

## ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA DE BIODIGESTORES DOMÉSTICOS INSTALADOS EN LAS LOCALIDADES DE BECANCHÉN Y SAN DIEGO BUENAVISTA.

Hannia Poot

Universidad Modelo, Escuela de Ingeniería,

<Ingeniería en energía y petróleo>

Noviembre -2024

### Resumen

Este proyecto consiste en un análisis técnico de biodigestores domésticos instalados por programas gubernamentales en las localidades de San Diego Buenavista y Becanchen, Tekax, Yucatán. Ya que se ha visto la problemática de que las personas beneficiadas carecen del conocimiento técnico necesario para operar y mantener correctamente un biodigestor, así como, una vez instalados los biodigestores, a menudo falta un seguimiento adecuado para evaluar su desempeño y brindar asistencia técnica. Por lo que se propone hacer una entrevista a los beneficiarios, así como el análisis del biodigestor y proponer mejoras ante estas problemáticas.

**Palabras clave:** Biodigestor, Contaminación, Materia orgánica, fosa séptica, Residuos.

### INTRODUCCIÓN

Durante 2020, 15.74% de las viviendas en Yucatán queman sus residuos sólidos como método de desecho. La entidad ocupó el octavo lugar con mayor porcentaje de viviendas que queman sus residuos sólidos en 2020. Durante 2018, Yucatán registró 14.1 vehículos recolectores de residuos urbanos por cada cien mil habitantes.

La actividad porcícola y avícola también son otra fuente de contaminación en la región, por ejemplo, en la entidad para el año 2019 según SADER (2020), se tenían 1,734,666 cabezas de cerdo, con más del 60 % en la zona ex henequenera (anillo de cenotes). El 63% de las granjas recibe parcialmente algún tratamiento, principalmente conformado por granjas grandes y el 37% no recibe ningún tratamiento. De este 37% que no recibe ningún tipo de tratamiento, el 90% lo conforman granjas pequeñas y medianas del sector social, las cuales vierten sus residuos directamente sobre el suelo y cavernas situadas en los alrededores de las granjas, por lo que al no tener los suelos ningún sistema de protección estos residuos pasan directamente al acuífero subterráneo, aportando un exceso de microorganismos patógenos que contaminan y provocan enfermedades gastrointestinales (Batllori, 2024).

En la mayoría de las áreas urbanas de la Península de Yucatán, fosas sépticas son una forma común de disponer las aguas residuales. Estas unidades individuales funcionan como sistemas descentralizados de tratamiento de aguas negras y están diseñadas para permitir que el agua se infiltre en el suelo. Sin embargo, las fosas sépticas no son una opción eficiente para el tratamiento de agua y eliminación de los contaminantes, virus y bacterias como la e-colli, por lo cual contribuyen significativamente a la contaminación de los mantos acuíferos (*De Ortega Barba, 2023*). Con base a estas consecuencias, se han implementado programas para la instalación de biodigestores en zonas rurales por parte del gobierno del estado, tratando de minimizar las problemáticas antes mencionadas. Sin embargo se ha visto una controversia con base a estos programas ya que muchos beneficiarios carecen de los conocimientos técnicos necesarios para operar y mantener correctamente un biodigestor. Esto conduce a una disminución en la eficiencia y vida útil del equipo, así como, una vez instalados los biodigestores, a menudo falta un seguimiento adecuado para evaluar su desempeño y brindar asistencia técnica.

El presente trabajo se propone desarrollar un análisis técnico de los biodigestores implementados en las zonas de San Diego y Becanchen como parte de un programa planteado por el estado de Yucatán, con el objetivo de encontrar una solución a las problemáticas anteriormente mencionadas.

## ANTECEDENTES

En los últimos años México ha desarrollado varios proyectos en búsqueda de la utilización del biogás como fuente de energía y generación de electricidad, tanto para reducir la contaminación y aumentar el uso de energías limpias así como apoyar a las comunidades que no tienen acceso a fuentes de energía y no están conectados a la red eléctrica nacional. Por ejemplo, en el estado de Jalisco se realizó un estudio sobre la utilización de estiércoles (bovino, porcino y aviar) para la generación de biogás (Vera-Romero et al., 2017).

