

## Datos generales

*Nombre del equipo: Abuelas en patineta.*

*Integrantes:*

- *Jairo Emilio Silva Miranda.*
- *Aurelio Escobar Contreras.*
- *Edgar Zapata Rivero.*

*Ingeniería en Energía y Petróleo. 1er semestre.*

*Proyectos I.*

*Dra. Patricia Yolanda Contreras Pool.*

## Resumen

*El proyecto se centra en la implementación de un biodigestor, un sistema que convierte residuos orgánicos en biogás y fertilizante natural a través de procesos de descomposición anaeróbica. Esto se hará esperando que haga más eficiente la tarea de gestionar desechos orgánicos, así como producir energía renovable y obtener biofertilizante.*

*La instalación de estos tipos de dispositivos de generación de energía mediante desechos llega a ser más factible en zonas donde se generan residuos orgánicos constantes, como en granjas o comunidades rurales. La viabilidad dependerá igualmente del volumen de residuos, el costo inicial y final que se tenga, el mantenimiento y costo, así como del acceso a conocimientos técnicos que se deben tener para operar el sistema.*

*Entre los beneficios esperados se encuentra la reducción de gases de efecto invernadero por parte del área al cuál vamos a ir a ayudar, la generación limpia del biogás (que se podrá usar para la cocina o para generar electricidad), y la producción de biofertilizante, el cuál ayudará a mejorar la calidad del suelo.*

## Problema

*La problemática a atacar será la mala gestión de residuos orgánicos que hay en este tipos de zonas (granjas y zonas rurales), y la contaminación que ésta termina por generar.*

## Análisis del entorno y estado de la técnica

### *Concepto de Biogás*

*El biogás es un gas combustible que se obtiene a partir de la descomposición de materia orgánica gracias a ciertos microorganismos; siendo estos microorganismos las bacterias metanogénicas. Grupo bacteriano el cual vive en medio estrictamente anaerobios, que produce elevadas cantidades de metano como consecuencia de su metabolismo energético.*

*El biogás, a su vez, es una fuente de energía renovable que se compone principalmente de metano y dióxido de carbono, aunque también contiene otros gases como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y sulfuro de hidrógeno.*

*Algunos de los puntos de dónde se puede obtener el biogás son:*

- *Residuos ganaderos.*
- *Residuos agroindustriales.*
- *Lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR).*
- *Fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU).*
- *Residuos domésticos, como mondas de fruta y posos de café.*

## PH

Empezando por el procedimiento, así como las bases del proyecto, Ávila Medina, J. (2012) nos da un buen inicio, siendo que en su investigación se llegó a la conclusión de que el máximo en cuanto a generación de metano siendo la materia prima de la generación el estiércol bovino se alcanza cuando se tiene una relación de 1:2 de agua y materia fecal, siendo que por cada unidad de estiércol se tienen que agregar dos de agua (p. 41). Esta referencia fue obtenida al colocar 0.198 gr de estiércol y 320 ml de agua en un Kitasato a una media de 37°C por 48 horas, lo que terminó por generar 4.3 gr de volumen de gas generado con un pH de 7.6, lo que estaría dentro del pH ideal para la producción de gas metano, que sería entre las 6.5 y 7.7 unidades (Orobio, Lozada, Marmolejo, Cárdenas, Vázquez, Torres-López, Ordóñez-Andrade, 2014, p. 558).

## Ventajas del biogás

De forma general de acuerdo con Planeta-Tierra.com (2019) el biogás al ser una fuente de energía no contaminante y sin carbono, es posible usar dicha fuente en distintos ámbitos, aunque se ha atrasado ante la competencia llamada combustibles fósiles debido a su impacto económico.

Pero a pesar de eso no hay que olvidar sus ventajas y lo que nos puede ayudar en un futuro debido a lo pronosticado en cuanto a energías para todo el mundo.

Todo esto nos trae lo siguiente:

Debemos recalcar nuevamente que parte de su producción es amigable con nuestro entorno debido a que los recursos que necesita no son finitos.

