

ISSN 2523-6881

Volumen 3, Número 10 — Julio — Septiembre — 2019

Revista de Energías Renovables



ECORFAN®

Editor en Jefe

SERRANO-PACHECO, Martha. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Energías Renovables, Volumen 3, Número 10, de Julio a Septiembre 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Perú. La Raza Av. 1047 No.-Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode:11500. WEB: www.ecorfan.org/republicofperu, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: SERRANO-PACHECO, Martha. PhD. ISSN: 2523-6881. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Energías Renovables

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Energía solar y sus aplicaciones, Energías renovables y el cambio climático, Impacto ambiental, Plantas hidroeléctricas, Energías renovables contaminantes, Energía eólica, Energía geotérmica en el mundo

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Energías Renovables es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Energía solar y sus aplicaciones, Energías renovables y el cambio climático, Impacto ambiental, Plantas hidroeléctricas, Energías renovables contaminantes, Energía eólica, Energía geotérmica en el mundo con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD
University of La Rochelle

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

RODRÍGUEZ - MORALES, José Alberto. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD
Universidad Santander

Comité Arbitral

CASTILLO - QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

FLORES - RAMÍREZ, Oscar. PhD
Universidad Politécnica de Amozoc

GÓMEZ - MERCADO, Abdiel
Instituto Tecnológico de Pachuca

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS - BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

PÉREZ - ROBLES, Juan Francisco. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

AGUILAR - VIRGEN, Quetzalli. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Energías Renovables emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Energía solar y sus aplicaciones, Energías renovables y el cambio climático, Impacto ambiental, Plantas hidroeléctricas, Energías renovables contaminantes, Energía eólica, Energía geotérmica en el mundo y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable?*, por ZAPIEN-RODRÍGUEZ, José Manuel, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, BALLESTEROS-PACHECO, Juan Carlos y NUÑEZ-AYALA, Frida Libertad, con adscripción en la Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas, como segundo artículo presentamos, *Sistema de extracción y tratamiento de metano*, por CANTÚ-MUNGUÍA Irma Adriana, GARAY-DE LA O, Albino, HERNÁNDEZ-CERVANTES, Aldo Aarón y GARCIABADA-SILVA, Gabriel, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Enriquez, como tercer artículo presentamos, *Síntesis y caracterización del aceite de las semillas de Chayotillo (Sicyos Deppei) para la producción de biodiesel así como para investigar la toxina que esta semilla contiene que produce un efecto paralizante en los animales que la consumen*, por VÁZQUEZ-MONROY Fortino, ISLAS-CERÓN Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick y TOVAR LEÓN Fausto, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Tula- Tepeji, como último artículo presentamos, *Aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de biogás*, por GARCÍA-MAGALLANES, Gabriel, OSORIO-CANUL, Marvin, HERRERA-LUGO, Angélica y NOVELO-MOO, Thelma, con adscripción en la Universidad Tecnológica Metropolitana.

Contenido

Artículo	Página
Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable? ZAPIEN-RODRÍGUEZ, José Manuel, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, BALLESTEROS-PACHECO, Juan Carlos y NÚÑEZ-AYALA, Frida Libertad <i>Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas</i>	1-6
Sistema de extracción y tratamiento de metano CANTÚ-MUNGUÍA Irma Adriana, GARAY-DE LA O, Albino, HERNÁNDEZ- CERVANTES, Aldo Aarón y GARCIABADA-SILVA, Gabriel <i>Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Enriquez</i>	7-18
Síntesis y caracterización del aceite de las semillas de Chayotillo (<i>Sicyos Deppei</i>) para la producción de biodiesel así como para investigar la toxina que esta semilla contiene que produce un efecto paralizante en los animales que la consumen VÁZQUEZ-MONROY Fortino, ISLAS-CERÓN Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick y TOVAR LEÓN Fausto <i>Universidad Tecnológica de Tula- Tepeji</i>	19-22
Aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de biogás GARCÍA-MAGALLANES, Gabriel, OSORIO-CANUL, Marvin, HERRERA-LUGO, Angélica y NOVELO-MOO, Thelma <i>Universidad Tecnológica Metropolitana</i>	23-27

Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable?**Electricity Generation from Natural Photosynthesis; A Scalable Reality?**

ZAPIEN-RODRÍGUEZ, José Manuel†*, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, BALLESTEROS-PACHECO, Juan Carlos y NÚÑEZ-AYALA, Frida Libertad

Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas, Ingeniería Mecatrónica – Ingeniería en Tecnología Ambiental. Av. Galeanas Sin Número, Colonia Las 600 Casas, Cd. Lázaro Cárdenas, Michoacán. C.P. 60950

ID 1^{er} Autor: *José Manuel, Zapien-Rodríguez* / ORC ID: 0000-0001-7198-2118, CVU CONACYT ID: 228342

ID 1^{er} Coautor: *Bianca Azucena, Solorio-De Jesús* / ORC ID: 0000-0001-9669-0410

ID 2^{do} Coautor: *Juan Carlos, Ballesteros-Pacheco* / ORC ID: 0000-0001-9684-6438, CVU CONACYT ID: 57746

ID 3^{er} Coautor: *Frida Libertad, Núñez-Ayala* / ORC ID: 0000-0003-1933-2964

DOI: 10.35429/JRE.2019.10.3.1.6

Recibido 16 de Junio, 2019; Aceptado 30 Septiembre, 2019

Resumen

A nivel mundial hay 7,5 mil millones de habitantes, y el 16% de esta población carece del servicio de electricidad, es por ello que utilizan combustibles fósiles, para calentar y alumbrar sus hogares. El elevado consumo de energía mundial propicia que la contaminación en general de la tierra y atmosfera sea elevada, con graves resultados para los ecosistemas, la salud de las personas y el clima, debido a que las principales fuentes de energías empleadas son No Renovables. La energía procedente del sol la usan directamente las plantas verdes y demás organismos fotosintéticos capaces de capturar la energía solar, transformarla en energía química y almacenarla. Este proceso natural se denomina fotosíntesis y consiste en convertir la energía solar, el agua y el dióxido de carbono en carbohidratos y oxígeno que actúan como nutrientes para las plantas. La tecnología del proceso de la fotosíntesis está basada en un generador biológico que obtiene electricidad de la descomposición de sustancias orgánicas extraídas naturalmente de las plantas. Lo consigue liberando electrones y H₂O en el proceso, sin causar daños a ningún organismo vivo. Este proyecto permite identificar nuevas formas de generación de energía limpia, así como la investigación de energías alternativas sustentables.

Abstract

Worldwide there are 7.5 billion population, and 16% of this people does not have electricity service, therefore they use fossil fuels to heat and light their homes. The high energy consumption at world, causes a high pollution in general of the earth and atmosphere, with serious results for the ecosystems, the health of the people and the climate, due to the main sources of energy used are Non-Renewable. The solar energy is directly used by green plants and other photosynthetic organisms, capable of capturing solar energy, transforming it into chemical energy and storing it. This natural process is called photosynthesis and consists of converting solar energy, water and carbon dioxide into carbohydrates and oxygen that act as nutrients for plants. The photosynthesis process technology is based on a biological generator that obtains electricity from the decomposition of organic substances extracted naturally from plants. It do it by releasing electrons and H₂O in the process, without causing damage to any living organism. This project allows to identify new ways to generate clean energies, as well as the investigation of sustainable alternative energies.

Generación Eléctrica, Fotosíntesis, Energías Renovables

Electric Generation, Photosynthesis, Renewable Energies

Citación: ZAPIEN-RODRÍGUEZ, José Manuel, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, BALLESTEROS-PACHECO, Juan Carlos y NÚÑEZ-AYALA, Frida Libertad. Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable? Revista de Energías Renovables 2019. 3-10: 1-6

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: zapien_jomazaro@uplc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La energía eléctrica es una forma de manifestación de la energía natural y es de gran importancia para el ser humano, sin embargo el sector industrial es quien requiere una gran cantidad en comparación con el consumo residencial promedio.

Los recursos energéticos fósiles, como su nombre lo indica, tienen una cantidad límite para ser empleado por la humanidad, ya que son de carácter no renovable. Se estima que dentro de 50 años la extracción de petróleo se encuentre comprometida, debido no solo a su uso en el área eléctrica, si por el uso desmedido de plásticos desechables.

El elevado consumo de hidrocarburos a nivel mundial, propicia la contaminación tanto del aire, tierra y agua a niveles muy elevados, con graves resultados para los ecosistemas y seres vivos que habitamos en el planeta.

El aumento de la demanda eléctrica conlleva a la continua investigación en energías alternativas, enfocándose en las renovables, con la finalidad de suministrar los requerimientos eléctricos en un sistema de generación distribuida a baja potencia de acuerdo a las condiciones particulares de cada consumidor.

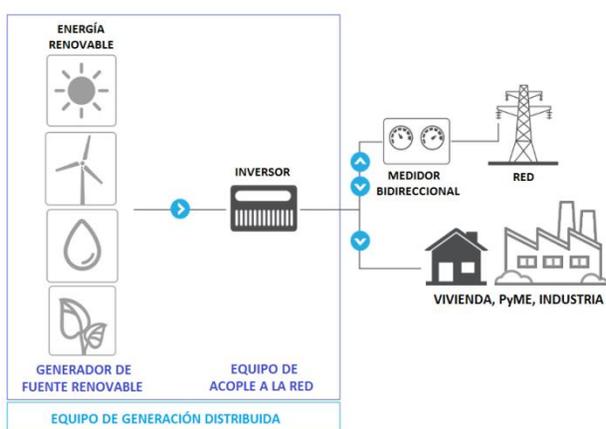


Figura 1 Generación Distribuida

Fuente: <https://energialimpiaparatodos.com>

Los continuos avances en la investigación aplicada de energías renovables tales como Sistemas Fotovoltaicos y Parques Eólicos, abrieron la puerta al uso de recursos naturales para la adquisición de energía eléctrica, un primer recurso empleado fue el uso de los residuos orgánicos para aprovechar el poder calorífico de estos al momento de hacer combustión.

Generar electricidad a partir de un recurso tan necesario para la humanidad como lo es la vegetación, sin comprometer la estructura orgánica de la naturaleza, sería un parteaguas en el desarrollo evolutivo de la especie, esta idea surgió hace no más de una década, dando como resultado un futuro promisorio, donde hasta el momento se han conectado cargas que no requieren más de 5 volts, sin embargo la tecnología aún está lejos de ser considerada para cargas que requieren de mayor potencia eléctrica.

Asegurar los requerimientos eléctricos no solo es cuestión de generar electricidad por medio de las diferentes tecnologías disponibles, se debe además eficientar los sistemas para evitar las pérdidas eléctricas y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

El desarrollo de este proyecto busca que la concientización de las personas hacia nuevas fuentes alternativas de energía limpia y se opte por hacer uso de ellas, evidenciando no solo los beneficios económicos que conlleva al reducir el consumo eléctrico convencional, además de la contribución ambiental mediante el cuidado de áreas verdes que son sinónimo de vida por la producción de oxígeno.

Las plantas por medio de sus hojas captan la energía proveniente del sol (energía lumínica) y la transforman en energía química para posteriormente generar una corriente eléctrica por medio del proceso de la fotosíntesis. Para captar los electrones que libera la planta al hacer su rizo deposición, se implementa una pila eléctrica, que transforma la energía química en energía eléctrica.

Durante el proceso natural de la fotosíntesis, se genera la materia orgánica que requieren las plantas para su crecimiento normal, sin embargo el excedente de alimento se distribuye a lo largo de sus raíces donde los microorganismos lo aprovechan.

El procesos de la fotosíntesis se lleva a cabo por medio de la excitación de electrones, por lo que captar estos electrones excedentes al hacer la rizo deposición, se implementa una pila eléctrica por medio de un par de electrodos, que permite transformar la energía química en energía eléctrica.

Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso metabólico que llevan a cabo algunas células de organismos autótrofos para sintetizar sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas. Este proceso convierte la energía luminosa captada por las hojas en energía química estable.

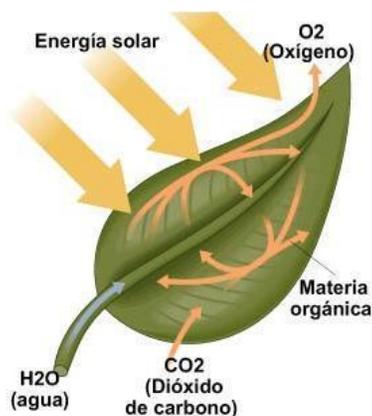


Figura 2 La Fotosíntesis como Proceso Metabólico
Fuente: <https://sites.google.com>

La fotosíntesis se lleva a cabo mediante dos etapas: La lumínica, en la que se utiliza la energía de la luz para sintetizar el ATP y NADPH, y la etapa Fijadora de Carbono, en donde se realiza la producción de azúcares necesarios para el crecimiento de la planta.

Los organismos fotosintéticos capturan la luz a través de una red de pigmentos que se ubican en los tilacoides del cloroplasto formando complejos recolectores de luz, los cuales fluyen por una pendiente energética hacia un par especial de moléculas de clorofilas a colectoras de energía que junto a proteínas asociadas constituyen el centro de reacción.

Cuando la clorofila o el centro de reacción reciben la energía de las moléculas excita a uno de sus electrones y sale saltando al sistema de transporte de electrones que se encuentra próximo a ella y así se inicia un flujo de electrones.

En el proceso de fotosíntesis, las plantas expulsan una serie de residuos en forma de moléculas de metabolitos, posteriormente una serie de bacterias o microorganismos rompen estas moléculas para liberar electrones, que serán captados a través de los electrodos para la generación eléctrica.

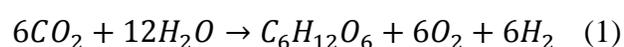
El dióxido de carbono se fija y se libera como exudados de las raíces por las plantas y es utilizado por microorganismos que devuelven el dióxido de carbono a la atmósfera. Los microorganismos usan el ánodo como aceptor de electrones para obtener energía metabólica. Estos electrones fluyen debido a la diferencia de potencial, desde el ánodo a través de un circuito eléctrico con una carga o una resistencia al cátodo, por lo tanto se genera electricidad que se puede usar

El tamaño de la planta y su capacidad de generar metabolitos incide directamente en la cantidad de electrones desprendidos, de modo que teóricamente es un método escalable, que puede emplearse tanto en una pequeña maceta como en el techo de una casa, incluso un jardín urbano o un parque de mayor dimensiones.

Fundamentos de la experimentación

El proceso de genera electricidad de las plantas, no afecta en su desarrollo natural ni al ambiente donde se realizó la experimentación. La corriente eléctrica depende de la eficiencia fotosintética de las plantas, la rizo deposición así como de la eficiencia energética de los microorganismos de la misma.

El desarrollo del proyecto se basa en la reacción de la fotosíntesis la cual se describe como:

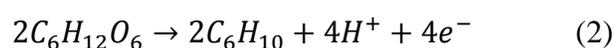


Las plantas empleadas en la experimentación son las de mayor predominio en la región, debido a la capacidad de adaptarse a climas cálidos.

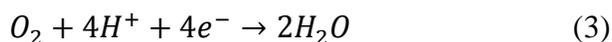
Los electrodos empleados son el cobre como ánodo y el zinc como cátodo, debido a que su composición electroquímica permite una reacción redox, donde la oxidación (pérdida de electrones) y la reducción (ganancia de electrones) se realiza debido a la diferencia de potencial eléctrico entre los electrodos.

La reacción electroquímica en los electrodos se muestra a continuación:

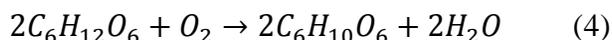
Ánodo



Cátodo



Reacción Continua de la Red



Cuando los ánodos y cátodos se colocan cerca de las raíces de la planta, los electrones son atraídos a través del ánodo debido a la carga positiva y los protones son atraídos a través del cátodo debido a su carga negativa.

Metodología

Para la realización del proyecto se hicieron pruebas eléctricas con el fin de que corroborar las reacciones electroquímicas que generen el flujo de electrones esperado por la fotosíntesis natural de las plantas a través de los electrodos.

En una primer instancia se replicó el proyecto en una planta de fácil acceso y dimensiones pequeñas para todas las casas habitación, debido a que no requiere de una gran cantidad de cuidados, además que es muy común encontrarlas por su tipo de flor que es atractiva para la decoración del hogar, esta es la Margarita (*Bellis Perennis*).



Figura 3 Planta de prueba (*Margarita – Bellis Perennis*)
Fuente: Elaboración Propia

La planta de las margaritas cuenta con un tamaño idóneo que permite un crecimiento en espacios reducidos (macetas), lo que permite que sus raíces abarquen todo el espacio en el que se encuentren, de esta manera los electrodos están en mayor contacto con los microorganismos que realizan la liberación de electrones.

Las conexiones internas que se realizaron para captar los electrones que libera la planta al hacer su rizo deposición y así obtener la energía eléctrica por medio de una pila eléctrica, que transforma la energía química en energía eléctrica, es por medio de un electrodo positivo y un electrodo negativo, que atraen los electrones y protones lo que permite un flujo continuo debido a las reacciones que llevan a cabo en cada una de las etapas de la electrodeposición eléctrica.

La medición obtenida del contacto directo de los electrodos de Zinc y Cobre con la planta fue de 0.909 Volts, tanto para la Fase Luminosa como de la Fase Fijadora de Carbono, con una variación de ± 0.05 volts, de acuerdo a las condiciones de humedad de la planta.



Figura 4 Medición Eléctrica en la Planta
Fuente: Elaboración Propia

Los electrodos tenían una dimensión de 10 cm de largo con un grosor no mayor a los 0.5 cm de diámetro, por lo que considerando al ampliar el área para realizar la reacción redox sería mayor el flujo eléctrico se diseñó una malla de cobre para poder atrapar más electrones y obtener más voltaje mayor, dando como resultado una medición de 1.150 Volts presentando una mejora significativa del 26.5% en comparación con los electrodos convencionales de forma cilíndrica.



Figura 5 Medición Eléctrica con Diseño de Mallas
Fuente: *Elaboración Propia*

Al considerar el sistema completo (planta – electrodos) como una celda de voltaje orgánica, se pueden realizar topologías mixtas (serie y paralelo) que permita aumentar el voltaje y corriente eléctrica para alimentar una carga física, también es factible combinar las celdas de voltaje (plantas) de diferentes familias. Una conexión en serie permite aumentar el diferencial de voltaje entre el electrodo inicial y final, replicando el diseño de mallas entre cada una de las plantas de prueba, se conectaron bajo esta topología los electrodos, lo que permitió alcanzar un voltaje de 3.872 Volts, suficiente para alimentar un par de leds como cargas en el circuito eléctrico.



Figura 6 Topología en Serie de las Plantas
Fuente: *Elaboración Propia*

Conclusión

Este proyecto permite identificar nuevas formas de generación eléctricas por medio de energías alternativas, renovables, sustentables y sostenibles, que no requiere una inversión de gran magnitud.

Con grandes ventajas ambientales al replicar y escalar esta propuesta a niveles de potencia que permitan alimentar cargas con valores nominales de 12 o 24 Volts en Corriente Directa, con la finalidad de posteriormente hacer uso de inversores y pasar a cargas de Corriente Altera a 120 Volts.

La investigación de esta tecnología aún tiene muchas vertientes, una de ellas es el uso de microorganismos que aumenten el proceso de descomposición orgánica y con ella del flujo de electrones a través de los electrodos, la experimentación realizada para la redacción de este artículo no cuenta con microorganismos añadidos a los que tiene el ecosistema per se para el desarrollo de la planta, lo que lleva concluir que las celtas de voltaje bajo una conexión en serie pueden aumentar su desempeño como lo han constatado diversas investigaciones previamente realizadas una vez que se encuentren dopadas de dichos microorganismos.

Otra línea de investigación que se pretende realizar al continuar con el proyecto es, fijar la atención a los valores de Corriente Eléctrica, hasta el momento solo se toma como referencia eléctrica el Voltaje (Diferencia de potencial Eléctrico), sin embargo para identificar la Potencia (Joules o Watts) y por ende la Energía obtenida del sistema de generación eléctrica propuesto, de esta manera permitirá comparar y de ser posible incorporar esta tecnología a los sistemas de generación distribuida tan ampliamente implementados alrededor del mundo.

De manera similar a la generación eléctrica por medio de los parques fotovoltaicos, donde el voltaje por cada celda individual es de apenas 0.7 Volts, la topología de conexión permite valores nominales de 12/24 Volts con corrientes de hasta 10 Ampers en los paneles solares, así mismo, la conexión serie-paralelo de las celdas orgánicas aumentara la potencia eléctrica generada.

El proyecto continua bajo investigación donde el siguiente paso a realizar es utilizar un metro cuadrado de césped natural con la base seccionada por medio de los electrodos que permita maximizar la energía eléctrica por área verde, estando consiente de la importancia de los espacios ecológicos y sus cuidados, mas ahora si es posible verlas como centrales eléctricas.

Referencias

- Antonio, C. S., David, B. D., Eduardo, C. F., & Alonso, C. G. M. (2015). *Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes*. Editorial UNED.
- AQUINO-ROBLES, J., FERNÁNDEZ-NAVA, C., & TRUJILLO-CABALLERO, J. (2016). La Enertrónica elemento clave en la transición hacia las redes eléctricas inteligentes en México. *Revista de Investigación y Desarrollo*, 2(6), 20-43.
- Armaroli, N., & Balzani, V. (2016). Solar electricity and solar fuels: status and perspectives in the context of the energy transition. *Chemistry—A European Journal*, 22(1), 32-57.
- Bacenetti, J., & Fiala, M. (2015). CARBON FOOTPRINT OF ELECTRICITY FROM ANAEROBIC DIGESTION PLANTS IN ITALY. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 14(7).
- Cabrera, V., & Foligno, L. (2001). Espontaneidad de las Reacciones Redox. In *Anales de la Real Sociedad Española de Química* (No. 1, pp. 23-25). Real Sociedad Española de Química.
- Chen, H., Cong, T. N., Yang, W., Tan, C., Li, Y., & Ding, Y. (2009). Progress in electrical energy storage system: A critical review. *Progress in natural science*, 19(3), 291-312.
- Colcha, J. W., Cárdenas, M. J., Moncayo, C. R., Sisalima, J. D. Z., Heras, J. A. G., Solis, A. G. P., & Yugsi, E. J. U. (2018). GENERADOR ENERGÉTICO A BASE DE ABONO INORGÁNICO Y ELECTROLITOS. *FIMAQ Investigación y Docencia*, 2(1).
- Flexer, V., & Mano, N. (2010). From dynamic measurements of photosynthesis in a living plant to sunlight transformation into electricity. *Analytical chemistry*, 82(4), 1444-1449.
- González, N., Cusgüen, C., Mojica-Nava, E., & Pavas, A. (2017). Estrategias de control de calidad de energía en microrredes rurales. *Revista UIS Ingenierías*, 16(2), 93-104.
- Lehmann, J. (2007). Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(7), 381-387.
- Nguyen, K., & Bruce, B. D. (2014). Growing green electricity: progress and strategies for use of photosystem I for sustainable photovoltaic energy conversion. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 1837(9), 1553-1566.
- Reyes-Caballero, F., Fernández-Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2016). Panorama energético. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 7(1), 151-163.
- Roldán, J., & Vilorio, J. R. (2008). *Fuentes de energía*. Editorial Paraninfo.
- Strik, D. P., Timmers, R. A., Helder, M., Steinbusch, K. J., Hamelers, H. V., & Buisman, C. J. (2011). Microbial solar cells: applying photosynthetic and electrochemically active organisms. *Trends in biotechnology*, 29(1), 41-49.
- Wróbel, D. (2016). From natural photosynthesis to molecular photovoltaics. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 627(1), 4-22.
- Ying, C. Y., & Dayou, J. (2016). Modelling of the electricity generation from living plants. *Jurnal Teknologi*, 78(6).
- Zamora Silva, E. M. (2017). Comparación de la energía eléctrica generada mediante la fotosíntesis de las especies *Ipomea purpurea* y *Palma areca*, San Martín de Porres, 2017.