En Puebla, investigadores de la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) en conjunto con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) crearon un sistema electrónico para controlar las funciones de un biodigestor, como también mandar señales para poder ser interpretados y analizados. Cabe destacar que en este proyecto se resalta el potencial de los residuos, especialmente las excretas de los ganados vacuno y porcino, para la generación de biogás (FCE-BUAP diseña sistema electrónico para monitoreo y control de biodigestor, 2021).

## JUSTIFICACIÓN

En Yucatán existe una gran cantidad de contaminación por la quema de sus residuos sólidos como método de desecho en las zonas rurales, ocupando el octavo lugar con mayor

porcentaje de viviendas que queman sus residuos sólidos en 2020. Así como el daño al manto acuífero por las fosas sépticas que comúnmente son encontradas en estas zonas. Como principio a esto se propusieron programas para el uso de biodigestores de forma gratuita. Sin embargo la mayoría de los beneficiarios carecen de los conocimientos técnicos necesarios para operar y mantener correctamente un biodigestor, así como, una vez instalados los biodigestores, a menudo falta un seguimiento adecuado para evaluar su desempeño y brindar asistencia técnica. Con base en estas problemáticas nace el proyecto de un análisis de viabilidad técnica de biodigestores domésticos instalados en los municipios de San Diego y Becanchén; con el objetivo de dar solución a estas problemáticas.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

-Análisis de viabilidad técnica de biodigestores domésticos instalados en los municipios de San Diego y Becanchén, Tekax.

### **ESPECÍFICOS**

- Evaluar la percepción de los usuarios sobre el funcionamiento del biodigestor.
- Identificar los requisitos operativos y mantenimiento del biodigestor.
- Evaluar los beneficios económicos.
- Comparar la viabilidad de los biodigestores con otras tecnologías de manejo de residuos.
- Buscar una mejora a las posibles problemáticas encontradas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Evaluaciones económicas**

- Análisis de Costo-Beneficio:

#### *Costos iniciales:*

- Construcción e instalación.
- Materiales (tanque, tuberías, etc.).
- Equipamiento (bomba, mezclador).
- Mano de obra inicial.

#### *Costos operativos:*

- Mantenimiento (limpieza, reparaciones).

- Energía eléctrica consumida o gas generado (dependerá del uso del biodigestor)
- Sustratos adicionales (si se utilizan).
- Mano de obra para la operación.

### **Análisis de satisfacción de los usuarios**

- Por medio de encuestas o entrevistas.

#### *Entrevista*

1. ¿Cómo se enteró usted del biodigestor?
2. ¿Qué conocimientos tenía antes de instalarlo?
3. ¿Cómo fue el proceso de instalación del biodigestor?
4. ¿Recibió el apoyo necesario por parte de los técnicos?
5. ¿Cuáles eran sus expectativas iniciales al instalar el biodigestor?
6. ¿Cree qué se han cumplido?
7. ¿Para qué usos principales destina el biogás producido?
8. ¿Ha encontrado otras aplicaciones que no había considerado inicialmente?
9. ¿Qué destino le da al digestato generado?

10. ¿Considera que ha recibido suficiente información sobre los beneficios del biodigestor y las buenas prácticas para su uso?

### **Panorama del biodigestor.**

-Marca del biodigestor.

-Tamaño.

-Mantenimientos.

-Ventajas y desventajas

### **Comparación de la viabilidad del biodigestor con otras tecnologías de manejo de residuos.**

Tecnologías térmicas: Incineración.

Tecnologías biológicas: Compostaje.

### **Cálculo de producción de biogás (Teórico)**

- Para una familia de 4 personas, ¿Qué cantidad de biogás produciría al día?