Así mismo no contamina como su competencia debido a su carencia de oxígeno; por consecuencia, no se necesita de una combustión. En palabras de Planeta-Tierra.com (2019) "La ausencia de combustión significa que la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera es nula. Sin embargo, el dióxido de carbono se produce en el proceso de descomposición biológica (digestión anaeróbica), así como en el curso de la utilización del biogás. La diferencia es que el dióxido de carbono producido es mucho menor que el producido por los combustibles fósiles. De hecho, la cantidad de dióxido de carbono producido al utilizar el biogás es igual a la cantidad necesaria para que las plantas crezcan. Esto, de alguna manera, equilibra el dióxido de carbono en la atmósfera".

Entre otras cosas esta fuente de igual forma le lleva una ventaja en comparación con paneles solares u otro tipo de sistemas debido a que no necesita de condiciones las cuales el ser humano no pueda controlar, así como la irradiación o radiación solar incluso de las corrientes de aire necesarias para los parques eólicos.

Finalmente, una de las cosas que se hemos de considerar y tener conciencia de ellos es que los gastos de este tipo de sistemas pueden ser bajos dependiendo del tipo de sistemas que quieras usar ya que existen varias formas de llevar a cabo este proceso y siempre se usarán recursos bajos en costo como los desechos de animales o de comida orgánica.

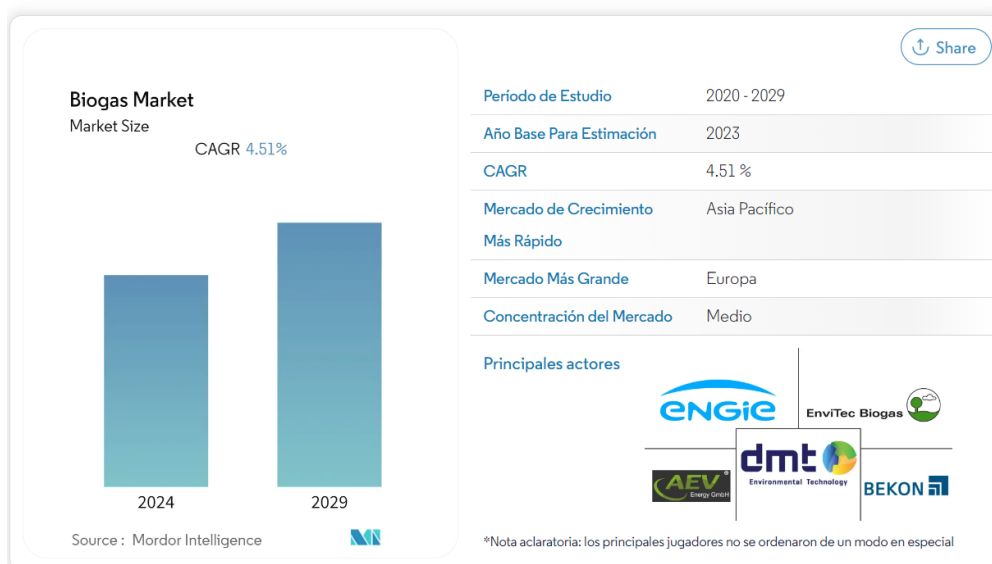
## Biogás a futuro.

En cuanto al biogás claramente existen muchas opiniones respecto a cómo se utilizará con el paso del tiempo debido al inminente cambio climático, debido a eso, en el siguiente apartado se presentará alguna información de cómo ha sido el desarrollo de este tipo de fuente.

Con eso aclarado el Dr. Xavier Flotats (2022) recopiló los siguientes datos en el país España "El biogás producido, con un potencial disponible estimado de energía primaria en España de 2,3 millones de toneladas equivalentes de petróleo al año, es un combustible renovable y flexible, capaz de cubrir demandas de calor, electricidad y combustible vehicular. Su enriquecimiento (upgrading) a biometano e inyección a la red de gas natural favorece su uso donde y cuando la eficiencia de transformación sea más elevada".