Sistema de extracción y tratamiento de metano

Methane extraction and treatment system

CANTÚ-MUNGUÍA Irma Adriana, GARAY-DE LA O, Albino, HERNÁNDEZ-CERVANTES, Aldo Aarón y GARCIBADA-SILVA, Gabriel

Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Enriquez

ID 1^{er} Autor: *Irma Adriana, Cantú-Munguía* / ORC ID: 0000-0002-1904-421X

ID 1^{er} Coautor: *Albino, Garay-De La O* / ORC ID: 0000-0002-3321-7594

ID 2^{do} Coautor: *Aldo Aarón, Hernández-Cervantes* / ORC ID: 0000-0001-8060-5509

ID 3^{er} Coautor: *Gabriel, Garcibada-Silva* / ORC ID: 0000-0002-7083-871X

DOI: 10.35429/JRE.2019.10.3.7.18

Recibido 3 de Julio, 2019; Aceptado Septiembre 30, 2019

Resumen

Actualmente los rellenos sanitarios son considerados fuentes emisoras de contaminantes atmosféricas. El biogás, producto de la descomposición biológica de los residuos orgánicos, incorpora en su mayoría metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), que son gases de efecto invernadero. Un gran número de rellenos sanitarios municipales no poseen un control sobre las emisiones de gas metano a la superficie. Este proyecto tiene como fundamento realizar la construcción de un sistema prototipo portátil de extracción y tratamiento del gas metano proveniente de los rellenos sanitarios. Como objetivo se estableció el fabricar y construir un sistema prototipo portátil de extracción y tratamiento del gas metano proveniente de los rellenos sanitarios municipales. Que implemente las secciones y dispositivos necesarios para tratar el gas y de esta manera facilitar su posterior uso como combustible en sistemas de calefacción, uso doméstico y/o máquinas térmicas de combustión interna y externa. Utilizando para este fin un sistema de extracción de gases, separación de sólidos, proceso de deshumidificación y desulfuración. En el sistema las variables como el porcentaje de metano, temperatura y humedad son monitoreadas, con el fin de darle una estabilidad al proceso de tratamiento del gas.

Biogás, Metano, Aprovechamiento

Abstract

Currently sanitary landfills are considered sources of atmospheric pollutants. Biogas, a product of the biological decomposition of organic waste, incorporates mostly methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂), which are greenhouse gases. A large number of municipal sanitary landfills do not have control over methane gas emissions to the surface. This project is based on the construction of a portable prototype system for the extraction and treatment of methane gas from landfills. The objective was to manufacture and build a portable prototype system for the extraction and treatment of methane gas from municipal sanitary landfills. That it implements the necessary sections and devices to treat the gas and in this way facilitate its later use as fuel in heating systems, domestic use and / or internal and external combustion thermal machines. Using for this purpose a system of gas extraction, separation of solids, de-humidification and desulphurisation process. In the system variables such as the percentage of methane, temperature and humidity are monitored, in order to give a stability to the gas treatment process.

Biogas, Methane, Utilization

Citación: CANTÚ-MUNGUÍA Irma Adriana, GARAY-DE LA O, Albino, HERNÁNDEZ-CERVANTES, Aldo Aarón y GARCIBADA-SILVA, Gabriel. Sistema de extracción y tratamiento de metano. Revista de Energías Renovables. 2019 3-10: 7-18

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: irma.cantu@vallarta.tecmm.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente los rellenos sanitarios son considerados fuentes emisoras de contaminantes atmosféricas. El biogás, producto de la descomposición biológica de los residuos orgánicos, incorpora en su mayoría metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), que son gases de efecto invernadero. Un gran número de rellenos sanitarios municipales no poseen un control sobre las emisiones de gas metano a la superficie.

El gas metano es uno de los principales causantes del efecto invernadero a nivel mundial, y con la contribución de los rellenos sanitarios de liberar constantemente gas metano a la atmosfera sin ningún control o aprovechamiento, este problema se incrementa de manera alarmante.



Figura 1 Salida de Biogás en relleno sanitario.
Fuente: *Elaboración Propia*

Por lo que el metano, siendo un gas de efecto invernadero, posee un potencial de calentamiento; que es una medida de la eficiencia de un gas para retener calor en la atmósfera.

En Puerto Vallarta Jalisco, municipio donde se encuentra el relleno sanitario “El Gavilán” no posee un control sobre parte de las emisiones de gas metano a la superficie. Esto trae como resultado la necesidad de proporcionar un medio por el cual el gas metano sea aprovechado y almacenado para su posterior uso.

Cabe destacar que vertedero municipal de Puerto Vallarta requiere de un sistema que evite que el gas metano permanezca emitiéndose de forma incontrolada, integrándose a la atmosfera como contaminante y desperdiciándose su uso energético. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45%, este es inflamable y puede ser utilizado como fuente de energía. Por lo cual, el gas metano adquiere importancia energética debido a su alta inflamabilidad y amplia variedad de usos como biocombustible. Por ejemplo; calefacción, uso doméstico o máquinas térmicas de combustión interna y externa para generación de energía mecánica y/o eléctrica. (Mechile, Pnud, Fao, & Gef, 2011).

El objetivo de este proyecto es fabricar y construir un sistema prototipo portátil de extracción y tratamiento del gas metano proveniente de los rellenos sanitarios municipales. Que implemente las secciones y dispositivos necesarios para tratar el gas y de esta manera facilitar su posterior uso como combustible en sistemas de calefacción, uso doméstico y/o maquinas térmicas de combustión interna y externa. El metano (CH_4) conformado por cuatro átomos de hidrógeno unidos al átomo de carbono central, pertenece a la familia de los alcanos; hidrocarburos que solo contienen enlaces sencillos. Posee un punto de ebullición de -164°C , punto de fusión de -183°C y una densidad de 0.55 g/ml a la temperatura de su punto de ebullición. Por lo tanto, a temperatura ambiente y presión atmosférica se presenta en el estado gaseoso. Es incoloro, inodoro, altamente inflamable y no tóxico, es uno de los compuestos orgánicos más sencillos que existen. (Wade, 2012)

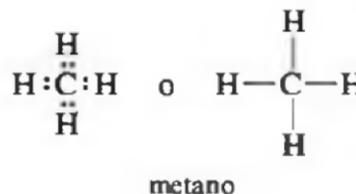


Figura 2 Metano representado en estructuras de Lewis
(Wade, 2012)

La gran mayoría del metano en la Tierra es producido, directa o indirectamente, por microorganismos. La metanogénesis, es decir la producción biológica de metano, es un proceso característico de las denominadas arqueas metanógenas (anaerobias estrictas). (Garzón Pinto, 2017)

Estos microorganismos son muy abundantes en sedimentos marinos, pantanos, tracto digestivo de animales rumiantes, digestores de aguas residuales e instalaciones artificiales de biodegradación; estas últimas incluyen biodigestores y vertederos, los cuales poseen ambientes anaerobios en su interior donde gracias a la acción metabólica de estos microorganismos la materia orgánica que contienen entra en descomposición produciéndose el metano. (Garzón Pinto, 2017)

La combustión es la reacción más común de los alcanos; el metano, proveniente de esta familia, es altamente inflamable. Debido a esta propiedad es que posee un prominente interés en su uso como fuente de energía calorífica.

El biogás

El gas producido en vertederos no es en su totalidad gas metano, sino una mezcla de diferentes gases, por eso es llamado de forma general como "biogás". No debe confundirse con el gas natural, porque el gas natural es un producto proveniente del tratamiento del petróleo, aunque está compuesto en un 70% por metano, posee aproximadamente un 10% de etano y 15% de propano; gases provenientes de los yacimientos de petróleo o carbón. (Wade, 2012)

El biogás está constituido principalmente por los gases dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), vapor de agua (H₂O), otras pequeñas cantidades de gases como Hidrógeno (H), Nitrógeno (N) y Sulfuro de hidrógeno (H₂S), y trazas de compuestos orgánicos volátiles (COV). (Ortega, Rodríguez, Fernández, & Bárcenas, 2015).

Antecedentes

El 10 de octubre del 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, con carácter de proyecto la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-083-SEMARNAT2003. Después, habiéndose cumplido con el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en sesión ordinaria de fecha 9 de junio de 2004, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, denominada.

Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. (NORMA, 2004).

La presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo a su objetivo planteado; establece las especificaciones de selección del sitio, el diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. De acuerdo a la problemática causada por los gases resultantes de los procesos biológicos de los rellenos sanitarios, esta norma como lo vimos anteriormente en el apartado de justificación, en la sección 7.2 indica el tomar las medidas necesarias para la extracción, captación, conducción y control del biogás.

Hasta el año 2016 en un registro hecho por la Secretaría de Energía, SENER, de acuerdo a la revista digital Capital México (Pichardo, 2016), cumpliendo el requisito que especifica la NOM-083-SEMARNAT-2003 existen 16 centrales de captación y aprovechamiento del gas metano distribuidas en 11 estados: Coahuila, Chihuahua, Veracruz, Aguascalientes, Nuevo León, Jalisco, Durango, Estado de México, San Luis Potosí, Tabasco y Morelos.

Medición del gas metano

Al ser capturado el gas metano, este debe ser cuantificado en sus concentraciones para obtener un mayor aprovechamiento de sus propiedades como combustible. Existen sensores los cuales actúan como medidores de estas concentraciones otorgando al sistema de captación un mayor control en el proceso.

Los dispositivos electrónicos para medición de la concentración de metano hacen uso de diversas técnicas. Estas incluyen variaciones en semiconductores de óxidos metálicos (MOS) como los sensores, empleo de polímeros y nanotubos de carbono, sustratos con propiedades de absorción específicas a ciertas frecuencias (RF), espectroscopia en las bandas del infrarrojo, calorimetría por pellistores, cambios acústicos y extendidamente, la cromatografía. (Vaquerano Pineda, Salazar Rojas, & Porras Acosta, 2016). El tipo de medición que se realizó en la presente investigación es utilizando los semiconductores de óxidos metálicos (MOS).

Sensores a base de semiconductores de óxidos metálicos

Estos sensores reaccionan ante la presencia de gases en el ambiente reduciendo su resistencia eléctrica mediante un material semiconductor a base de óxido de estaño (SnO_2), el cual al entrar en contacto con algún gas combustible modifica sus propiedades conductivas, es decir la resistencia sensitiva se reduce, por consiguiente, aumenta el voltaje de respuesta.

De acuerdo a (Ordoñez Mendoza, Fitz Rodríguez, & Espinosa Solares, 2017); el óxido de estaño es un material capaz de modificar su conductividad ya que interactúa con las moléculas de gas presentes en el ambiente. Al absorber el oxígeno, la banda de conducción del material expulsa los electrones absorbidos en forma de iones, lo cual deja una mayor superficie para la absorción de más electrones provenientes de los gases. La sensibilidad de los materiales basados en óxidos metálicos cambia de acuerdo a los factores que influyen en las reacciones de su superficie, tales como composición química, modificación de la superficie, arreglos micro estructural, temperatura y humedad en el medio de interacción.

