



UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A. C.
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS
ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA PARA LAS FAMILIAS DE LA COLONIA
GUAYABAL EN MINATITLÁN, VERACRUZ.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

MARIANA MIRÓN MARTÍNEZ.

ASESORA DE TESIS:

ING. SUSANA ELVIRA GONZÁLEZ CARRASCO

COATZACOALCOS, VER.

JULIO DEL 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TÍTULO:

Propuesta de producción de biogás a partir de residuos orgánicos como alternativa para las familias de la colonia guayabal en Minatitlán, Veracruz.

HIPÓTESIS

Una nueva alternativa de energía renovable “Biogás” a menor costo, podrá sustituir el uso del gas metano.

JUSTIFICACIÓN

Una de las necesidades más apremiantes de la sociedad es lograr reducir los desechos generados y que afectan en gran medida nuestra calidad de vida. De toda la basura generada día con día el 52.4% de los RSU (residuos sólidos urbanos) en el hogar son desechos orgánicos. (SEMARNAT, 2015)

En Veracruz actualmente existen biodigestores en las zonas ganaderas que son capaces de generar distintos tipos de energía a partir de excremento de animales sin embargo por su tamaño y su tipo de alimentación serían imposibles de implementar en hogares urbanos del estado.

Con esta propuesta se busca proponer un biodigestor que se pueda instalar, mantener y alimentar por los mismos usuarios, de tamaño considerable y que así mismo sea capaz de generar biogás y biofertilizante sin ocasionarles dificultades a los consumidores.

El generar biogás es también una alternativa para que los desechos orgánicos no sean tirados a cielo abierto produciendo así una mejora al municipio al no generar daños al aire, suelo y agua por los gases generados a partir de estos.

Esta proposición pretende cambiar la manera de ver a los desechos generados en los hogares, en lugar de percibirse como basura que no puede ser utilizable que se logre distinguir como una materia prima sencilla y muy benéfica siendo de gran utilidad al proveer de un servicio que es básico, así, de tomarse en cuenta y considerar su implementación se podrían obtener importantes beneficios tanto económicos como sociales.

Un punto importante de esta propuesta es tratar de aprovechar los desechos orgánicos para generar una mejoría en la economía de los usuarios, al producir una energía renovable, limpia y fácil de implementar en los hogares la cual no requiera más que residuos que no generan gastos adicionales a las familias.

Cabe mencionar que fomenta a la educación de una nueva cultura de consumo al tener que optar por alimentos más saludables para poder generar su gas y también el involucrarse en el proceso de generación, al ser ellos mismos quienes lo produzcan beneficiándolos directamente e indirectamente al entorno en el que se encuentren e incentivando a producir menos residuos y no ocasionar más daños al medio ambiente.

Económicamente la obtención del biodigestor que genera esta propuesta resulta más benéfico ya que su inversión es solo al principio y anualmente se aplica un mantenimiento sencillo para proporcionar un tiempo de vida de 8 a 10 años los cual genera menos gasto en comparación a la compra del gas doméstico.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Existencia de desaprovechamiento de los desechos orgánicos en los hogares medianos y pequeños de la colonia Guayabal en Minatitlán, Veracruz.

OBJETIVO GENERAL

Proponer un biodigestor básico de instalar en los hogares el cual permite aprovechar los desechos orgánicos de las familias, así como generar menos gastos en la obtención del gas para cocinar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorear el interés de la población hacia la obtención del biodigestor.
- Seleccionar el tipo de biodigestor a utilizar
- Diseñar un nuevo biodigestor conforme a las necesidades de la población.
- Proyectar el funcionamiento del biodigestor propuesto.
- Exponer el costo beneficio de la implementación de nuestra propuesta.

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I ESQUEMA DE FUNDAMENTOS	
1. Situación actual de la colonia Guayabal de Minatitlán, Veracruz	3
2. Energías renovables	7
2.1 Dependencia del gas LP en nuestra sociedad	10
2.2 Origen del biodigestor e implementaciones actuales.	12
3. Normatividades	15
CAPITULO II INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA	
4. Planteamiento del problema	19
5. Tipos de biodigestores	23
6. Selección de biodigestor	28
7. Diseño y funcionamiento de la propuesta	30
CAPITULO III COSTOS	
8. Costo beneficio	39
9. Ventajas y desventajas del biodigestor diseñado	42
CONCLUSIÓN	44
BIBLIOGRAFÍA	45
GLOSARIO	47
ANEXOS	50

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años los seres humanos hemos generado diferentes tipos de recursos a través de los cuales se busca satisfacer nuestras necesidades, sin embargo al intentar satisfacerlas hemos generado daños al medio ambiente ya que en la mayoría de los casos solo consumimos sin ningún sentido de responsabilidad.