De igual forma la página web Mordorintelligence.com recopiló la siguiente información a futuro

## Tamaño del mercado de biogás



Se espera que el tamaño del mercado de biogás crezca de 23,86 gigavatios (GW) a finales del próximo año a 29,75 GW después de cinco años, a una tasa compuesta anual del 4,51% durante el período previsto.

A largo plazo, se espera que las políticas y regulaciones gubernamentales de apoyo y la diversificación de áreas de aplicaciones impulsen el crecimiento del mercado estudiado.

Por otro lado, se espera que la creciente competencia de fuentes alternativas de energía renovable obstaculice el crecimiento del biogás durante el período previsto.

Sin embargo, los avances tecnológicos y las innovaciones en la industria del biogás probablemente crearán oportunidades de crecimiento lucrativas para el mercado en el período previsto.

Es probable que la región de Europa domine el mercado durante el período de previsión. Este crecimiento se atribuye al aumento de las inversiones, junto con la adopción de la generación de energía y calor en los países de esta región, incluidos Alemania, el Reino Unido e Italia.

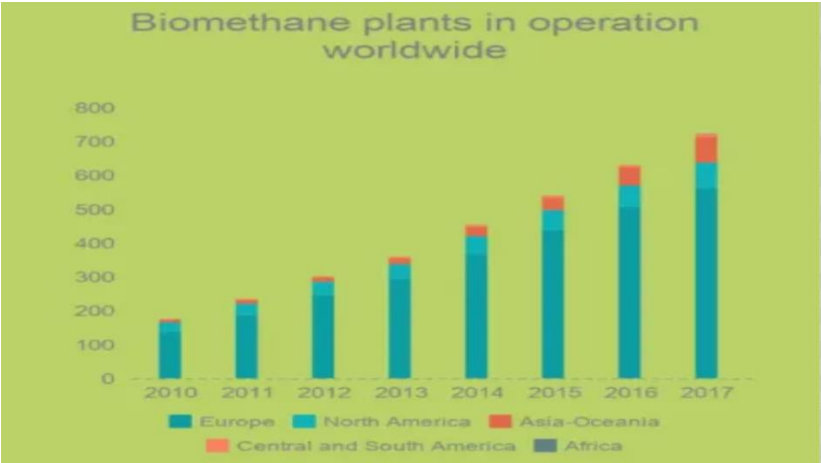
## Producción Global.

La producción de biogás a nivel global, y especialmente en Europa, se encuentra en crecimiento gracias a políticas favorables, inversiones en infraestructura y avances tecnológicos. En países como Alemania, el biogás aprovecha residuos orgánicos, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero y minimizando desechos. Con una diversificación de fuentes (como subproductos agrícolas e industriales) y mejoras tecnológicas, el biogás se proyecta como una pieza clave en la transición hacia energías renovables sostenibles (BrandSolar Energy, 2023).

En el ámbito tecnológico, los avances en digestión anaeróbica han aumentado la eficiencia en la conversión de residuos orgánicos en biogás, y la diversificación de fuentes (como subproductos agrícolas e industriales) ha hecho más estable el suministro de este recurso. Esta diversificación permite una producción más robusta y adaptable, aprovechando múltiples materias primas y reduciendo la dependencia de una sola fuente.

Algunos otros puntos para tener en cuenta son (RETEMA, 2024).

- La producción global total de biogás y biometano es de aprox. 400 TWh, o aprox. el 1% de la producción global total de gas natural. Más de la mitad de esta producción se concentra en unos pocos países de Europa, con un 25% más en China.
- Si bien el potencial de producción de biogás podría reemplazar alrededor del 20% de la demanda mundial actual de gas natural, según la AIE, la producción actual es 20 veces inferior.
- Existe un interés mucho mayor entre los responsables de la formulación de políticas en el hidrógeno con bajo contenido de carbono en lugar del biometano. Sin embargo, los niveles actuales de producción (mucho más biogás) y los costos relativos del biometano y el hidrógeno sugieren que es importante elevar el biometano en la agenda política a corto plazo.



