microbianos. La capacidad de la especie Geobacter para oxidar los compuestos orgánicos con la transferencia del electrón a los electrodos promete como estrategia para producir la bioelectricidad, especialmente en ambientes alejados a la civilización.

La vida consiste en multitud de transformaciones metabólicas reguladas y el metabolismo energético en los seres vivos se basa en procesos de oxidación-reducción. Por ejemplo, en los seres humanos la energía química que necesitamos para vivir y movernos la obtenemos de la oxidación de los alimentos con el oxígeno, un proceso en el que participan cadenas transportadoras de electrones, es decir flujos de electrones que llegan hasta el oxígeno y los aniones de oxígeno resultantes se combinan con protones formando agua.

En la siguiente relación estequiometría se observa como la glucosa se divide en moléculas de agua y dióxido de carbono.



En los organismos que son anaerobios y viven en ausencia de oxígeno el aceptor final del flujo electrónico es otra sustancia en lugar del oxígeno. Estos organismos obtienen la glucosa de los compuestos orgánicos que encuentran en su hábitat, la metabolizan y liberan electrones.

Para obtener los electrones el Geobacter utiliza la respiración e internamente aplica el ciclo Krebs, una sucesión de reacciones químicas que oxidan completamente la materia orgánica hasta producir dióxido de carbono, agua, energía en forma utilizable (electrones) y ATP. Además, la red de Citocromos Tipo C actúa como un capacitor almacenando energía para mantener la célula activa en su búsqueda de nuevos aceptores de electrones.

Ante los resultados obtenidos se sugiere el empleo de bacterias, no únicamente Geobacter, en aplicaciones que demanden baja potencia, como puede ser el caso de alimentación a dispositivos móviles, plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o incluso alimentación a dispositivos electrónicos con fines médicos.

En la actualidad la aplicación de bacterias para generar bioenergía es una alternativa económica, ambiental y sustentable, con gran infinidad de aplicaciones para la vida social.