Tal es el caso de los residuos en los hogares los cuales son tirados sin darle alguna utilidad así como son desaprovechadas distintas alternativas que no solo pueden ayudarnos a combatir el exceso de residuos sino que también pueden ser una opción que ayude económicamente a las familias y a los usuarios en general.

Dichas alternativas son las denominadas energías renovables, las cuales tienen como característica que son naturales e inagotables y que sobre todo tenemos al alcance tales como la energía solar, la energía de la biomasa o el biogás que genera gas metano.

Uno de los propósitos generales es buscar crear un recurso como lo es el gas metano el cual resulta tan indispensable en los hogares para cocinar a partir de los desechos generados en el hogar.

Es importante fomentar la conciencia de la ciudadanía por el futuro energético de México, a través de la propuesta de una implementación de biodigestores sencillos mediante los cuales no solo serán capaces de generar su propio recurso a través de algo tan cotidiano como lo es el desperdicio de comidas sino que también podrán hacerlo sin invertir elevados costos al mes en el gas doméstico que utilizan.

Son muchos los beneficios que se pueden reflejar a partir de la implementación de las energías renovables en un hogar así como también en una sociedad.

CAPITULO I

ESQUEMA DE FUNDAMENTOS

1.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA COLONIA GUAYABAL EN MINATITLÁN, VERACRUZ.

La primera referencia histórica que se tiene de Minatitlán fue incluida en la Relación Geográfica de 1580, elaborada por Suero de Cangas y Quiñones, consignada en el plano elaborado por un Marino llamado Stroza Gali, de esa fecha en el margen izquierdo del Río Coatzacoalcos refiere la existencia de tres poblados Tlacotenco ahora Tacoteo, Tilzapopan y Tarcojalpan.

Tiempo despues en el plano elaborado por Diego Panis en 1774, se hace referencia de poblamiento en lo que hoy es Minatitlán, se consigna una población con el nombre de “La Fabrica”, debido a la instalación de un aserradero que los Españoles hicieron entre los años 1750 y 1780, para la construcción de embarcaciones , ya que la región era vasta.

Posteriormente, en honor a Don Francisco Javier Mina , Ortiz de ayala denomina al Paso de La Fábrica primero como “Minapólis” , para que finalmente la legislatura del Estado la llame Minatitlán.

El 18 de Octubre de 1863 , fuerzas nacionales republicanas derrotan a los franceses en el arroyo de Totoapan, en esta batalla participaron habitantes de la región; sería hasta el 22 de Marzo de 1864, cuando los franceses se retiran de Minatitlán.

Para el año 1900 se inician las exploraciones petroleras en Minatitlán y norte del Istmo de Tehuantepec, por la compañía Pearson and Son limited, fue hasta 1902 cuando en las inmediaciones de San Cristóbal el municipio de Minatitlán, cuando brota el primer pozo petrolero del sur de Veracruz y norte del Istmo de Tehuantepec.

Don Teodoro A. Dehesa, Gobernador del Estado de Veracruz, decreta que la Villa de Minatitlán sea elevada a rango de Ciudad, decreto que sería leído el 15 de Septiembre de 1910.

En la actualidad la ciudad de Minatitlán es la sexta ciudad en el estado de Veracruz con mayor importancia ya que en ella se establece la mayor refinería de PEMEX “Refinería General Lázaro Cardenas del Río” primera y mas grande en Latinoamerica hasta el año 2004, cabe mencionar que por ser una de las ciudades 100% petroleras no se cuenta con ninguna energía alternativa debido a que el petróleo es su principal fuente de energía, sin embargo resulta ser contraproducente ya que los ríos y suelos estan siendo notoriamente contaminados debido al exceso de los hidrocarburos como principal fuente de energía y al deficit de atención que se presta al tratamiento de estos cuando ya no son utilizados.

En la ciudad de Minatitlán los desechos son depositados en el basurero de “Las matas” el cual actualmente cuenta con 13 metros de altura a causa de los residuos que ahí son depositados.

Es necesario no solo promover energías alternativas que sean mas puras y sustentables si no tambien lograr con ellas una reducción en el consumo de desechos por la población.

Minatitlán cuenta con 219 colonia registradas, entre ellas se encuentra la colonia Guayabal.

La colonia Guayabal es una de las colonias más antiguas en la ciudad de Minatitlán por lo cual se decidió implementar en esta colonia la propuesta de un biodigestor hecho especialmente para el hogar.

