

Energía: celdas de combustible microbianas

Góngora Molina, A. C.¹; Ochoa Mancilla, J.²; Sosa Assi, M. E.²; Vázquez Borges, E.³

Fecha de recepción: 23 de enero de 2017 – Fecha de aprobación: 03 de mayo de 2017

Resumen

Los objetivos de este proyecto son: demostrar que las plantas producen distintas cantidades de energía, evaluando una celda de combustible microbiana, con el fin de aprovechar esta energía. Una celda de combustible microbiana (CCM) es un dispositivo que tiene como finalidad la obtención de energía eléctrica a través de microorganismos que convierten la energía química encontrada en un sustrato, en energía eléctrica. Las plantas producen energía eléctrica de manera constante y es por ello que medimos esta energía en cuatro plantas diferentes, los resultados promedio obtenidos son: la planta que produce más milivolts es el Árbol de la abundancia (*Portulacaria afra*) con 134.46 mV, la que menos produce es la Bugambilia (*Bougainvillea*) con 105.76 mV. Se evaluaron también la Menta (*Mentha spicata*) 112.68 mV y la Vicaria (*Catharanthus roseus*) 121.28 mV. Los cambios de humedad no son un factor que, por sí solo, afecten la medida de voltaje en las plantas analizadas.

Palabras clave: células de combustible microbiana, energía en plantas, sustentabilidad, aprendizaje por proyectos

Energy: microbial fuel cells

Abstract

The objectives of this project are: to demonstrate that plants produce different amounts of energy by evaluating a microbial fuel cell in order to take advantage of this energy. A microbial fuel cell (CCM) is a device whose purpose is to obtain electrical energy through microorganisms that convert the chemical energy found in a substrate into electrical energy. The plants produce electric energy in a constant way and that is why we measure this energy in four different plants, the average results obtained are: the plant that produces more millivolts is the Tree of abundance (*Portulacaria afra*) with 134.46 mV, which less Produces is the Bugambilia (*Bougainvillea*) with 105.76 mV. Menta (*Mentha spicata*) 112.68 mV and Vicaria (*Catharanthus roseus*) 121.28 mV were also evaluated. Moisture changes are not a factor that, by themselves, affect the voltage measurement in the plants analyzed.

Keywords: microbial fuel cells, energy in plants, sustainability, project learning

¹ Estudiante primer semestre, licenciatura en Ingeniería Mecatrónica FIUADY

² Estudiantes primer semestre, licenciatura en Ingeniería Física FIUADY

³ Profesora Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán

³ Autor de correspondencia: vborges@correo.uady.mx

Nota: Este artículo de investigación es parte de Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 21, No.1, 2017. ISSN 2448-8364.

Introducción

Durante la primera década del presente siglo, la demanda de energías renovables a nivel mundial ha experimentado un incremento significativo y sostenible, como consecuencia de diversos factores:

1. Creciente importancia de las energías limpias y no contaminantes.
2. Incremento de precios en las energías de origen fósil.
3. Apoyos de los gobiernos incentivando la producción y consumo de energías renovables.

El ser humano comenzó a hacer uso de combustibles a base de carbono a finales del siglo XVIII. La revolución industrial se inauguró con el uso del carbón. El gas natural fue utilizado comercialmente por primera vez alrededor de 1785 en Gran Bretaña para la iluminación. La sociedad moderna no se habría desarrollado sin estos combustibles con alta densidad de energía. Sin embargo, el uso de carbón para la energía produce dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y las emisiones de mercurio entre muchos otros contaminantes. Todo esto afecta negativamente a nuestro planeta. Algunas de las emisiones de petróleo incluyen monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno (André, de Castro y Cerdá, 2012).

La importancia e impacto que tiene la investigación y el uso de las energías renovables son las siguientes:

- Proviene de fuentes de energía limpia, son inagotables y competitivas
- No producen gases de efecto invernadero ni emiten gases contaminantes para el medio ambiente
- Su desarrollo es esencial en el combate del cambio climático y así limitar los efectos que este tiene en el planeta.
- En entorno podemos encontrar a diario, recursos que pueden ser aprovechados para ser transformados en energía limpia, que no creen problemas ambientales (Merino, 2014; Ortiz, Moreno y Jiménez, 2014).