Dentro del mercado podemos encontrar modelos de sensores económicos del tipo MOS, de entre estos destaca la gama de sensores MQ. Todos los modelos MQ son analógicos ya que su funcionamiento se basa en un divisor de voltaje. Poseen un calentador para elevar la temperatura de su material sensitivo y este pueda medir de forma más exacta las concentraciones del gas de interés.

La tensión a la que estos sensores funcionan es por lo regular a 5v CD, su consumo puede ser elevado dentro del rango promedio que proveen los sistemas embebidos, llegando a valores de 800 mW por lo que es necesario proporcionar una fuente de alimentación externa de mayor capacidad. (Llamas, 2016). No obstante, es necesario consultar el Datasheet de cada sensor MQ particular antes de emplearlo para detallar sus especificaciones técnicas, especialmente la tensión de alimentación del calentador, consumo, el tiempo de calentamiento y la curva de sensibilidad del sensor a ciertos gases. Los sensores MQ-2 y MQ-4 regularmente son usados para la medición del gas metano.

Estos sensores trabajan a 5v, con una resistencia de calentamiento a 5v, bajo condiciones ambientales de hasta 10 000 ppm (MQ-4) y 20 000 ppm (MQ-2) de metano, en condiciones estándares de 21% de oxígeno, a una temperatura de 20°C y 65% de humedad relativa. (Ordoñez Mendoza, Fitz Rodríguez, & Espinosa Solares, 2017)

Sensor MQ-4

De acuerdo a (Rodríguez, Delgado, Aroca Trujillo, & Navarrete Ramos, 2018); Este es un sensor para detectar gas metano principalmente. El MQ-4 puede detectar concentraciones de 300 a 10 000 ppm. Este transductor contiene una alta sensibilidad y un tiempo de respuesta rápido. El resultado tiene una señal analógica que es el signo que nos permite analizar el comportamiento. El circuito de interfaz es muy simple, todo tiene que ver con la fuente de alimentación de 5V, agrega una resistencia de carga y conecta la salida al convertidor analógico-digital. Conforme a (Rodríguez, Delgado, Aroca Trujillo, & Navarrete Ramos, 2018); El valor de resistencia del MQ-4 es diferente de varias concentraciones de gas. Por lo tanto, el ajuste de sensibilidad es muy necesario. Se recomienda calibrar el detector para 5 000 ppm de concentración de CH_4 en aire y usar el valor de resistencia de carga (RL) de aproximadamente $20\text{K}\Omega$ ($10\text{K}\Omega$ a $47\text{K}\Omega$).

Inversor de modulación de ancho de pulso

Para realizar las pruebas necesarias al prototipo debe contarse con una fuente de alimentación independiente de 127v CA que provea energía eléctrica a los extractores y sistema de medición de variables. El sistema de extracción de metano está diseñado para operar en vertederos, áreas donde no es sencillo contar con alguna fuente de alimentación de energía eléctrica. Tal problema puede ser resuelto implementando al prototipo un inversor de modulación de ancho de pulso, que es un convertidor de CD a CA alimentado por baterías.

De acuerdo a (Muhammad H, 1993); La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada en CD a un voltaje simétrico de salida en CA, con la magnitud y frecuencia deseadas. Tanto el voltaje de salida como la frecuencia pueden ser fijos o variables. Para realizar la variación, se controla la modulación del ancho de pulso (PWM).

Para que un inversor pueda ser considerado ideal la forma de onda del voltaje de salida debe ser senoidal, sin embargo, en la realidad no se llega a esta forma de manera perfecta. Para aplicaciones de mediana y baja potencia, se pueden aceptar los voltajes de onda cuadrada o casi cuadrada; para aplicaciones de alta potencia, son necesarias las formas de onda senoidales de baja distorsión. (Muhammad H, 1993)

Consultando a (Muhammad H, 1993) la clasificación de los inversores se distingue en dos tipos: Inversores monofásicos e inversores trifásicos. Dependiendo la aplicación que se le vaya a dar los inversores deben constituirse por dispositivos electrónicos de potencia con activación y desactivación controlada, es decir BJT, MOSFET, IGBT, MCT, SIT, GTO o tiristores de conmutación forzada. Para poder realizar la variación del voltaje o frecuencia se implementa un dispositivo que genere señales de control PWM, puede ser un generador de pulsos u oscilador. Una vez formada la onda cuadrada o senoidal de baja distorsión esta pasa por un transformador el cual eleva el voltaje y al mismo tiempo suaviza la onda. Otorgando la tensión alterna deseada en las terminales del devanado opuesto.

Desarrollo

Primera propuesta para el diseño del prototipo

Este diseño en 2D fue presentado en el anteproyecto, siendo la primera propuesta del prototipo. Durante el desarrollo del proyecto este fue tomando varios cambios en los dispositivos a utilizar como en su orden, más el fin siguió siendo el mismo; extraer gas metano del biogás proveniente de los basureros y realizar su tratamiento.

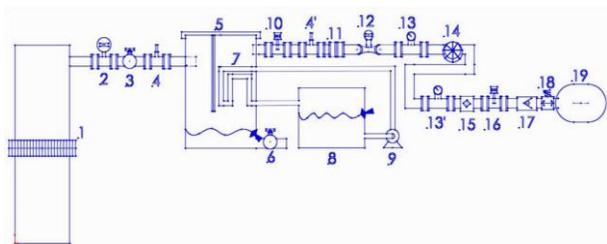


Figura 2 Primera propuesta 2D

Fuente: *Elaboración Propia*

Elementos de la primera propuesta

- 1= Malla para salida de metano del vertedero
- 2= Sensor de % Metano
- 3= Válvula de bola
- 4y 4' = Sensores de temperatura de entrada y salida (DS18B20)
- 5= Cárcamo de condensado.
- 6= Válvula de desagüe del cárcamo
- 7= Condensador tipo de doble tubo
- 8= Depósito de refrigerante
- 9= Bomba de refrigerante
- 10= Sensor de humedad
- 11= Acople PVC-cobre
- 12= Caudalímetro
- 13y 13' = Manómetro de baja y alta (0-30PSI)
- 14= Compresor rotativo de paletas (Para gases combustibles)
- 15= Filtro de carbón activado para absorción de CO₂ y desulfuración.
- 16= Sensor de sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono
- 17= Válvula anti retorno
- 18= Válvula reguladora de presión con escape
- 19= Tanque de almacenamiento

Estimación del funcionamiento del primer diseño

Tomando como referencia al documento “Modelo para el diseño de sistemas de captación y aprovechamiento de biogás producido en rellenos sanitarios” de la Facultad de ciencias físicas y matemáticas, departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile. (López Arriaza & Nuñez Lazo, 2016)

Se determina que un sistema de extracción y tratamiento de gas metano, consiste en varios dispositivos eléctricos, mecánicos, electrónicos y neumáticos conectados entre sí para lograr la captación y aprovechamiento del gas metano, evitando así su integración a la atmosfera. De acuerdo a normas de construcción, cada vertedero debe contar con salidas de gas metano aproximadamente cada 50 metros cuadrados, para evitar impedir la salida de los gases y estos provoquen grandes accidentes en una salida brusca por liberar presión. El gas es extraído directamente de las salidas en vertederos. (NOM 083, 2004).

La extracción del gas se realiza gracias a la caída de presión (vacío) que genera el compresor. El sistema comienza con una malla trampa de sólidos, a su salida este tendrá un medidor de porcentaje de metano. Para que el gas pueda ser considerado eficiente debe contener aproximadamente un 60% de metano (CH₄) y un 40% de dióxido de carbono (CO₂). Si el metano baja de ese porcentaje, el nivel de energía calorífica que puede generar es ineficiente.

En la siguiente sección la tubería es reducida de su diámetro, después está tendrá un aumento elevado de su diámetro al entrar al cárcamo de condensado, expandiendo bruscamente el gas haciendo el efecto similar un sistema de refrigeración, el gas expandido bruscamente debe disminuir su temperatura y entrar a un condensador, enfriado por agua, que debe disminuir más la temperatura hasta llegar al punto de rocío. La sección del condensador separará el vapor de agua del metano, disminuyendo en gran manera su nivel de humedad. A la salida del condensador tenemos un medidor de porcentaje de humedad y un sensor de temperatura.

El vapor de agua que procede de la extracción del metano, con el tiempo se vuelve un corrosivo muy dañino para las tuberías y partes móviles del sistema, además que su unión con el H₂S resulta una reacción química que da como resultado H₂SO₄, un ácido altamente corrosivo. El objetivo es tener, a la salida del condensador, el nivel más mínimo de humedad que sea posible.

En la siguiente fase tenemos un compresor rotativo de paletas para gases combustibles, que es la potencia del sistema, creando un vacío para extraer el gas y un incremento de presión para su almacenamiento. Cabe destacar que el almacenamiento no es objeto de estudio en el presente proyecto, proponiendo solo un diseño para futuras implementaciones de este proceso.

Ya en la zona de alta presión, el gas pasa por un filtro de carbón activado, el cual cumple la función de la absorción del dióxido de carbono y la desulfuración el gas. (Ortega, Rodríguez, Fernández, & Bárcenas, 2015)

A la salida del filtro contamos con un medidor de porcentaje de Sulfuro de hidrógeno, una válvula anti retorno, una válvula de alivio y finalmente el depósito de almacenamiento. La válvula anti retorno impide que el gas salga del depósito y la válvula de alivio actúa como un sistema de seguridad ante presiones elevadas.

De entre los procesos necesarios para el tratamiento del gas metano destacan el proceso de condensación del vapor de agua y la desulfuración. Siendo estos profundamente importantes para incrementar la calidad del biocombustible y excluir los efectos corrosivos que el agua y el H₂S puedan ocasionar a las máquinas y dispositivos que lo utilicen. (Ortega, Rodríguez, Fernández,

El biogás, después de haberse producido en las zonas anaerobias del vertedero, de acuerdo a las propiedades físicas de sus gases constituyentes en ocupar todo el espacio disponible y ser menos densos que el aire, el biogás se eleva buscando medios de escape. Para esto, en la construcción de cada vertedero están contemplados pozos cada cierta área de metros cuadrados, por donde el biogás tiene su circulación en tuberías. Estos tubos de PVC sanitario, regularmente de 4½" de diámetro, son perforados y empotrados en los pozos, recubiertos de grava y arena liviana para evitar el contacto con los lixiviados o ser aplastados por los mismos desechos. (López Arriaza & Nuñez Lazo, 2016). Justo en el terminante de los tubos, a la superficie, es donde comienza la extracción y tratamiento del gas metano por medio del prototipo propuesto.

Metodología

La primera sección la constituyen la trampa de sólidos y los extractores. La función de la trampa de sólidos es impedir que las trazas de compuestos orgánicos volátiles entren al sistema. Para este propósito en el prototipo construido se empleó una malla de mosquitero fijada a un cople PVC 4½" a 4½", con orificios suficientemente pequeños para impedir que los sólidos volátiles entren al sistema. Para su mantenimiento este debe ser inspeccionado y limpiado cada cierto tiempo, dependiendo el período de uso del sistema.



Figura 3 Trampa de sólidos
 Fuente: Elaboración Propia

Para la implementación de los extractores se tuvo que buscar los que tuvieran la medida preferentemente igual al cople de 4½". Estos se consiguieron en un depósito de material electrónico y en buenas condiciones. El prototipo físico en su primera fase de construcción comprendió tres extractores, después fue añadido uno más, colocados y fijados en serie con pegamento para PVC.



