



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**“PROTOTIPO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANO (CCM)
PARA GENERAR ENERGIA MEDIANTE RESIDUOS DE PLATANO Y
BAGAZO DE CAÑA”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

AUTORA:

Dayana Paola Sayajo Ortiz

ASESOR:

Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Conservación y Protección de los Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2015-II

PROTOTIPO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANO PARA
GENERAR ENERGIA MEDIANTE RESIDUOS DE PLATANO Y
BAGAZO DE CAÑA

Autora:

Dayana Paola Sayajo Ortiz

Jurado

Firma del:

Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores

Mg .Ing. Haydee Suarez Alvites.

Ing. Karin Villanuevo Nuevo.

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mis padres, Rosa Ortiz Alva y Guillermo Sayajo Andia ; quienes son mi soporte y apoyo y quienes han estado presentes en cada momento de mi vida para aconsejarme y darme aliento. También se la dedico a mis queridas tías Magaly y Flor Ortiz quienes han estado junto a mí toda la vida y quienes me han brindado su amor incondicional como si fuesen mis madres.

Además a mi Reyna Alisson quien me alegra los días con aquellos abrazos que me dan fuerza cada día para seguir adelante.

Y sobre todo a Dios quien ha sido el causante de tanta grandiosa compañía que ha puesto a mi lado para recorrer el largo camino de la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes que me dieron apoyo y confianza para poder realizar esta investigación y que estuvieron dispuestos a brindarme sus conocimientos que fueron de gran importancia para la elaboración de la siguiente investigación sobre todo al Ing. Lorgio Valdivieso quien me apoyó en la realización del proyecto de investigación y aquellas personas que siempre tuvieron palabras de aliento para continuar.

DECLARACION DE AUNTENTICIDAD

Yo Dayana Paola Sayajo Ortiz con DNI N° 72607626, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y título de la Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todo los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Diciembre del 2015.

Dayana Paola Sayajo Ortiz

PRESENTACIÓN

Señores miembros de jurado presento ante ustedes la tesis titulada "PROTOTIPO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE MICROBIANO PARA GENERAR ENERGÍA MEDIANTE RESIDUOS DE PLATANO Y BAGAZO DE CAÑA", con la finalidad de Construir un prototipo de celda de combustible microbiano que pueda generar energía mediante residuos orgánicos como los residuos de plátano y bagazo de caña de azúcar, en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Dayana Paola Sayajo Ortiz

INDICE

<i>JURADOS</i>	ii
<i>DEDICATORIA</i>	iii
<i>AGRADEMIENTO</i>	iv
<i>DECLARACION DE AUTENTICIDAD</i>	v
<i>PRESENTACIÓN</i>	vi
<i>RESUMEN</i>	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.	10
1.2. Trabajos Previos	11
1.2.1. Generación de electricidad a partir de una celda de combustible microbiana tipo PEM.	11
1.2.2. Evaluación del desempeño e identificación de exoelectrógenos en dos tipos de celdas de combustible microbianas con diferente configuración en el ánodo.	12
1.2.3. Diseño de una Celda de Combustible Microbiológica con Uso de Bacterias Oxidantes de Azufre y Hierro.	12
1.2.4. Evaluación electroquímica de materiales anódicos y su aplicación en celdas de combustible microbianas.	13
1.2.5. Generación De Electricidad A Partir De Una Celda De Combustible Microbiana Tipo PEM.	14
1.2.6. Generación de Electricidad en una Celda de Combustible Microbiana Mediada Utilizando Micro-ánodos Descartables.	15
1.2.7. Síntesis y caracterización de membranas híbridas órgano-inorgánicas para su uso en pilas de combustible	15
1.2.8. Generación de energía eléctrica a partir del tratamiento de aguas residuales por medio de bioceldas	16
1.3. Teorías Relacionadas al tema	