Es por lo anterior que se desarrolló el presente trabajo, cuyos objetivos son: Demostrar que las

plantas producen distintas cantidades de energía, aprovechar la energía renovable disponible en nuestro entorno y evaluar una celda de combustible microbiana

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), frente a las fuentes convencionales, las energías renovables son “recursos limpios cuyo impacto ambiental negativo es prácticamente nulo y siempre reversible”. También, las energías renovables se pueden definir como aquellas que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Ventajas de las energías renovables: Estas fuentes de energía son casi ilimitadas, caso contrario a otras fuentes tradicionales de energía, como el carbón, petróleo y el gas, los cuales se están agotando día con día.

Celdas de combustible microbianas: Una celda de combustible microbiana es un dispositivo que tiene como finalidad la obtención de energía eléctrica a través de microorganismos que convierten la energía química encontrada en un sustrato, en energía eléctrica. Este proceso es posible ya que algunos microorganismos transfieren los electrones que producen en su actividad metabólica a un electrodo (ánodo) en lugar de un aceptor natural de electrones (como oxígeno). De acuerdo con Ortiz, Moreno y Jiménez (2014): una celda de combustible microbiana “presenta dos cámaras separadas, físicamente o mediante una membrana semipermeable: en una se aloja un electrodo (ánodo) sumergido en una solución química, y en el otro un segundo electrodo (cátodo) también dentro de la solución química. En el primero se lleva a cabo la oxidación de ciertas fuentes de combustible, y en el segundo se produce la reducción de un aceptor de electrones que se encuentra en la solución. Estos dos electrodos están conectados por un circuito externo por el que viajan los electrones, del ánodo al cátodo.” En la figura 1 se muestra una celda microbiana.

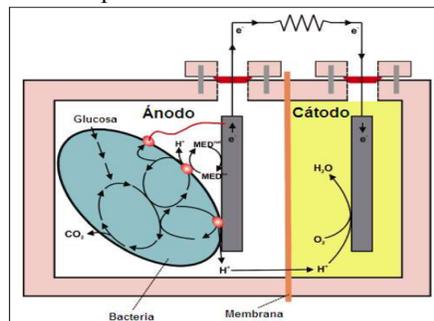


Figura 1. Celda microbiana de biocombustible (Rabaey y col., 2003).

Tabla 1. Materiales.

Alambre de cobre	Agar-agar	Tijeras
PVC de ½ pulgada	Botellas de plástico de 600ml	Balanza
Lija	Latas de aluminio	Silicón líquido

Plantas vivas:

- a) “El árbol de la abundancia” (*Portulacaria afra*). Es un arbusto que pertenece al grupo de las plantas crasas o suculentas, es originario del suroeste de África, excelente esponja de carbono, ya que tiene la capacidad de tomar grandes cantidades de carbono de la atmósfera para fabricar su tejido.
- b) Menta (*Mentha spicata*) planta medicinal y aromática perenne que pertenece a la familia de las Labiadas originaria del Mediterráneo. Antiguamente ya era una planta medicinal muy apreciada y utilizada por sus cualidades terapéuticas para tratar dolencias del aparato digestivo, del aparato respiratorio o de la piel.
- c) Vicaria (*Catharanthus roseus*) hierba leñosa, muy ramificada, de hasta 80 cm de altura. Las hojas y las raíces se caracterizan por la presencia de más de 60 alcaloides (Infomed, 2003).
- d) Bugambilia (*Bougainvillea*) arbusto trepador espinoso con follaje frondoso verde intenso, las flores crecen en las puntas de las ramas. Esta es una planta originaria de América del Sur (Lizama, 2015).

En los alrededores de las raíces de estas plantas se encuentran microorganismos que descomponen la

materia orgánica para obtener energía. En este proceso electrones y protones son liberados como desecho. Al colocar un electrodo se pueden obtener estos electrones para producir electricidad sin interferir con la planta, mientras que por medio de la membrana selectora de agar podemos generar agua al permitir el paso de protones.