Figura 4 Extractores
 Fuente: Elaboración Propia

Para el seguimiento de la conducción del biogás este debe pasar a una sección transversal más angosta, tanto por el proceso físico que esto genera en el sistema como la ineficaz utilización de elementos que se acoplen a un diámetro tan grande como el de 4½". Por lo cual se empleó una reducción en diagonal de 4" a 1", posteriormente dos reducciones de 1" a ¾" unidas a una manguera de ¾" y 50 cm de longitud.



Figura 5 Sección de trampa de sólidos y extractores
 Fuente: Elaboración Propia

Construcción de la sección de medición de temperatura y humedad

La siguiente sección en ser integrada al prototipo físico fue la que realiza la función de medir las variables de temperatura y humedad del biogás. Fue seleccionada tubería PVC hidráulico de 1½" y el sensor digital DHT11 para medición de la humedad y temperatura.

El elemento diseñado para ser implementado en el sistema y contener al sensor DHT11, fue una abrazadera conformada por dos piezas las cuales se unen físicamente por medio de tornillos con su respectiva tuerca. Poseen desde una perspectiva radial una abertura central donde es acoplada la tubería de 1½" y de manera axial en el centro, una de ellas posee un espaciado en forma de prisma cuadrangular donde es colocado el sensor, con una guía por la que pueden ser guiados los cables que alimentan y comunican al sensor con la tarjeta.

Se procedió a realizar el programa para el monitoreo del sensor. El cual se presenta a continuación.

```

#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>

int SENSOR = 2;
int TEMPERATURA;
int HUMEDAD;

DHT dht (SENSOR, DHT11);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  TEMPERATURA = dht.readTemperature();
  HUMEDAD = dht.readHumidity();
  Serial.print (" Temperatura: ");
  Serial.print (TEMPERATURA);
  Serial.print (" °C");
  Serial.print (" Humedad: ");
  Serial.print (HUMEDAD);
  Serial.println (" %");
  delay(500);
}

```

Figura 6 Código de programación sensor DHT11

Fuente: Elaboración Propia

De forma sencilla el código puede ser interpretado de la siguiente manera; se comienza añadiendo librerías especializadas para la lectura y deducción de las señales digitales del DHT11. Después se declaran las variables enteras. La variable “SENSOR” se asignará al pin número 2 para recibir las señales digitales del sensor. La variable “TEMPERATURA” representará en el módulo serial la señal de temperatura en °C y la variable “HUMEDAD” representará en el módulo serial la humedad relativa en valores de porcentaje 0 a 100%.

Construcción de la sección de medición de gas metano

La siguiente sección en ser integrada al prototipo físico fue la que realiza la función de medir la variable de porcentaje de gas metano, una parte fundamental en el proyecto. De acuerdo al fundamento teórico, el sensor a implementarse fue el MQ-4, capaz de medir concentraciones de metano de 300 a 10 000 ppm. (Rodríguez, Delgado, Aroca Trujillo, & Navarrete Ramos, 2018)

Fue seleccionada tubería PVC hidráulico de 1 ½” y el sensor digital DHT11 para medición de la humedad y temperatura. El elemento diseñado para ser implementado en el sistema y contener al sensor MQ-4, fue una abrazadera conformada por tres piezas, de las cuales, dos se unen físicamente por medio de tornillos con su respectiva tuerca y la tercera está diseñada para sujetar el sensor dentro de la abrazadera. Poseen igualmente desde una perspectiva radial una abertura central donde es acoplada la tubería de 1 ½” y de manera axial en el centro, una de ellas posee un espaciamiento en la forma específica del sensor, con una guía por la que pueden ser guiados los cables que alimentan y comunican al sensor con la tarjeta.

```

#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>

int SENSOR = 2;
int TEMPERATURA;
int HUMEDAD;
int GAS;
DHT dht (SENSOR, DHT11);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  TEMPERATURA = dht.readTemperature();
  HUMEDAD = dht.readHumidity();
  GAS = analogRead(A0);
  Serial.print (" Temperatura = ");
  Serial.print (TEMPERATURA);
  Serial.print (" °C");
  Serial.print (" Humedad = ");
  Serial.print (HUMEDAD);
  Serial.print (" %");
  Serial.print (" Gas metano = ");
  Serial.print (GAS/10.23);
  Serial.print (" % = ");
  Serial.print ((GAS/0.1054)+300);
  Serial.println (" ppm");
  delay(500);}

```

Figura 7 Código de programación sensor MQ-4

Fuente: Elaboración Propia

El código es interpretado de la siguiente manera; se comienza añadiendo librerías especializadas para la lectura y deducción de las señales digitales del DHT11. Después se declaran las variables enteras. La variable “SENSOR” se asignará al pin número 2 para recibir las señales digitales del sensor. La variable “TEMPERATURA” representará en el módulo serial la señal de temperatura en °C y la variable “HUMEDAD” representará en el módulo serial la humedad relativa en valores de porcentaje 0 a 100%. La variable “GAS” representará la señal analógica enviada por el sensor de metano.

Construcción de la sección de desulfuración y deshumidificación

Posteriormente se procedió a realizar la construcción de la sección de desulfuración y deshumidificación del gas. Para el prototipo físico fue seleccionado el método de adsorción por medio de gel de sílice ($\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$). Usando dos coples de $1\frac{1}{2}$ " , 15 cm de tubo PVC hidráulico de $1\frac{1}{2}$ " y malla de mosquetero para permitir el fulgo del gas, se realizó un filtro que en su interior se le agregó 38 gramos de gel de sílice.

Construcción del inversor monofásico

Se realizó la construcción de un inversor monofásico de entrada a 12V CD a 127V AC. El dispositivo se conectó a una batería de alimentación de 12VCD y mediante su configuración, el inversor dará como salida 127V CA con una frecuencia aproximada de 60Hz.

Además, se empleó un transistor de potencia que es muy utilizado en electrónica de potencia el cual es el MOSFET. Este es un dispositivo semiconductor para la conmutación y amplificación de señales, su nombre completo es Transistor de Efecto de Campo de Metal Oxido Semiconductor, y esto se debe a la construcción del propio transistor. Para este proyecto se utilizó el MOSFET IRF44N, el cual debido a su configuración es requerido para el tipo de inversor.

Los pulsos PWM son gracias al circuito integrado CMOS CD4047 que su función es dar una salida de frecuencia de la cual podemos manipular mediante un potenciómetro que está conectado en el control de tiempo del multivibrador. Con esto será posible poder manejar la frecuencia necesaria para realizar la conmutación de los MOSFET.

Resultados

Sensor DHT11

Fue cargado el programa que se presentó en la sección de "Construcción de la sección de medición de temperatura y humedad" y arrojó los siguientes datos.

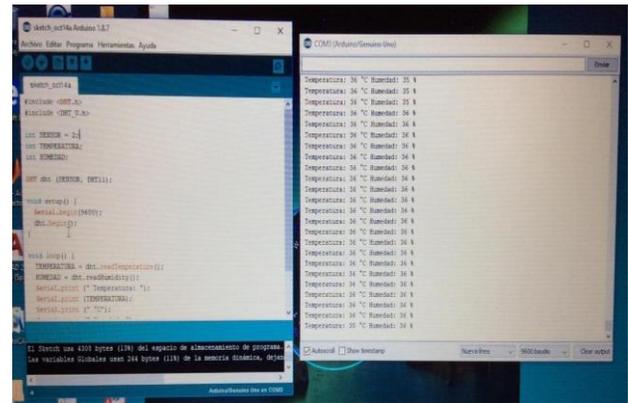


Figura 9 Resultados sensor DHT11

Fuente: Elaboración Propia

Durante las primeras pruebas en una zona ambiente daba valores aproximados a 30°C y 50% de humedad relativa. Al inyectarle aire caliente arrojó los datos de 36°C y una humedad relativa del 30% a 36%, como se muestra en la imagen.

Sensor MQ-4

De manera semejante a la pieza del sensor DHT11, la abrazadera del sensor MQ4 fue ensamblada, conectada el sensor con su respectivo cableado hacia el microcontrolador y la sección fue integrada al sistema completo. Fue cargado el programa que se presentó en la sección de "Construcción de la sección de medición de gas metano" y arrojó los siguientes valores.

Al realizar las pruebas, no fue conectado el sensor DHT11 sino solo el MQ-4. En medida del porcentaje de metano en el ambiente comenzó arrojando valores del 3% un aproximado a 350 ppm debido a que también este es poco sensible al dióxido de carbono (véase gráfica en el fundamento teórico) y otros gases combustibles. Para probar su eficacia, se realizaron pruebas usando gas butano de un encendedor, gas al cual también es sensible en una medida menor al metano. El monitor serial comenzó a arrojar resultados que llegaron hasta el 70% es decir 7800 ppm, cuando fue quitado el encendedor, los valores fueron reestableciéndose hasta llegar a los valores iniciales.

Prototipo físico desarrollado

Se realizó la unión de cada una de las secciones construidas para así obtener un prototipo físico.

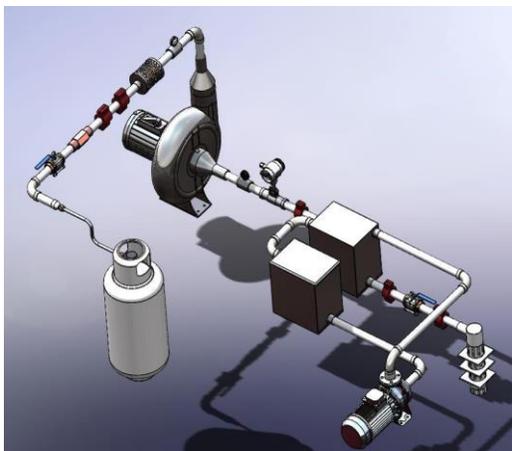
En la siguiente imagen se muestra primeramente como fuente de alimentación el circuito inversor monofásico que energiza los extractores. Después de los extractores se encuentran las reducciones, manguera y válvula de bola. De forma sucesiva se encuentra la abrazadera del sensor DHT11, la sección de deshumidificación representada por el filtro de gel de sílice, la abrazadera del sensor MQ-4 y la sección de desulfuración representada por el filtro de hidróxido de hierro



Figura 10 Prototipo físico vista 1
Fuente: *Elaboración Propia*

Propuesta final del prototipo en diseño 3D

Tomando como base las innovaciones hechas durante el desarrollo del proyecto, la primera propuesta de diseño en 2D, se procedió a realizar la propuesta final de diseño en 3D.



Conclusiones

Proveyendo una solución a la problemática, se realizó la construcción de un sistema prototipo portátil de extracción y tratamiento de gas metano. Siendo fundamentado en investigaciones de la rama físico-matemáticas como lo es la química, electricidad, electrónica e instrumentación.

Estas disciplinas nos brindaron una base para la elección de los procesos necesarios para la extracción y tratamiento del metano, elementos, materiales y dispositivos que realizaron esta tarea. Los procesos realizados en cada sección fueron la extracción inicial, separación de sólidos, deshumidificación, desulfuración y medición de las variables de porcentaje de gas metano, temperatura y humedad.

Se proporcionó una alternativa novedosa la cual abona innovación y desarrollo tecnológico al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel Y Henríquez, sumando al plan estatal de desarrollo con un modelo de utilidad, que pueda ser presentado e incorporado a rellenos sanitarios en operación o que ya han sido cerrados y están actualmente incorporando gas metano a la atmósfera.

El prototipo quedó funcionando y a disposición del Instituto para trabajos futuros, con el fin de conseguir mejoras en los aspectos estéticos y funcionales; tales como los métodos de control, mejoramiento de procesos, sistema de alimentación eléctrica, las formas de interacción usuario – máquina, etc.

El aprovechamiento del gas metano en vertederos como biocombustible y fuente de energía renovable es una industria en pleno auge en la actualidad, países alrededor del mundo, incluyendo México ya con algunas empresas en el mercado, están apostando a la energía limpia del metano. Reconociendo su valor como fuente de energía y ayuda al medio ambiente.