### Normativas mundiales

Uno de los marcos reguladores actualmente presentes y que más influyen en el desarrollo es el Compromiso Mundial del Metano, presentado en la COP26 por parte de la UE y EUA, así como firmado por más de 150 países que se comprometen a reducir para 2030 las emisiones de metano en un 30%, respecto a los niveles de 2020 (genia, 2024).

Citando a Genia (2024) “Representa un compromiso que implica la captura y el reciclaje de los 150.000 millones de toneladas de residuos orgánicos generados cada año para convertirlos en biogás, biofertilizantes y otros subproductos de valor añadido, alcanzando así cerca del 50% del Compromiso. Todo un reto, sabiendo que en la actualidad tan solo se recicla el 2% de estos residuos”.

Igualmente se incluyen puntos que se debe tener a la hora de construir/manejar un biodigestor. Algunas de estas son la inclusión de ciertas medidas en el diseño, como lo es la incorporación de una chimenea y relleno sanitario.

### Producción y uso de biogás en México.

Considerando las actividades económicas y los recursos del país, la generación de bioenergía presenta un significativo potencial de aprovechamiento y desafíos relevantes en lo que respecta a la gestión ambiental sostenible. Según el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE), se cuenta con un potencial comprobado y probable de 436.8 MW y una producción anual de 2,141.3 GWh en 2022

Tecnologías o enfoques sistémicos	Grado de madurez	Tendencia de desarrollo	Costo de la tecnología		Nivel de uso de la tecnología	
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Estufas eficientes y ahorradoras de leña	Alto	Rápida	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Secado de biomasa y Torrefacción	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Biodigestores para el aprovechamiento de biogás	Alto	Rápida	Medio	Medio	Bajo	Alto
Biocombustibles sólidos: Pellets	Alto	Rápida	Medio	Medio	Nulo	Alto
Gasificación para producir hidrógeno	Bajo	Moderada	Alto	Alto	Nulo	Bajo
Biocombustibles de primera y segunda generación	Alto	Rápida	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Biocombustibles avanzados	Alto	Rápida	Alto	Alto	Nulo	Medio

En 2022, la bioenergía constituyó el 0.63 % de la generación de energía total en el país, alcanzando un total de 2,141.3 GWh. El total fue un incremento del 34 % en comparación con la producción de bioenergéticos de 2021. La Estrategia incluye 14 líneas de acción dirigidas al ahorro y a un uso eficiente de la energía en el sector de la bioenergía. Al finalizar la revisión anual, el GTRE determina que 4 de ellas necesitan ser actualizadas, con el fin de fomentar el crecimiento de cadenas de valor, incorporar la participación de biocombustibles en la matriz energética, y analizar el aprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la producción de energía.

*De igual manera México cuenta con el programa institucional 2020-2024, que es parte del Fideicomiso de Riesgo Compartido, que promueve investigaciones y proyectos de biodigestión que su fuente primaria de alimentación sean las excretas del ganado y los residuos de la industria pesquera para la producción de biogás destinado a los pequeños y medianos productores de los diversos sectores alimenticios del país.*

## **Normativas en México**

*Algunos de los puntos que se requieren a nivel nacional sobre la generación del biogás son:*

*NOM-001-SECRE-2010 - Establece las cantidades permitidas de cada componente del gas natural, como el metano, el oxígeno, el bióxido de carbono, el nitrógeno y el etano.*

*NOM-002-SECRE-2010 - Establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción e instalación de instalaciones de aprovechamiento de gas natural.*

*Igualmente, SEMARNAT (2021) incluye algunas especificaciones técnicas a la hora de construirse/diseñarse el dispositivo (biodigestor). Estas van desde el sistema de Tuberías, el sistema de Agitación y la colocación puntos de muestreo.*