Metodología

La celda de combustible microbiana tiene 3 partes importantes: los electrones, la membrana selectora de protones o medidor y el cuerpo o estructura de la celda. Para la elaboración de la celda de combustible microbiana, acudimos a diversos viveros con la finalidad de encontrar las plantas adecuadas. La mayoría de los materiales utilizados fueron reciclados, mientras que otros materiales como la silicona y el Agar-Agar, fueron comprados. En la figura 2 se muestra la selección de las plantas (González, 2014).

Con las latas de aluminio: doblar las láminas por la mitad por donde está pasando el cable de cobre, de tal forma que el cable que está trenzado en los orificios quede abrazado por el aluminio. Esto deberá hacerlo con cada una de las dos tiras de aluminio. Figura 3



Figura 2. Selección de las plantas para las celdas.

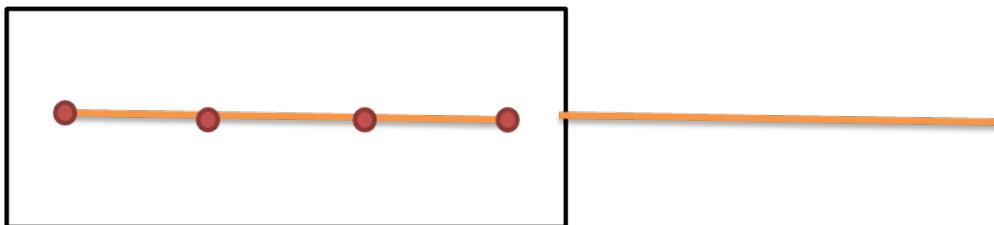


Figura 3. El aluminio con el cobre.



Figura 4. Tubo de PVC con Agar-Agar Membrana Selectora.

Elaboración de la membrana selectora o mediador

1. Asegurarse que los tubos de PVC estén completamente limpios.
2. Con cinta, tapar bien uno de los extremos del tubo.
3. En un litro de agua tibia, incorporar los 3 gramos. de Agar-Agar y revolver hasta disolverlo completamente.
4. Dejar hervir máximo 10 minutos revolviendo constantemente.

5. Sin dejar enfriar la mezcla de Agar-Agar, verterla en el tubo hasta llenarlo y déjelo enfriar. Se observa en la figura 4.

Elaboración de la estructura

Teniendo listos ya los electrodos, la membrana selectora y parte del cuerpo, procedemos a armar la estructura de la celda, la cual solo consiste en ensamblar, quedando como se observa en las figuras 5 y 6.

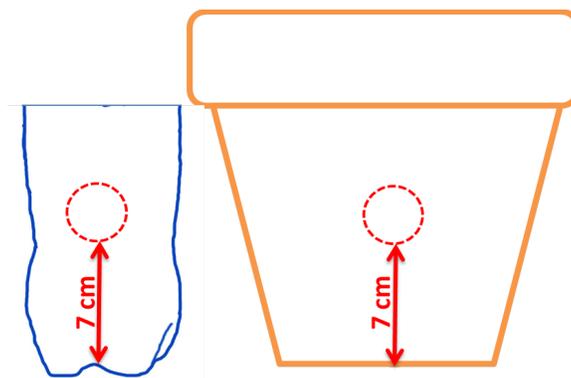


Figura 5. Estructura de la celda microbiana.