El creciente desperdicio y liberación de este gas de efecto invernadero puede ser reducida. Un sistema de extracción y tratamiento de gas metano provee una alternativa útil para este propósito y además el arranque de futuros proyectos a superior escala y mayor impacto, tanto en el área energética y ambiental como también en el área tecnológica y de innovación.

Referencias

- Colmenares, W., & Santos, K. (Mayo de 2007). *Generación y manejo de gases en sitios de disposición final*. Recuperado el Mayo de 2018, de Ingeniería química.
- Coronado, S. (11 de Agosto de 2014). *EL FINANCIERO*. Obtenido de Impulsa

Bioenergía de Nuevo León uso de biogás:

<http://www.elfinanciero.com.mx/monterrey/impulsa-bioenergia-de-nuevoleon-uso-de-biogas>

Garzón Pinto, N. (2017). *Filogenia de los seres vivos: Dominio Achaea*. Sevilla España: Universidad de Sevilla, Facultad de farmacia.

Llamas, L. (16 de Octubre de 2016). *Detector de gases con Arduino y la familia de sensores MQ*. Obtenido de Luis Llamas. Ingeniería, Informática y Diseño: <https://www.luisllamas.es/arduino-detector-gas-mq/>

López Arriaza, D. Á., & Núñez Lazo, L. (2016). *Universidad de Chile*. Recuperado el Abril de 2018, de Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Mecánica:

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/138545/Modelo-para-eldisenio-de-sistemas-de-captacion-y-aprovechamiento-de-biogasproducido.pdf?sequence=1>

Luque, M. (s.f.). *La fuente olvidada de metano*. Obtenido de Solo Ciencia: <https://www.solociencia.com/quimica/06021379.htm>

Mapas, G. (s.f.). *Mapa del Relleno Sanitario El Gavilán*. Obtenido de Puerto Vallarta Jalisco: http://satellites.pro/Mapa_del_Mundo#20.762148,-105.137654,18

MECHILE, G. d., PNUD, FAO, & GEF. (2011). *Manual de Biogás*. Santiago de Chile.

Muhammad H, R. (1993). *Electrónica de potencia, Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Fort Wayne, Indiana: Prentice Hall.

NORMA, O. M. (2004). *NOM-083-SEMARNAT-2003 Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. México Distrito Federal: DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.

Noticias Ciencia, F. (s.f.). Obtenido de <http://www.laflecha.net/canales/ciencia/noticias/una-bacteria-que-sealimenta-de-metano-podria-servir-para-combatir-el-calentamiento-global> NOTIMEX. (8 de Agosto de 2013). *NL transforma en energía 4,500 toneladas diarias de basura*. Obtenido de ULMA: <http://obrasweb.mx/construccion/2013/08/08/nl-transforma-en-energia-4500toneladas-diarias-de-basura>

Ordoñez Mendoza, A., Fritz Rodríguez, E., & Espinosa Solares, T. (2017). *Determinación de concentración de metano con sensores semiconductores*. Texcoco de Mora, México: ECORFAN.

Ortega, V., Rodríguez, S., Fernández, E., & Bárcenas, L. (Abril de 2015). *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. Recuperado el Mayo de 2018, de Principales métodos para la desulfuración del biogás: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382015000100004&script=sci_arttext&lng=pt

Pichardo, V. (2016). Metano, fuente alternativa de energía. *Capital México*.

Quezada Barrón, M. (10 de Julio de 2009). Aprueban a Biogás de Juárez producir energía a través del gas metano. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Rodríguez, R., Delgado, D., Aroca Trujillo, J., & Navarrete Ramos, A. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de emisión de gases en el cultivo del arroz*. Neiva, Colombia: Corporación Universitaria del Huila.

Rubio Serrano, F. (2019). *IMASA, Ingeniería y proyectos S.A*. Obtenido de Ciclo higroscópico: <http://www.ciclohigroscopico.com/compuestos-higroscopicos/>

Sara, L. (12 de Noviembre de 2015). *Técnicas de deshumidificación*. Obtenido de Climatización10.

Tinajero Mendoza, R. (2017). *Estimación del biogás generado en el relleno sanitario El Gavilán de Puerto Vallarta*. Puerto Vallarta Jalisco: Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta.

Vaquerano Pineda, N., Salazar Rojas, T., & Porras Acosta, M. (2016). *Medición automática del metano en biogás por columnas de desplazamiento*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Vélez Pereira, A., & Camargo Caicedo, Y. (Septiembre de 2009). *ResearchGate*. Obtenido de Emisiones de Biogás producidas en rellenos sanitarios:

<https://www.researchgate.net/publication/276062721>

Wade, L. J. (2012). *Química orgánica*. México: PEARSON.

Síntesis y caracterización del aceite de las semillas de Chayotillo (*Sicyos Deppei*) para la producción de biodiesel así como para investigar la toxina que esta semilla contiene que produce un efecto paralizante en los animales que la consumen

Synthesis and characterization of the seed oil of the Chayotillo plant (*Sicyos Deppei*) for the production of biodiesel and to investigate the toxin that this seed contains that produces a paralyzing effect in the animals that consume it

VÁZQUEZ-MONROY Fortino†*, ISLAS-CERÓN Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick y TOVAR LEÓN Fausto

Universidad Tecnológica de Tula- Tepeji, Programa educativo de Ingeniería en Energías Renovables, Cuerpo Académico de Fuentes Alternas de Energía y Nuevos Materiales.

ID 1^{er} Autor: Fortino, Vázquez-Monroy / ORC ID: 0000-0001-8517-2052, Researcher ID Thomson: F-9524-2019, CVU CONACYT ID: 307841

ID 1^{er} Coautor: Alejandro, Islas-Cerón / ORC ID: 0000-0003-4170-6926, CVU CONACYT ID: 984547

ID 2^{do} Coautor: Erick, Hidalgo-Martinez / ORC ID: 0000-0001-6147-6852, Researcher ID Thomson: G-1265-2019, CVU CONACYT ID: 412053

ID 3^{er} Coautor: Junior Adán, Bernal-Martinez / ORC ID: 0000-0003-1198-5653, Researcher ID Thomson: V-2710-2019, CVU CONACYT ID: 415699

DOI: R10.35429/JRE.2019.10.3.19.22

Recibido 09 de June, 2019; Aceptado 30 Septiembre, 2019

Resumen

En el presente proyecto de investigación se pretende realizar la síntesis del aceite de las semillas de la planta de Chayotillo (*Sicyos Deppei*) por un método químico a través del equipo soxhlet, que consiste en reflujo de hexano para la extracción del aceite de semillas de la planta de Chayotillo para su eventual aplicación en la producción de biodiesel, la caracterización del aceite de la semilla se realizara por espectroscopia de infrarrojo, el cálculo del porcentaje de aceite que contiene la semilla, el color del aceite e investigar si en el aceite se encuentra la toxina que produce un efecto paralizante en los animales que la consumen al venir esta revuelta en el maíz cuando este es cosechado con maquina cosechadora y pudiera ser que si esta semilla se fuera revuelta en el maíz que se utiliza para hacer tortillas pudiera provocar este mismo efecto en el ser humano, una vez obtenidos los resultados se difundirán entre las personas de las zonas rurales de la región Tula-Tepeji.

Caracterización, Aceite, Chayotillo

Abstract

The present research project aims to synthesize the oil from the seeds of the Chayotillo plant (*Sicyos Deppei*) by a chemical method through the soxhlet equipment, which consists of hexane reflux for the extraction of the seed oil from the plant. Chayotillo plant for its possible application in the production of biodiesel, the characterization of the oil of the seed will be done by infrared spectroscopy, the calculation of the percentage of oil contained in the seed, the color of the oil and investigate if the oil is found the toxin that produces a crippling effect in the animals that consume it when this corn comes when it is harvested with a harvester machine and it could be that if this seed were stirred in the corn that is used to make tortillas it could cause this same effect on the human being, once obtained the results will be spread among the people of the rural areas of the region of Tula-Tepeji.

Characterization, Oil, Chayotillo

Citación: VÁZQUEZ-MONROY Fortino, ISLAS-CERÓN Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick y TOVAR LEÓN Fausto. Síntesis y caracterización del aceite de las semillas de Chayotillo (*Sicyos Deppei*) para la producción de biodiesel así como para investigar la toxina que esta semilla contiene que produce un efecto paralizante en los animales que la consumen. Revista de Energías Renovables 2019. 3-10: 19-22

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: fortino.vazquez@utt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Derivado de que día con día el precio de los combustibles fósiles suben su precio para este caso el diésel y que en un futuro no muy lejano se agotaran surge el proyecto de realizar un estudio de la investigación de las semillas no comestibles de las plantas autóctonas que crecen en los lugares aptos y no aptos para la agricultura de la región Tula–Tepeji para extraerles el aceite y producir biodiesel como un combustible alternativo de los combustibles fósiles de lo cual se creara un catálogo para saber con qué recursos se cuentan en la región con respecto a semillas y su viabilidad a nivel industrial en la extracción de aceite para la producción de combustibles alternos. En la región Tula Tepeji que pertenece al valle del mezquital donde se realiza el proyecto. En este artículo se hablara de la semilla de la planta de chayotillo (*Sicyos Deppei*) como se muestra en la figura 1 el aceite será extraído por un método químico a través del equipo soxhlet, que consiste en reflujo de hexano como solvente.

Esta planta crece en esta región, cabe mencionar que la región Tula-Tepeji se encuentra a una altura de 2140 msnm, con una latitud norte de 20°01' y una longitud este de 99°13' (INEGI 2010) es una zona semiárida aunque se adapta a todas las regiones del País, la planta es siempre verde que florece en los meses de junio a agosto y empieza a madurar en el mes de septiembre, sus frutos son semillas de color café como se muestra en la figura 2, esta planta es una planta depredadora que se enreda en los cultivos de maíz hasta desaparecerlos por completo y coincide que esta planta se seca cuando el maíz esta en tiempo de cosecha siendo que las semillas se cosechan junto con las semillas de maíz cuando se utiliza maquina cosechadora mezclándose con el maíz, sería mejor cosecharlo a mano para quitar estas semillas. Uno de los problemas que se deriva al utilizar la maquina cosechadora es que cosecha la semilla de maíz revuelta con la semilla de chayotillo que hay de dos tipos con espinas y sin espinas, esta semilla contiene una toxina que ataca el sistema nervioso de los animales y observaciones hechas en campo al darles maíz molido revuelto con la semilla de chayotillo ha ganado bovino, porcino caprino y ovino estos presentaron reacciones de parálisis y según la cantidad de semillas revueltas en el maíz puede causarles hasta la muerte. No encontré literatura sobre esta semilla y el aceite extraído de ella.



Figura 1 Planta de chayotillo
Fuente: Elaboración Propia



Figura 2 Semillas de planta de chayotillo
Fuente: Elaboración Propia

Metodología a desarrollar

Semillas de la planta de chayotillo empleadas: Se utilizaron semillas maduras de la planta de chayotillo (*Sicyos Deppei*) cosechadas en Tepeji del Río, Hidalgo en la temporada 2017.

Las semillas se les preparo para molerlas en un molino mecánico y hacerlas polvo con un tamaño de partícula de 1 mm como se muestra en la figura 3 para después llenar cartuchos de celulosa con este polvo de la semilla y posteriormente se metió el cartucho de celulosa con la semilla molida en el equipo soxhlet y se le agrego medio litro de hexano que es el solvente que va a extraer el aceite y se calentó el hexano a una temperatura de 62°C para ponerlo a reflujo durante 2 horas este solvente arrastrara el aceite de las semillas (Firestone David, 2013).