1.3.1. Matriz energética del Perú.	17
	17
1.3.1.1. Oferta de Energía.	18
	18
1.3.2. Energías limpias.	18
	18
1.3.3. Bioenergía.	19
	19
1.3.4. Celdas de combustible microbiano	19
1.3.4.1. Estructura de una celda de combustible microbiano	19
	19
1.3.4.1.1. Celda Anódica.	20
1.3.4.1.2. Electrodo Anódico	20
1.3.4.1.3. Celda Catódica	20
	20
1.3.4.1.4. Electrodo Catódico	20
	20
1.3.4.1.5. Membrana de intercambio protónico.	20
	21
1.3.5. Naturaleza electroquímica y funcionamiento energético.	21
1.3.5.1. Energía eléctrica	21
1.3.5.2. Energía Química	21
1.3.5.3. Potenciales normales de electrodo.	21
1.3.5.4. Naturaleza electroquímica	22
1.3.6. Descripción de la tecnología	23
1.3.7. Factores que impactan en el desempeño de las celdas de Combustible microbianas (CCMs)	
1.3.8. Factores que afectan al voltaje	25
1.3.8.1. Pérdidas de activación	25
1.3.8.2. Pérdidas óhmicas	26
1.3.8.3. Pérdidas por transporte de masa o por concentración	26
1.3.9. Electro catalizadores	26
1.3.10. Mecanismos de transferencia de electrones.	27
1.3.10.1. Transferencia directa de electrones al electrodo.	28
1.3.10.2. Transferencia con ayuda de mediadores.	29
1.3.10.3. Mediadores producidos por el mismo microorganismo.	30
1.3.10.4. Mediadores adicionados exógenamente	31
1.3.10.5. Transferencia por medio de los nanocables bacterianos (pili)	32
1.3.10.6. Método de Presencia – ausencia de bacterias coliformes	33
	34
1.3.11. Plátano	
1.3.12. Bagazo de caña.	34
1.3.13. Hidratos de carbono	
	35
1.3.12. Biomasa lignocelulósica	35

1.4. Formulación del Problema	36
1.5. Justificación del Estudio	37
1.6. Hipótesis	38
1.6.1. Hipótesis General	38
1.6.2. Hipótesis Específicas	38
1.7. OBJETIVOS	38
1.7.1. Objetivo General	38
1.7.2. Objetivos Específicos	39
II METODO	40
2.1 Diseño de Investigación	40
2.2. Variables y Operalización	40
2.2.1. Independiente	40
2.2.2. Dependiente	41
2.2.3. Operalización de Variables	42
2.3. Población muestra y muestreo	42
2.3.1. Población	42
2.3.2. Muestra	42
2.4 Técnicas e instrumentos de datos, validez y Confiability	42
2.5 Métodos de análisis de datos	43
III RESULTADO	47
3.1. Construcción de Prototipo	48
3.2. Recolección y caracterización de la muestras de plátano y bagazo de caña de azúcar.	50
3.3. Calculo de datos de materia a utilizar en las celdas y llenado de ellas	51
3.4. Toma de voltaje generado.	51
IV DISCUSION	58
V CONCLUSIONES	61
VI RECOMENDACIONES	64
V BIBLIOGRAFIA	66
VI ANEXO	71
VII GALERIA DE IMAGENES	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conductividades de los metales de estudio	15
Tabla 2 Operalización de variables	22
Tabla 3 Etapa de estudio.	24
Tabla 4 Prototipo de celda de combustible microbiano	28
Tabla 5: Estructura de celdas de estudio	41
Tabla 6. lista de insumo y las cantidades a utilizar en los prototipos	51
Tabla 7. Voltaje de celdas con combustible de residuos de plátano	52
Tabla 8: Voltaje de celdas con combustible de residuos de bagazo de caña.	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distrucion de energía eléctrica según fuente de generación.	18
Figura 2. Principales vías de transferencia de electrones en una CCM	19
Figura 3. Vista general del transporte de electrones en una CCM a través de la formación de una biopelícula formada en la superficie del ánodo.	36
Figura 4. Analisis matemático de la generación de energía con residuos de plátano y electrodo catódico de cobre.	37
Figura 5. Analisis matemático de la generación de energía con residuos de plátano y electrodo catódico de aluminio.	38
Figura 6. Analisis matemático de la generación de energía con residuos de bagazo de caña y electrodo catódico de cobre.	39
Figura 7. Analisis matemático de la generación de energía con residuos de bagazo de caña y electrodo catódico de Aluminio	