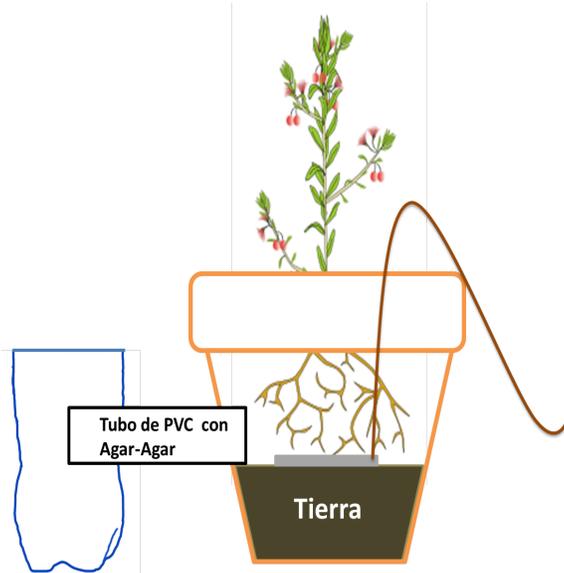


Figura 6. ensamblado de las estructuras de las celdas.

Teniendo todo esto listo, se realizó la prueba de la nueva celda de combustible microbiana.

Etapa de comprobación de funcionamiento

Para esta parte del experimento utilizamos plantas vivas: El árbol de la abundancia (*Portulacaria Afra*), Menta (*Mentha spicata*), Vicaria (*Catharanthus roseus*) y Bugambilia (*Bougainvillea*). Después de ensamblar el sistema material con cada una de las plantas mencionadas, se hizo una medición inicial para comprobar el funcionamiento de las celdas de combustible microbianas (Figuras 7 y 8).

Resultados obtenidos

Se realizaron mediciones de voltaje en las cuatro plantas y se compararon con parámetros ambientales: temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, sensación térmica. Se muestran los resultados comparando estas variables. En las figuras 9, 10, 11 y 12 se muestran las variaciones diarias de voltaje generadas por las cuatro plantas evaluadas. En la Tabla 1 se muestra el promedio del voltaje de cada una de las plantas durante el tiempo evaluado.



Figuras 7 y 8. Proceso de elaboración de las CCM.

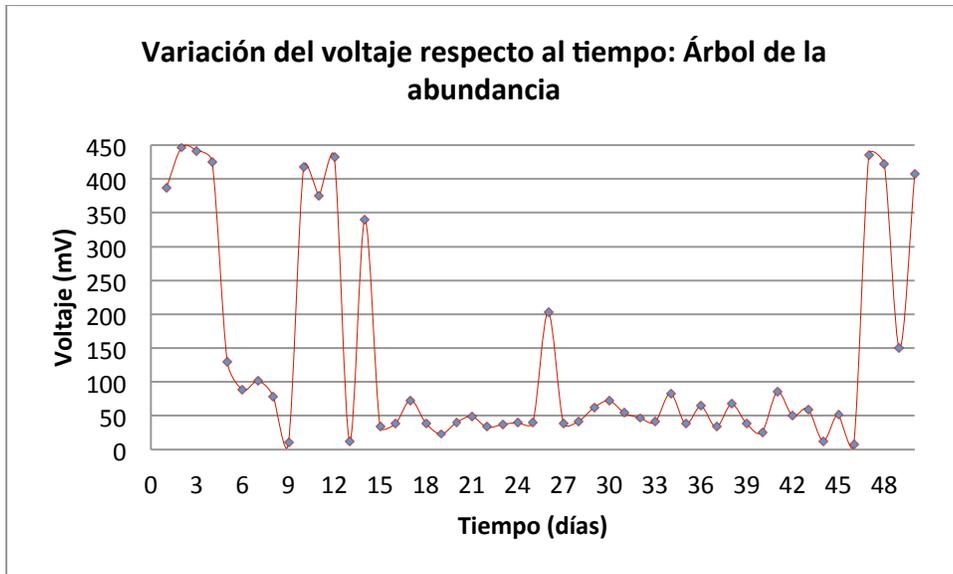


Figura 9. Variaciones de voltaje del Árbol de la Abundancia (*Portulacaria afra*).