## **Idea del proyecto**

*La idea del proyecto es construir un biodigestor en la comunidad de Dzidzantún, Yucatán, para transformar los residuos orgánicos locales en biogás y fertilizante natural. Este sistema aprovechará la descomposición anaeróbica de desechos (estiércol en específico), generando una fuente de energía renovable (biogás) y un subproducto útil para la agricultura (biofertilizante). Con el biodigestor se busca abordar problemas como la acumulación de residuos y la dependencia de energía y fertilizantes convencionales, promoviendo así un modelo sostenible y de economía circular en la región.*

*El diseño del biodigestor está contemplado para utilizar residuos de granjas y mercados locales.*

*El biogás producido podrá ser empleado para cocinar y generar electricidad con ayuda de un biogenerador, lo que ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles y costos energéticos. Por otro lado, el fertilizante orgánico (resultado secundario que se espera obtener) del proceso puede enriquecer el suelo agrícola local, mejorando la productividad sin recurrir a productos químicos costosos.*

## **Objetivos**

### **Objetivos generales**

*Desarrollar un biodigestor funcional en la granja San José ubicada en Dzidzantún, capaz de generar biogás a partir de heces de vacas y cerdos en un plazo de cuatro meses. Este proyecto tiene como meta reducir los costos de energía en la granja y promover prácticas sostenibles de gestión de residuos.*

### **Objetivo específico**

- *Diseño y Construcción: Diseñar y construir el biodigestor en un período de tres meses, utilizando materiales sostenibles y de bajo costo para asegurar su eficiencia y durabilidad en el entorno de la granja San José.*
- *Control de Producción: Instalar un medidor de biogás al inicio del cuarto mes de operación, para llevar un control exacto de la cantidad producida. Esto permitirá que los estudiantes analicen el rendimiento y realicen ajustes en tiempo real para cumplir con los objetivos de eficiencia energética.*
- *Monitoreo Semanal: Monitorear y registrar semanalmente la producción de biogás del biodigestor durante los primeros cuatro meses de operación. Evaluar tanto el volumen como la calidad del biogás producido para realizar ajustes en el proceso y asegurar un rendimiento óptimo que cumpla con la meta de reducción de costos de energía para la granja San José.*

## Organización del equipo

<i>Nombre</i>	<i>Roles</i>	<i>¿Qué hace?</i>
<i>Jairo Silva</i>	<i>Investigador/Trabajador de Campo</i>	<i>Recopila información acerca del marco teórico/se verá involucrado en el diseño, la construcción y cotización del biodigestor</i>
<i>Aurelio Escobar</i>	<i>Intermediario/Investigador/Trabajador de Campo</i>	<i>Recopila información acerca del marco teórico/Será aquel que dialogue con los responsables del rancho al cuál se irá/Se verá involucrado en la construcción, cotización y diseño de biodigestor.</i>
<i>Iván Pérez</i>	<i>Investigador/Trabajador de campo</i>	<i>Recopila información acerca del marco teórico/se verá involucrado en el diseño y la construcción del biodigestor</i>
<i>Edgar Zapata</i>	<i>Investigador/Trabajador de campo</i>	<i>Recopila información acerca del marco teórico/se verá involucrado en el diseño y la construcción del biodigestor</i>
<i>Cesar Vázquez</i>	<i>Investigador/Trabajador de campo</i>	<i>Recopila información acerca del marco teórico/se verá involucrado en el diseño y la construcción del biodigestor</i>
<i>Álvaro Martínez</i>	<i>“Representante de rancho” /Consejero</i>	<i>Guiará al equipo en cuestiones de terreno y construcción, así como el manejo del material producido</i>