Posteriormente se metió el aceite con el hexano a un equipo de destilación donde se mantuvo a una temperatura de 70°C para quitar el hexano y nada más que quedara el aceite que tiene un color verde oscuro como se observa en la figura 4, recolectarlo y la pasta de la semilla sin aceite se le evaporo el hexano para nada más tener la pasta para un posterior estudio como se observa en la figura 5.



Figura 3 Semilla de chayotillo molida
 Fuente: Elaboración Propia

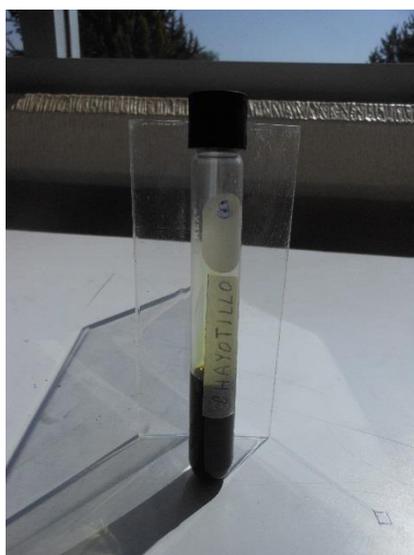


Figura 4 Aceite de semilla de chayotillo
 Fuente: Elaboración Propia



Figura 5 Semilla de chayotillo sin aceite
 Fuente: Elaboración Propia

Resultados

Se extrajo el aceite por método químico de las semillas de la planta de chayotillo obteniéndose como resultado un porcentaje de 20.46 % de aceite, en la prueba visual se ve el color del aceite que es de un color verde oscuro. La caracterización del aceite por la técnica de espectroscopia de infrarrojo da el siguiente resultado que se observa en la gráfica de espectroscopia de infrarrojo de la figura 6, una banda alrededor de 3380 cm^{-1} correspondiente a las vibraciones de estiramiento del grupo hidroxilo (O-H), se observa la señal correspondiente a la tensión C=CH en 3002 cm^{-1} presentes en los ácidos grasos insaturados de los aceites.

Dos bandas en 2928 y 2854 cm^{-1} asociadas, respectivamente, a la vibración de tensión de C-H simétrico y C-H asimétrico en CH_2 y una banda en 1744 cm^{-1} asociada al movimiento de extensión del enlace C=O típica de los ésteres de triglicéridos. En la región entre 1460 y 1231 cm^{-1} se observa una banda ancha con varios picos, este rango se asocia a la presencia de vibraciones de flexión C-H en CH_2 y CH_3 . Luego se visualiza una banda en 1165 cm^{-1} , característica de las vibraciones de tensión C-O y en 1114 cm^{-1} se observan vibraciones de tensión O- CH_2 . Por último se ven claramente en 722 cm^{-1} , las vibraciones de flexión correspondiente a $(\text{CH}_2)_n$ con $n > 4$ propias de esqueletos carbonados de considerable longitud, se pudo constatar que la toxina se encuentra aún en el aceite extraído.

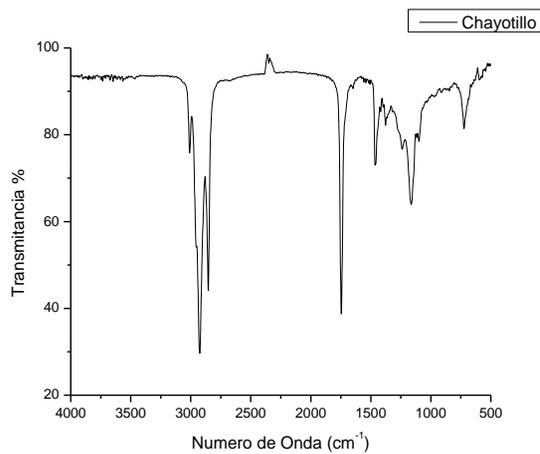


Figura 6 Grafica de espectroscopia de infrarrojo de aceite de semilla de chayotillo

Fuente: *Elaboración Propia*

Agradecimiento

Se agradece al PROMEP y Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji por el apoyo en la realización de este proyecto.

Conclusiones

Es viable la producción de aceite de la planta de chayotillo (*Sicyos Deppei*) a nivel industrial ya que el contenido de aceite de la semilla es de 20.46 %, este porcentaje es de acuerdo a la norma, esta nos dice que si tenemos por arriba de un 8 % de aceite es viable obtener aceite a nivel industrial y como observamos está muy por arriba el porcentaje del aceite de lo que indica la norma, en la prueba visual el color es de un verde oscuro y en la gráfica de espectroscopia de infrarrojo se observan los elementos de que está compuesto el aceite, como son: se encontraron ácidos grasos insaturados de los aceites, esteres de triglicéridos y esqueletos carbonados de considerable longitud que son propios de los aceites, se pudo constatar que en el aceite extraído de la semilla de chayotillo se encuentra la toxina que produce el efecto paralizante pero no tengo equipo para poderla caracterizar y saber de qué elementos está compuesta, algo importante he observado que varios espectros de infrarrojo de varios aceites de varias semillas son iguales y coinciden con el espectro de infrarrojo de esta semilla el único que no coincide es el del aceite de higuera.

Referencias

Firestone David, (2013), *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, & Waxes*, 3th Edition.

INEGI 2010

Aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de biogás**Use of organic waste for the generation of biogas**

GARCÍA-MAGALLANES, Gabriel†, OSORIO-CANUL, Marvin, HERRERA-LUGO, Angélica y NOVELO-MOO, Thelma*

Universidad Tecnológica Metropolitana- Mérida.

ID 1^{er} Autor: *Gabriel, Garcia Magallanes* / ORC ID: 0000-0002-2091-6433

ID 1^{er} Coautor: *Marvin, Osorio Canul* / ORC ID: 0000-0002-6129-2559

ID 2^{do} Coautor: *Herrera Lugo, Angélica* / ORC ID: 0000-0001-8066-8956, CVU CONACYT ID: 27295

ID 3^{er} Coautor: *Thelma, Novelo-Moo* / ORC ID: 0000-0002-6383-9933, CVU CONACYT ID: 458937

DOI: 10.35429/JRE.2019.10.3.23.27

Recibido 03 de Julio, 2019; Aceptado 28 Septiembre, 2019

Resumen

En el país la información sobre la energía renovable está muy dispersa y el nivel de contaminación a causa de desechos de animales callejeros; como los perros o gatos, que contaminan el aire y causan enfermedades va en aumento. Dicha acumulación es generada principalmente por la disposición de lugares no ideales y ausencia de manejo de estos residuos; el problema se acrecienta en lugares donde la cantidad de canes aumenta considerablemente como son las calles, los refugios y lugares de adopción, puesto que la tasa de generación de heces caninas es mucho mayor. Se realizó un biodigestor el cual produce biogás por medio de la digestión anaerobia a partir de heces caninas con la finalidad de promover las energías alternas y así poder reducir el alto índice de contaminación e insalubridad que las heces generan al quedar expuestas a la intemperie. Este biodigestor permite realizar pruebas a pequeña escala con las heces caninas, ya que sus condiciones de operación están contempladas a la zona geográfica.

Biodigestor, Biogás, Heces caninas**Abstract**

In our country, information on renewable energy is widely dispersed and the level of contamination of stray animals; like dogs and cats, they pollute the air and cause diseases in the increase. This accumulation is generated by the disposition of the non-ideal places and the absence of handling of these residues. The problem grows in places where the number of canes increases such as streets, shelters and places of adoption, the rate of generation of canine hinas is much higher. A biodigester was built which produces biogas through anaerobic digestion from canine excrement with the aim of promoting alternative energies and thus reducing the high level of contamination and unhealthiness that crop feces by being exposed to outdoor. This biodigester allows small-scale tests with canine feces, since its operating conditions are contemplated in the geographical area.

Biodigester, Biogas, Dog excrement

Citación: GARCÍA-MAGALLANES, Gabriel, OSORIO-CANUL, Marvin, HERRERA-LUGO, Angélica y NOVELO-MOO, Thelma. Aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de biogás. Revista de Energías Renovables. 2019. 3-10: 23-27

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: thelma.novelo@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En las calles de la ciudad de Mérida es común encontrarse con un perro callejero o decena de ellos, todo depende de la zona por donde te encuentres. México es el país con mayor población de perros en Latinoamérica, pero menos de la mitad de ellos tiene hogar o refugio. Según datos de la Secretaría de Salud existen alrededor de 22 millones de canes, de los cuales más de 10 millones viven en la calle. “Aunque no se cuenta con una cifra exacta, se calcula que el 30% de los perros tiene dueño, el 30% es comunitario y el 40% está en la vía pública”, ha informado Carlos Esquivel Lacronix, jefe de vinculación en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMAN (Rodríguez, 2012).

En el estado de Yucatán la población canina genera una cantidad considerable de heces caninas procedentes de las veterinarias y refugios animales que pueden ser utilizadas para la producción de biogás pero que no se aprovechan adecuadamente, por el contrario, la acumulación de estos residuos orgánicos se está convirtiendo en un problema de salud pública. La costumbre que generalmente la sociedad tiene al sacar a sus perros a pasear es el dejar el excremento tirado en la calle, lo cual genera un gran impacto ambiental de manera negativa a causa de las bacterias que estas mismas contienen (Moreno, 2011).

La población que si recolecta las heces de sus animales, las pone en bolsas de plástico y generalmente estos residuos tienen un solo destino: se envían al relleno sanitario que se encuentra en las afueras de la ciudad de Mérida. El enviar las heces a este relleno llega a ser muy insalubre tanto para los operarios como para los habitantes ya que las bolsas en que se transportan las heces, pesan mucho y se pueden reventar, al llegar estos desechos al relleno sanitario se entierran, lo cual es un gran error puesto que las heces enterradas generan malos olores y lixiviados ácidos que no son aptos para la tierra. La reutilización de esta materia puede ser una alternativa ya que se puede convertir en una energía alterna la cual pueda ser beneficiosa no solo con el medio ambiente si no de igual manera para la sociedad misma reduciendo un alto porcentaje de contaminación al momento de quemarla para su utilización.

Molina (2008) reporta que en el año 1776 el científico italiano Alessandro Volta, descubrió que el principal compuesto del gas natural era metano, haciendo una observación en los pantanos de formaciones de burbujas y al reventar desprendían un olor fétido y también que estas eran flamables. Pero solo hasta 100 años después se descubrió el origen microbiológico que causaba la formación de metano. Para 1906 el científico Soehngen descubre que el metano estaba formado de hidrogeno y dióxido de carbono y a su vez, describe los primeros organismo que participan en la formación de metano.

En 1940, se construyen las primeras plantas de biogás por familias prósperas en China, después de 1945, finalizando la segunda guerra mundial se construyeron cerca de 40 biodigestores, pero su desarrollo se frenó por los combustibles fósiles. Sin embargo, para la década de los 70's se vuelve a reiniciar la contribución de biodigestores debido a la crisis de petróleo, pero los problemas técnicos, baja producción de gas y alta inversión este desarrollo se frenó a fines de los 80's (Ostos, 2013).

Hay registros que muestran la existencia de 563 sistemas de biodigestión de acuerdo a los 142 Project Design Document (PDD) encontrados en los registros digitales de la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), relacionados con la reducción de emisiones de metano en el sector agropecuario en México. En los últimos años muchas unidades han incorporado sistemas de biodigestión dentro de sus procesos productivos, el fin concreto de la instalación de ésta tecnología fue en un principio la comercialización de Bonos de Carbono, por la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En la actualidad se han visualizado una diversidad de usos y aplicaciones de estos sistemas, tales como la reducción de contaminantes en las descargas de aguas residuales de las unidades pecuarias y la generación de energía eléctrica (Velazquez, 2016)

Biodigestión anaerobia

Todos los residuos orgánicos son adecuados para ser fermentados anaeróbicamente (no importa el tipo de materia prima, siempre y cuando este sea orgánico).