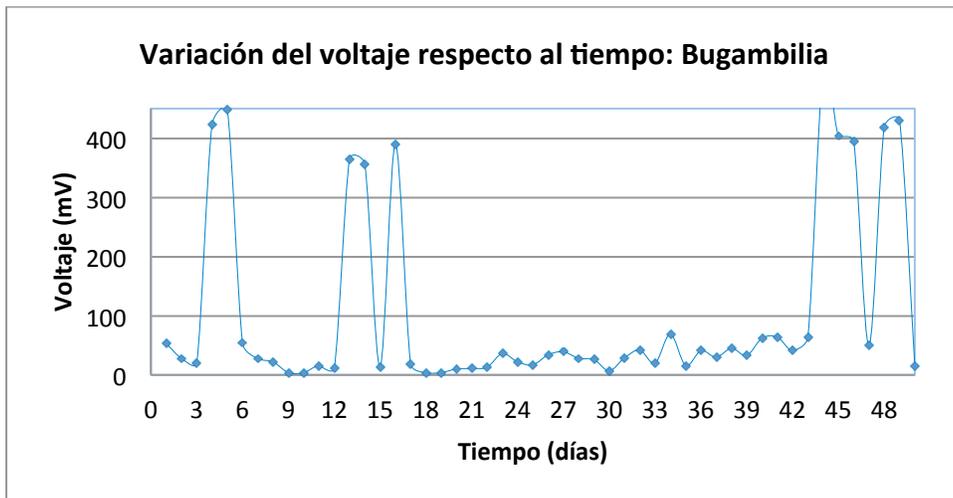


Figura 10. Variaciones de voltaje de la Bugambilia (*Bougainvillea*).

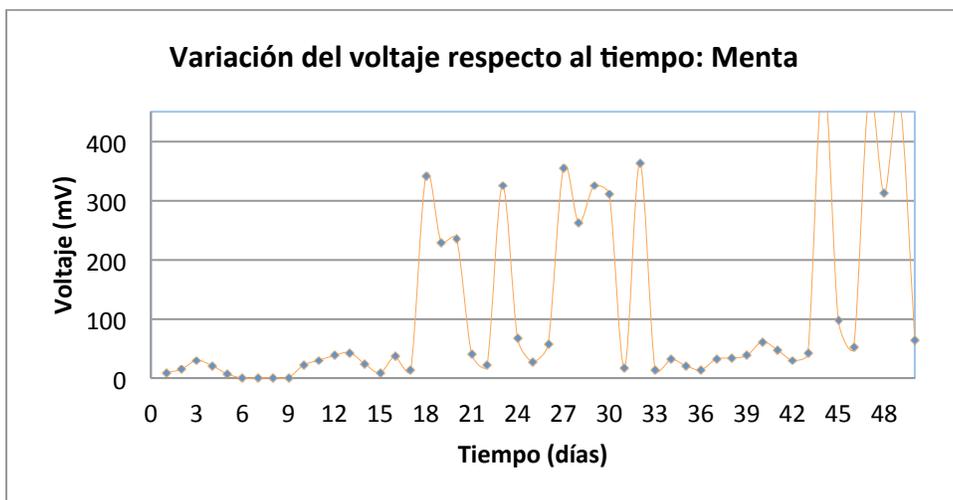


Figura 11. Variaciones de voltaje de la Menta (*Mentha spicata*).