Actividades		Responsable	Tiempo estimado	Entregable	Plan								
No Etapa	Descripción	Iniciales	Horas	Documento-Archivo-Multimedia	31-oct	07-nov	13-nov	23-24 nov	30-nov/1-dic	7-8 dic	14-15 dic	21-22 dic	
1	Finalización de teada a tierra del plan de proyecto	AEC, JESM	2	Documento									
	Traida a tierra del plan de proyecto con miembro del rancho	AEC, JESM	2										
	Planeación de cronograma	AEC, JESM	3										
2	- Primera visita a la granja.	AEC, JESM	15	Fotos									
	- Inicio del proceso de excavación.	AEC, JESM	10										
	- Finalización del proceso de excavación.	AEC, JESM	10										
3	- Compra de materiales necesarios.	Todos	20										
	- Creación de la estructura del biodigestor.	JESM, EJZR	15										
	- Instalación del sistema de almacenamiento.	AEC, SIPG	15										
4	- Implementación del biodigestor.	JESM, CEVM	10										
	- Negociaciones para adquirir la materia prima necesaria para el biodigestor.	JESM, CEVM	10										
Vacaciones DICIEMBRE/ENERO ** Si es posible, se intentará hacer funcionar el biodigestor. De lo contrario, se continuará en enero.**													
No Etapa	Descripción	Iniciales	Horas	Documento-Archivo-Multimedia	25-26 ene	8-9 feb	22-23 feb	15-16 marzo	29-30 marzo	12-13 abril	26-27 abril	10-11 mayo	
5	- Alimentación inicial del biodigestor.	AEC, EJZR	5	fotos									
	Seguimiento de Alimentación	JESM, SIPG	5										
		AEC, CEVM	5										
		JESM, EJZR	5										
		AEC, SIPG	5										
	- Finalización parcial de la alimentación del biodigestor.	JESM, CEVM	5										
6	- Estudios sobre lo recaudado en el biodigestor.	Todos	10	Fotos - Documento									
	- Conclusión de los estudios realizados y evaluación del impacto en la granja.	Todos	10										

INICIALES DE INTEGRANTES	
JESM	Jairo Emilio Silva Miranda
AEC	Aurelio Escobar Contreras
SIPG	Solrac Ivan Perez Gonzalez
EJZR	Edgar José zapata rivero
CEVM	César Eduardo Vargas Montejo
ANSM	Alvaro Noguib Simón Martinez

## Referencias:

- Admin. (2019b, diciembre 23). » *Las ventajas y desventajas del biogás – Planeta-Tierra*. Planeta-Tierra. <https://planeta-tierra.info/energia-verde/las-ventajas-y-desventajas-del-biogas/>
- El biogás. Actualidad y perspectivas de un gas renovable - Fundación Naturgy*. (2022, 6 abril). Fundación Naturgy. <https://www.fundacionnaturgy.org/publicacion/articulo-el-biogas-actualidad-y-perspectivas-de-un-gas-renovable/>
- Biogás Volumen del mercado | Mordor Intelligence*. (s. f.). <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/biogas-market>
- S, N. (S.F.) “*Realidad, Impacto y Oportunidades de los Biocombustibles en Guatemala (Sector Productivo)*” Biogás. <https://www.oas.org/dsd/Energy/Documents/SimposioG/3%20Panel%20I%20Biogas.pdf>
- ACUERDO por el que se aprueba y publica la actualización de la estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. (2024). En Diario Oficial de la Federación. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5714865&fecha=23/01/2024#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5714865&fecha=23/01/2024#gsc.tab=0)
- S, N. (2024) *Un Marco Regulator para el desarrollo seguro del biogás*. GeniaBioenergy. [https://geniabioenergy.com/marco-regulador-para-desarrollo-del-biogas/#:~:text=Durante%20la%20COP26%20de%20Glasgow,Digestión%20Anaerobia%20\(ADCS%20International\).](https://geniabioenergy.com/marco-regulador-para-desarrollo-del-biogas/#:~:text=Durante%20la%20COP26%20de%20Glasgow,Digestión%20Anaerobia%20(ADCS%20International).)
- S, N. (2010) *Especificaciones Técnicas para el Diseño y Construcción de Biodigestores en México*. SEMARNAT. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001057.pdf>