Las bacterias consumen el carbono y el nitrógeno que se encuentra dentro del biodigestor y como resultado tenemos la obtención de biogás o gas de los pantanos. En un biodigestor se producen tres tipos de reacciones de digestión anaeróbica la cual es necesaria para poder obtener metano, como se muestra en la figura 1.

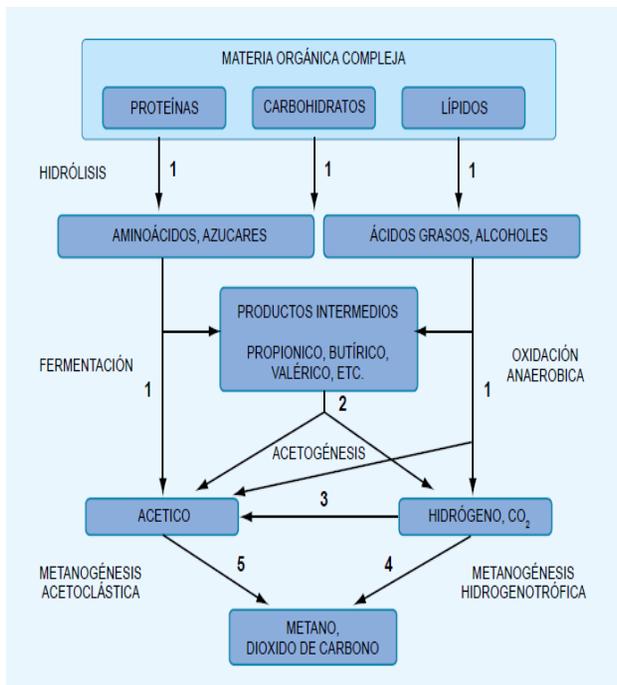


Figura 1 Esquema de reacciones de la digestión anaeróbica (Moreno, 2011)

La materia prima se mezcla con agua, se cierra la entrada de carga y se comienza el proceso de digestión anaeróbica. Al pasar un tiempo, determinado por las condiciones de temperatura y características del sustrato principalmente, empiezan a producirse gases como producto de la digestión. Estos gases se van acumulando en la parte superior del biodigestor. Junto a la entrada de carga tenemos una válvula para dar salida a los gases y poder hacer uso de ellos. En la parte inferior del biodigestor tenemos un extractor de lodos para poder limpiar el biodigestor después de un determinado tiempo.

Una de las características del sustrato es la razón de carbono a nitrógeno (C/N) y representa la proporción de los dos elementos. Una razón C/N de 30 (30 veces más carbono que nitrógeno) permitirá que la digestión se lleve a cabo a un ritmo óptimo, a condición de que las otras condiciones sean favorables. En cuanto a la temperatura, para que las bacterias digestivas trabajen con la mayor eficiencia, lo mejor es una temperatura de 36°C.

La producción de gases puede producirse en dos gamas de temperaturas: de 29,4 a 40,5°C y de 48,8 a 60°C. Hay diferentes grupos de bacterias productoras de ácidos y metano que medran en cada una de esas gamas diferentes. A las activas en la gama más alta se las llama bacterias termofílicas (Macola, 1995). Con relación al pH, durante la fase inicial ácida, que puede durar 2 semanas, el pH puede bajar a 6 o menos, mientras que se produce una gran cantidad de CO₂. Conforme prosigue la digestión se produce menos CO₂ y más metano y el pH se eleva lentamente hasta llegar a un valor entre 7 y 8 (básico).

Metodología

Construcción del biodigestor

Para la determinación del prototipo a pequeña escala se realizaron análisis preliminares en un modelo de 20 litros cuyos resultados se emplearon para escalar a volúmenes mayores. El primer prototipo de biodigestor que se realizó fue con una cubeta de 20L, contaba con una llave de ½ pulgada para verificar si había producción o indicios de metano dentro del tanque, del otro extremo se le colocó una llave de 1" para la extracción completa del producto y poder realizar las pruebas correspondientes (figura 2).



Figura 2 Primer prototipo de biodigestor

Una vez comprobada las condiciones de la biodigestión anaeróbica de heces caninas, así como los requisitos físicos de materiales en el reactor, se procedió a la etapa de escalamiento: el segundo prototipo biodigestor se construyó con un tanque de plástico cilíndrico cuasi regular de 0.54 m de diámetro tanto inferior como superior con una altura de 0.87m, lo que da una capacidad de 200 litros (figura 3).

En su parte superior tiene colocado una entrada de carga con una tapa roscada y una salida del biogás mediante una válvula y manguera de gas. En la parte inferior lateral tiene una válvula de 1" para la extracción de lodos.



Figura 3 Segundo prototipo de biodigestor

Resultados

Se realizaron las pruebas preliminares utilizando 3.0 Kg de excremento canino (figura 4) y 9 l de agua para llevar la humedad del sustrato a las condiciones ideales de fermentación anaerobia. Cinco semanas después a las se revisó la producción y se recolecto el biogás dentro un globo para poder realizar la prueba en él, se notó que al exponer el biogás al encendedor este se apagó y se escuchó un pequeño sonido de combustión, al dejar salir el biogás para realizar las pruebas este desprendió un olor fétido característico de la fermentación anaerobia.



Figura 4 Excremento canino

Para otra prueba preliminar se introdujeron las mismas cantidades de carga de excremento y de agua, posterior a esto se verifico el sello de la tapa y notamos que en 24 horas ya había comenzado la generación de metano. El olor era altamente fuerte a pesar de estar completamente sellado el biodigestor.

Posterior a esto nos percatamos que al sacar la carga el biodigestor después de nueve semanas tuvo un cambio en cuestión de la densidad del sustrato, hubo una separación de fases indicando una fermentación completa, pues en la parte inferior se encontraban los lodos y en la parte superior se observó una fase líquida, sin sólidos que indicaran alguna fase de la biodigestión, además en la salida de gases ya no se apreciaba la presencia de biogás.

Conclusiones

El prototipo de biodigestor permitió realizar a pequeña escala pruebas con las heces caninas. Las condiciones de alimentación del sustrato y de operación del biodigestor permitieron la producción de biogás a partir de una semana de transcurrida la alimentación y durante las 5 semanas siguientes. Este modelo de biodigestor puede emplearse en refugios y casas habitación que tengan una como parte de sus desechos la generación de heces caninas. El biogás generado puede aprovecharse para producir por el mismo usuario del biodigestor obteniéndose de esta manera dos beneficios, menos contaminación y energía.

Referencias

- Beily, M.E., Morici, G., Crespo, D., Schapiro, J. (2019) Biochemical methane potential of sheep manure: Focus in pathogen removal *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 12, 24-31.
- Molina, S. (2008). Historia del Biogás. Recuperado el 2019 de 01 de 10, de http://porcinos.blogspot.com/2006/01/historia-del-bio-gas_113857323502124249.html
- Martínez, S. G. (2019). Producción de Biogás a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU). *Gaceta Instituto de Ingeniería, UNAM*, 1(135), 15-17.
- Moreno, M. T. (2011). Manual del biogás. Santiago, Chile: MINENERGIA; PNUD; FAO; GEF.
- Ostos T. J. P., 2013. Plan de Negocios para la Empresa Nacional de Digestores. Escuela Colombiana de Carreras Industriales Bogotá D.C. Flotats, X., Campos, E., Bonmatí, A. (1997) Aprovechamiento energético de recursos ganaderos. 3er curc dénginyeria ambiental. Universitat de Lleida Lérida.

Red Mexicana de Bioenergía. (s.f.). Red Mexicana de Bioenergía. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <http://rembio.org.mx/areas-tematicas/biogas/>

Rodríguez, L. E. (27 de 09 de 2012). Ciencia UNAM. Obtenido de Ciencia UNA. 14 de Marzo de 2019. Sitio web: http://ciencia.unam.mx/leer/109/Proponen_solucion_al_problema_de_los_perros_callejeros

Textos científicos. (2005) Factores Que Afectan La Producción De Gas. 04 De octubre de 2019. Sitio web: <http://www.textoscientificos.com/energia/biogas/factores>

Textos científicos. (2005) Fermentación Anaeróbica. 24 de septiembre de 2019. Sitio web: <http://www.textoscientificos.com/energia/fermentacion>

Velazquez, C. A. (09 de 2016). Uso de biodigestores en la industria pecuaria. Obtenido de Uso de biodigestores en la industria pecuaria.: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66337/TESINA-CAV-1016.pdf?sequence=1>

Wang , C.; Zhang, Y.; Zhang, L.; Pang, M. (2016). Alternativa policies to subsidize rural house hold biogas digesters. Energy Policy. Vol. 93. Núm. 187-195

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Energías Renovables. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

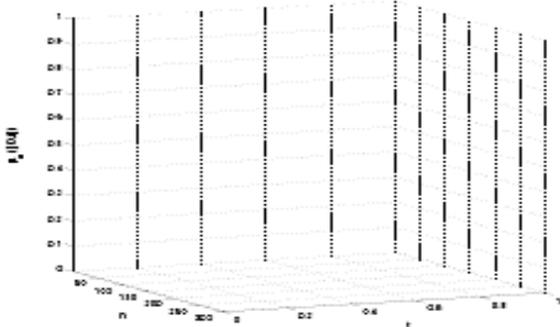


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

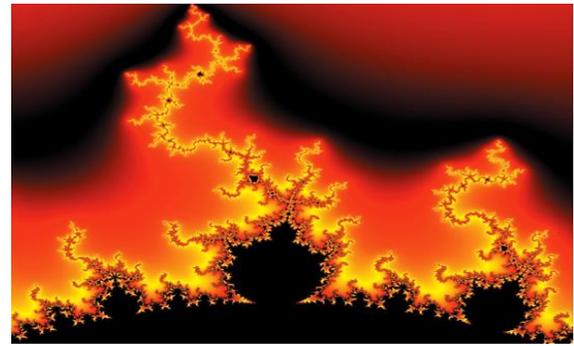


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del artículo. Revista de Energías Renovables. Año (Times New Roman No.8)

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Energías Renovables se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución.

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Energías Renovables emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Energías Renovables, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

SERRANO-PACHECO, Martha. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Republic of Peru), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Revista de Energías Renovables

“Generación Eléctrica a Partir de la Fotosíntesis Natural; ¿Una Realidad Escalable?”

ZAPIEN-RODRÍGUEZ, José Manuel, SOLORIO-DE JESÚS, Bianca Azucena, BALLESTEROS-PACHECO, Juan Carlos y NÚÑEZ-AYALA, Frida Libertad
Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas

“Sistema de extracción y tratamiento de metano”

CANTÚ-MUNGUÍA Irma Adriana, GARAY-DE LA O, Albino, HERNÁNDEZ-CERVANTES, Aldo Aarón y GARCIBADA-SILVA, Gabriel
Instituto Tecnológico de Jalisco José Mario Molina Pasquel y Enriquez

“Síntesis y caracterización del aceite de las semillas de Chayotillo (*Sicyos Deppei*) para la producción de biodiesel así como para investigar la toxina que esta semilla contiene que produce un efecto paralizante en los animales que la consumen”

VÁZQUEZ-MONROY Fortino, ISLAS-CERÓN Alejandro, HIDALGO-MARTINEZ, Erick y TOVAR LEÓN Fausto
Universidad Tecnológica de Tula- Tepeji

“Aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de biogás”

GARCÍA-MAGALLANES, Gabriel, OSORIO-CANUL, Marvin, HERRERA-LUGO, Angélica y NOVELO-MOO, Thelma
Universidad Tecnológica Metropolitana