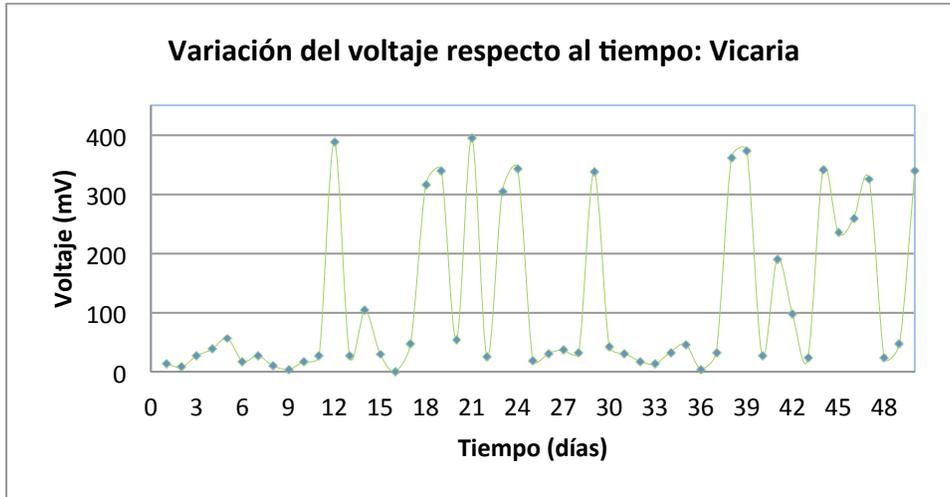


Figura 12. Variaciones de voltaje de la Vicaria (*Catharanthus roseus*).

Tabla 1. Resultados promedio de los voltajes generados en las cuatro plantas evaluadas

Planta	VOLTAJE	PROMEDIO (mV)
Portulacaria afra		134.46
Catharanthus roseus		121.28
Mentha		112.68
Bougainvillea		105.76

Podemos observar con respecto a las gráficas que la *Portulacaria afra* produce un mayor voltaje que las demás plantas, mientras que la *Bougainvillea* produce un voltaje menor.

En las figuras 13 y 14 se observan los voltajes generados por las cuatro plantas respecto a la humedad relativa.

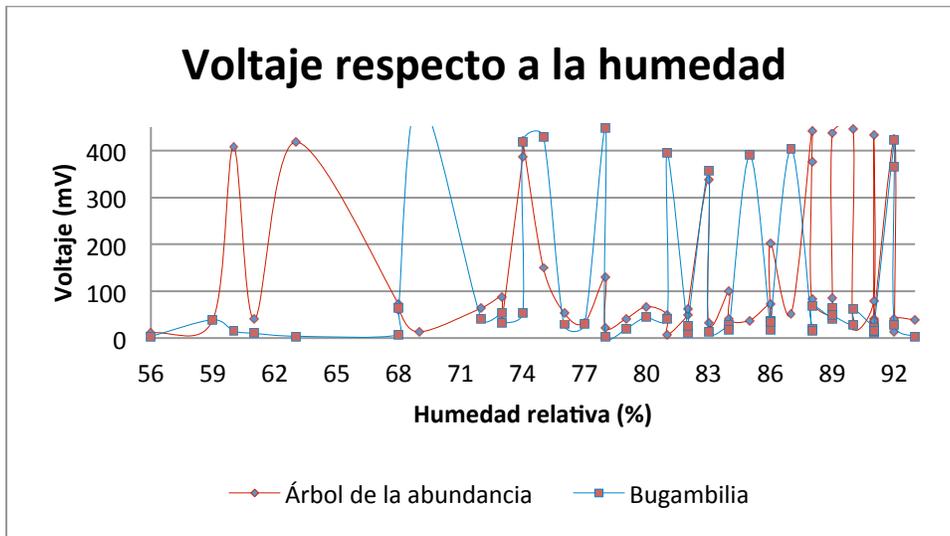


Figura 13. comparación de los voltajes generados en el árbol de la abundancia y la bugambilia respecto a la humedad relativa.