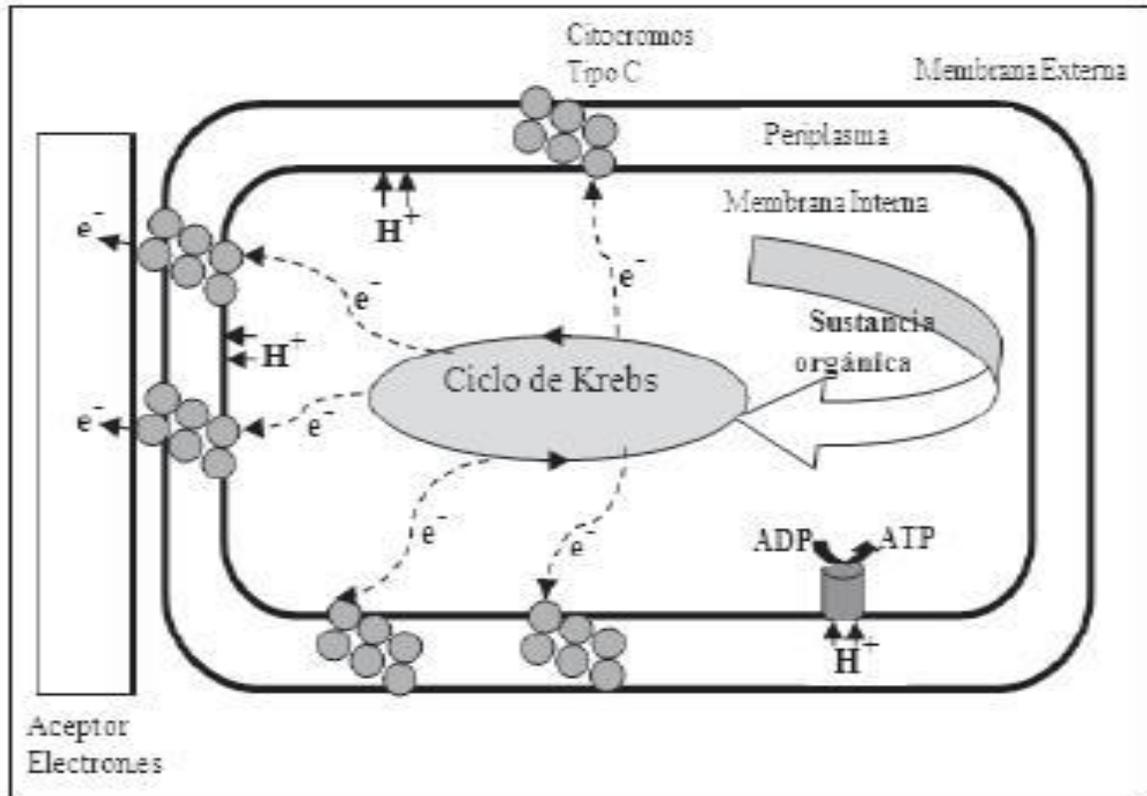


Figura 2. Modelo metabólico de una célula del genero *Geobacter*.

MATERIALES:

- 16 botellas de plástico.
- Cables delgados de cobre.
- Agua sucia.
- Lodo activado.
- Trapo o algodón
- Led
- Multímetro
- Electrodo de grafito
- Pinzas de Caimán

METODOLOGÍA

Nuestra metodología se desarrolló en cinco fases, las cuales se describen a continuación:
Primera fase: se realizó una recopilación de datos basándonos en diferentes fuentes de información, posteriormente, reunimos los materiales antes mencionados e iniciamos con el armado de nuestros prototipos, basándonos en el siguiente proceso.

Segunda Fase: A cuatro pares de botellas de 600 ml. se les realizó una perforación en la parte inferior de su forma, se les colocó una pequeña manguera de plástico que los uniera permanentemente, se le colocó un filtro de algodón y finalmente se les aplicó silicón alrededor de las extremidades de las mangueras.

Tercera fase: se aplicó 100 g de lodo activado a una de las botellas, después, uno de los grafitos que fungiría como electrodo y por último se agregó 100 ml de agua sucia. A la botella restante se le agregaron 200 ml de agua limpia y el grafito correspondiente.

Cuarta fase: una vez hechos los prototipos medimos el voltaje y el pH, para establecer nuestros parámetros de inicio de producción de energía eléctrica.

Quinta fase: durante 5 días fuimos midiendo los resultados arrojados por nuestras muestras, haciendo nuestra recopilación de datos.

RESULTADOS:

TABLA 1. Voltajes obtenidos.

	MUESTRA CONTROL	MUESTRA 1 (Detergente)	MUESTRA 2 (Barranco)	MUESTRA 3 (Trastes sucios)	MUESTRA 4 (Mezcla)
DÍA 1	.21 V	.63 V	.52 V	.48 V	.41 V
DÍA 2	.23 V	.74 V	.44 V	.43 V	.42 V
DÍA 3	.27 V	.82 V	.46 V	.44 V	.43 V
DÍA 4	.280 V	.80 V	.45 V	.36 V	.80 V
DÍA 5	.20 V	.83 V	.30 V	.30 V	.54 V