Figura 8. Elaboración de celdas de combustible microbiano.	42
Figura 9. Voltaje generado por Prototipo de celda de combustible microbiano con residuos de plátano con cátodo de aluminio	45
Figura 10. Voltaje generado por Prototipo de celda de combustible microbiano con residuos de plátano con cátodo de cobre.	45
Figura 11. Voltaje generado por Prototipo de celda de combustible microbiano con residuos de bagazo de caña de azúcar con cátodo de aluminio	46

RESUMEN

Hoy en día el cuidado del medio ambiente se ha vuelto una problemática a nivel mundial debido al uso excesivo de recursos fósiles no renovables así también como a su uso inadecuado de ellos , a esto se le suma la gran demanda energética que sufrimos por el aumento demográfico lo que ha hecho que nuestro país se haya vuelto dependiente y explote el gas de manera indiscriminada sabiendo que es un recurso que su duración es pronosticada a 25 años .Ante estos problemas la búsqueda de nuevas tecnologías energéticas se ha hecho un tema de gran importancia, a lo que se han ido experimentando distintos tipos de energía limpias entre ellas la energía mediante biomasa, si bien esta energía no tiene muchos estudios aun , se sabe que en el futuro será de mucho provecho .

Es así que esta investigación se basa en la elaboración de 2 prototipos de celdas realizando un arreglo en la estructura variando el electrodo catódico entre cobre y aluminio. Estas celdas se trabajaron cada una con dos residuos diferentes como combustible, y el funcionamiento fue en serie para probar si era posible generar energía con los residuos de plátano y bagazo de caña de azúcar individualmente .La observación del comportamiento de las celdas se realizó durante 28 días y se realizaron 3 repeticiones por arreglo.

Fue así que de la celda de combustible microbiano (CCM) con electrodo catódico de cobre y residuos de plátano se obtuvo un máximo de voltaje de 0.56 de la repetición 2. De la CCM con electrodo catódico de aluminio y residuos de plátano se obtuvo un máximo de 0.31 voltios de la repetición 1. De la CCM con electrodo catódico de cobre y residuos de caña se obtuvo un máximo de 0.69 voltios de la repetición 2 y de la ce CCM con electrodo catódico de aluminio se obtuvo un máximo de 0.27 voltios de la repetición 1.

Palabras clave: celda de combustible microbiano, residuos, energía.

ABSTRACT

Today the care of the environment has become a problem worldwide due to excessive use of fossil non-renewable resources as well as their misuse of them, this is the high energy demand that we suffer is added by the increase Demographic what has made our country has become dependent and exploit gas indiscriminately knowing that it is a resource that is predicted duration to 25 years .Ante these problems finding new energy technologies has become a major issue , to which have been experiencing different types of energy including clean energy by biomass, but this energy has even many studies, we know that in the future will be of great benefit.

Thus, this research is based on the development of four prototype that worked seriously to see its potential difference according to the residue used as fuel which will waste bananas and sugar cane residues individually made an arrangement varying structure the cathode electrode between copper and aluminum.

Thus, a maximum average voltage of 0.64 volts which was measured in the cells containing waste sugar cane bagasse and copper cathode electrode was obtained. Furthermore 0.54v waste banana and copper cathode electrode, banana 0.29 waste cathode electrode and aluminum and 0.27 cane waste and aluminum cathode electrode was obtained

Keywords: microbial fuel cell, waste, energy.