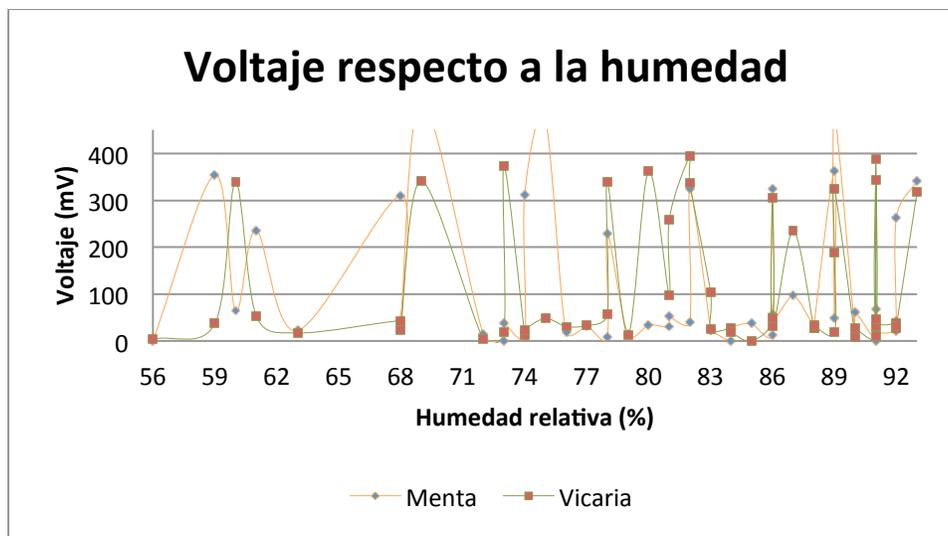


Figura 14. comparación de los voltajes generados en la menta y la Vicaria respecto a la humedad relativa.

En la figura 13 se observa lo que ocurre con el árbol de la abundancia (*Portulacaria afra*): el voltaje tiende a aumentar cuando la humedad es menor, en cambio cuando la humedad es mayor, el voltaje es menor a pesar de que arrojó valores altos de voltaje. Se observa también que para la Bugambilia (*Bougainvillea*) conforme va aumentando la humedad, presenta intervalos de aumento en su voltaje. En cambio, como se observa en la figura 14, el voltaje de la menta (*Mentha spicata*) y la vicaria (*Catharanthus roseus*), varían sin importar si ocurre un aumento o una disminución de humedad.

Conclusiones

- 1) Los resultados promedio obtenidos son: el Árbol de la abundancia (*Portulacaria afra*) 134.46 mV, la Bugambilia (*Bougainvillea*) 105.76 mV, la Menta (*Mentha spicata*) 112.68 mV y la Vicaria (*Catharanthus roseus*) 121.28 mV.

- 2) Las plantas producen energía eléctrica de manera constante como lo demuestran los resultados obtenidos, por lo que es posible hacer que este método de obtención de energía renovable sea accesible y muy importante por tratarse de energía limpia, sustentable y asequible a una gran población.
- 3) Algunas plantas producen más energía que otras, siendo la que produce más milivolts en promedio es la *Portulacaria afra* (Árbol de la abundancia) con 134.46 mV; y la que menos produce es la *Bougainvillea* (Bugambilia) con 105.76 mV.
- 4) De acuerdo con la interpretación de las gráficas del voltaje con respecto a la humedad, podemos concluir que los cambios de humedad no son un factor que, por sí solo, afecten la medida de voltaje en las plantas analizadas.

Agradecimiento:

A Julián Gerónimo Huchim Vázquez, por la ayuda incondicional durante la realización de este proyecto.

Bibliografía

André F. J.; de Castro L. M.; Cerdá E. (2012). Las energías renovables en el ámbito internacional. Cuadernos económicos de ICE, 83, 11-36.

Gonzalez, S. (2014) "Versión casera de una celda de combustible microbiana (CCM)", recuperado en <http://librepensante.org/ba-c-teria/practica2009/elaborarunacelda.pdf>. 22 noviembre 2016

Infomed "Vicaria" (2003) Recuperado en: <http://www.sld.cu/fitomed/vic.html> 26 octubre 2016

Lizama, V. (2015) "Plantación: conoce los beneficios de la Bugambilia" Recuperado en: <http://sipse.com/milenio/bugambilia-plantacion-victor-hugo-lizama-herbolaria-179658.html> 22 octubre 2016

Merino, L. (2014) “Las energías renovables” Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. recuperado en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos.pdf> 16 noviembre 2016

Ortiz, G.; Moreno, L. y Jiménez, J. (2014) “Bacterias eléctricas” Recuperado en: https://www.upo.es/moleqla/export/sites/moleqla/documentos/Articulo_destacado_numero_4.pdf

Rabaey K.; Lissens G.; Siciliano S. D.; Verstraete W. (2003). A microbial fuel cell capable of converting glucose to electricity at high rate and efficiency. *Biotechnology letters*, 25(18), 1531-1535.