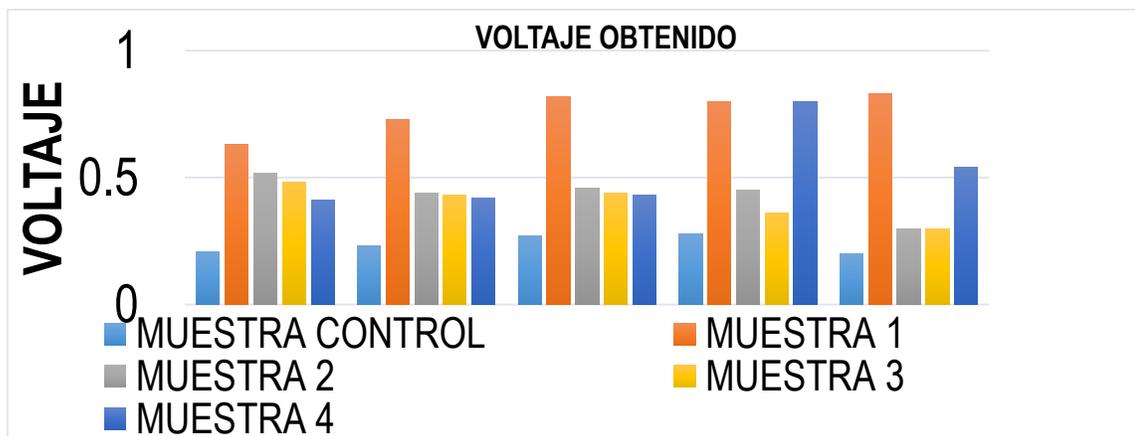
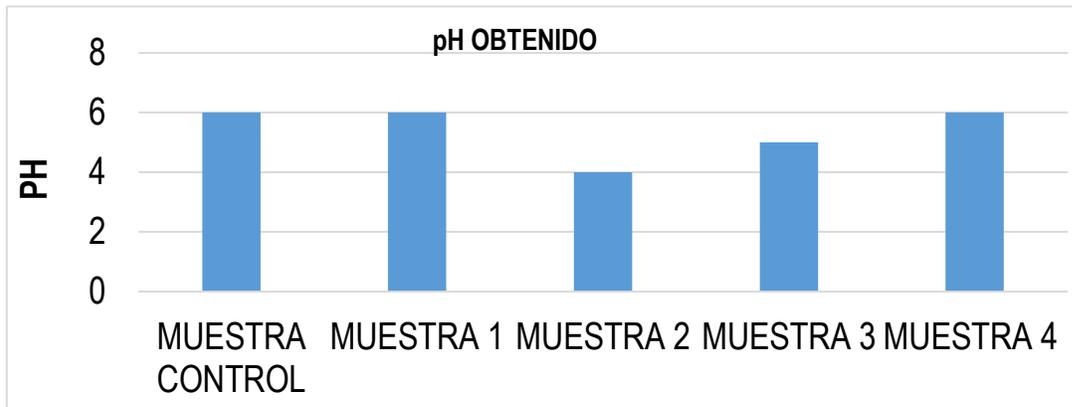


TABLA 2. pH obtenido de las disoluciones de agua sucia.

	MUESTRA CONTROL	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
PH OBTENIDO	6	6	4	5	6



CONCLUSIONES:

- El objetivo principal de este proyecto se cumplió debido a que cada uno de los prototipos realizados con soluciones de agua sucia y lodo activado produjeron diversos voltajes con base en las bacterias previamente seleccionadas.
- Se logró comprobar que el pH no es un factor crucial para el aumento o disminución de volts debido a que el voltaje depende de la concentración de materia orgánica que se encuentra en el prototipo.
- Los microorganismos aerobios presentes en el agua sucia no causaron cambios en el voltaje obtenido, ya que los microorganismos responsables de la producción de energía son las bacterias *Geobacter* que se encuentran en el lodo activado.

BIBLIOGRAFÍAS:

- Mayte Gil-Agustí, Leire Zubizarreta, Vicente Fuster, Alfredo Quijano. (2014). BATERÍAS: ESTADO ACTUAL Y FUTURAS TENDENCIAS (1ª parte). Instituto Tecnológico de la Energía: <http://dx.doi.org/10.6036/7298>.
- Tristano Bacchetti De Gregoris , Belén Barroeta , Abraham Esteve Nuñez. (2014). La columna bioelectrogénica: una herramienta para introducir conceptos de ecología microbiana y electroquímica en la educación secundaria. Madrid. España: <http://hdl.handle.net/10498/17607>.
- Abraham Steve Nuñez. (2008). Bacteriasproductoras de electricidad. Madrid: <https://www.semicrobiologia.org/pdf/actualidad/45/Geobacter.pdf>.

- Igor Marcos Saavedra Salas. (Marzo 2012). Diseño de una Celda de Combustible Microbiológica con Uso de Bacterias Oxidantes de Azufre y Hierro. Santiago de Chile: www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2012/cf-saavedra_is/pdfAmont/cf-saavedra_is.pdf.
- Redacción / Sin Embargo. (Septiembre 2013). Científicos generan energía limpia con ayuda de microbios a través del procesamiento de agua contaminada. 2016, de Sin embargo.mx
Sitio web: <http://www.sinembargo.mx/20-09-2013/757828>