1. Residuos alimenticios:

- Si la familia genera 4 kg de residuos orgánicos al día:
  - $4 \text{ kg de residuos/día} \times 0.5 \text{ m}^3/\text{kg} = 2 \text{ m}^3/\text{día}$

2. Excrementos humanos:

- Si la familia genera 0.8 kg de excrementos al día:
  - $0.8 \text{ kg} \times 0.15 \text{ m}^3/\text{kg} = 0.12 \text{ m}^3/\text{día}$

Producción total de biogás:

- $\text{Producción} = 2 \text{ m}^3 \text{ (residuos alimenticios)} + 0.12 \text{ m}^3 \text{ (excrementos)} = 2.12 \text{ m}^3/\text{día}$

### **Ventajas climatológicas en Mérida, Yucatán para los biodigestores.**

Abundancia de materia orgánica: La actividad agrícola y ganadera en Yucatán genera una gran cantidad de residuos orgánicos (estiércol, residuos de cultivos) que pueden ser utilizados como materia prima para la producción de biogás en los biodigestores.

Clima cálido y húmedo: Las altas temperaturas y la humedad favorecen la actividad de las bacterias metanogénicas, responsables de la producción de biogás en los biodigestores. El clima de la Ciudad de Mérida es caluroso y húmedo. Los meteorólogos lo clasifican como de tipo "Aw0" (cálido subhúmedo con lluvias durante el verano) con una temperatura promedio de 26.61° centígrados y precipitación media aproximada de 500 mm.

En general, existen dos tipos de procesos de digestión anaeróbica en función de la temperatura:

- **Mesófilo (30-40°C):** Este es el rango de temperatura más común para biodigestores domésticos. Los microorganismos mesófilos prosperan en temperaturas moderadas, que son comunes en muchas zonas templadas. Si el clima de la región es relativamente cálido pero no extremo, este tipo de digestión es ideal.

## RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que con la metodología propuesta para este proyecto, analizar el caso y las problemáticas que se están llevando dentro de la comunidad a causa de los biodigestores instalados. Para poder proponer una mejoría ante estos problemas y que se lleve un buen manejo de estos.

## Referencias

*YUCATÁN QUE CUIDA AL PLANETA DE MANERA RESPONSABLE.* (s. f.). gob.mx.

[https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2018\\_2024/A2040/2040\\_03\\_Planeta.pdf](https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2018_2024/A2040/2040_03_Planeta.pdf)

Batlloori, E. (2024, 27 septiembre). *¿Qué contamina el manto freático de Yucatán?* Revista Ambiental.

<https://biosferambiental.com/que-contamina-el-manto-freatico-de-yucatan/#:~:text=S%e%20ha%20detectado%20contaminaci%C3%B3n%20por,como%20heptacloro%2C%20lindano%20y%20endosulf%C3%A1n.>

De Ortega Barba, A. F. (2023, 21 noviembre). *Contaminación de Mantos Acuíferos en la Península de Yucatán por Biodigestores / Fosas Sépticas: Un Desafío Ambiental.*

<https://blog.cbr-ingenieria.com.mx/contaminaci%C3%B3n-de-mantos-acu%C3%ADferos-en-la-pen%C3%ADnsula-de-yucat%C3%A1n-por-biodigestores/-fosas-s%C3%A9pticas-un-desaf%C3%ADo-ambiental>

Vögeli, Y., Riu, C., Gallardo, A., Diener, S., & Zurbrügg, C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. In Sandec: Department of Water and Sanitation in Developing Countries.

<http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/swm/dl/biowaste.pdf>

FCE-BUAP diseña sistema electrónico para monitoreo y control de biodigestor. (2021, 24 febrero). Boletines BUAP. Recuperado 13 de febrero de 2023, de <https://www.boletin.buap.mx/node/1927>

Vera-Romero, I., Estrada Jaramillo, M., González Vera, C., Tejeda-Jiménez, M., López Andrade, X., & Ortiz Soriano, A. (2017). Biogás como una fuente alternativa de energía primaria para el Estado de Jalisco, México. Scielo. Recuperado 1 de febrero de 2023, de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432017000300307](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432017000300307)