Es importante verificar el interés de las personas para comenzar la propuesta, por lo cual se realiza una encuesta para observar el consumo de gas doméstico, la falta de aprovechamiento de los residuos y el interés de la población por probar una energía renovable.

Para elegir a nuestra población se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Familias nucleares promedio (de 1 a 4 personas).

En Minatitlán viven 151,892 personas en hogares familiares, de esta cantidad las familias que tienen viviendas propias son 43,391 a partir de este número tenemos a las familias con casas propias que su número de integrantes varía de 1 a 4 ocupantes siendo un total de 31607 personas.¹

A partir de esta información se procederá a realizar un estimado representativo de la muestra poblacional.

$$N = 31607$$

$$K = 1.96$$

$$e = 8\%$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

La población total obtenida fue de 31607 personas, nuestro nivel de confianza es de 95% con un supuesto margen de error de 8%.

$$n = \frac{(K^2)(p)(q)(N)}{(e^2(N-1)) + (K^2)(p)(q)} = \frac{(1.96^2)(0.5)(0.5)(31607)}{(8^2(31607-1)) + (1.96^2)(0.5)(0.5)} = 150$$

$$n = 150$$

Como resultado obtenemos que el número representativo de nuestra población principal es de 150 personas.

¹ (INEGI, 2015)

La herramienta a utilizar para determinar el interés de nuestra población es mediante encuestas, ya que esta nos permite estandarizar las preguntas y obtener una igualdad de condiciones evitando opiniones sesgadas que puedan influir en el resultado de la investigación.

Interés de la población.

A través del análisis de las respuestas a los cuestionamientos realizados en las encuestas² se puede estimar que la mayor parte de las personas encuestadas invierten entre \$300.00 a \$400.00 y compran un aproximado de 15 kilos de gas doméstico al mes.

También se observa que existe un desaprovechamiento de los residuos orgánicos de los hogares debido a que el 64% de los encuestados tira sus desechos a la basura. Se pudo analizar también que a veces los encuestados realizan acciones para cuidar el medio ambiente.

En conclusión se consiguieron respuestas favorables para continuar con la investigación ya que si hay un desaprovechamiento de los residuos orgánicos y principalmente si existe un interés por parte de la población a la que va enfocada la propuesta, ya que el 88% de los encuestados si estarían dispuestos a adquirir un equipo que sea capaz de transformar sus desechos orgánicos en gas doméstico y, así mismo, estarían dispuestos a invertir en su obtención, por lo que con esto se consigue un interés hacia las energías renovables por parte de la comunidad y con esto lograr un acercamiento para disminuir costos utilizando biomasa generada por la misma comunidad.

² Los resultados de las encuestas realizadas se encuentran en los anexos.

2.- ENERGÍAS RENOVABLES

El origen de las energías renovables datan de hace muchos años atrás puesto que el hombre desde los inicios de su humanidad hizo uso de las energías para ayudarse en el desarrollo de su bienestar. La primera fuente de energía fue el Sol, a la que se fue añadiendo la biomasa, la energía hidráulica, la fuerza del viento, el carbón, luego el petróleo y la electricidad, más tarde llegó la energía nuclear y el gas natural, y más recientemente las energías renovables, tales como los biocombustibles y otras energías alternativas y renovables.

A partir de un consumo acelerado vivido en los siglos XIX Y XX se han buscado otras fuentes de energía para lograr cubrir la demanda creciente que se produjo en todo ese tiempo, especialmente a partir de la Revolución Industrial.

El despegue industrial y empleo masivo de energías comenzó con la llamada Revolución Industrial que se inicio a mediados del siglo XVIII . Este periodo se divide en dos épocas:

- Primera revolución industrial. (1760-1870), que se inicia con la llegada a la industria y de la máquina de vapor.
- Segunda revolución industrial (1870 hasta 1914), periodo de desarrollo de la energía eléctrica como los motores eléctricos y alumbrado, así como el inicio de los automóviles como medio de transporte.³

Todos los niveles de nuestra sociedad desde el hogar, los servicios públicos, las industrias y el sector terciario necesitan de energía para poder funcionar, pero a pesar de ser una fuente fácil y las mas común por que logra satisfacer a todos estos sectores su uso descontrolado a tenido consecuencias

³ (Viloria, Energías renovables: lo que hay que saber, 2012)

en nuestro medio, no solo por que algunas de estas energías causan grandes contaminaciones en nuestro medio, como lo es el combustible fósil, si no por la exagerada demanda de estos y la falta de obtención de los mismos en algunos lugares.

Por esta razón algunos países que, por ejemplo no tienen el suficiente petróleo para abastecerse de sus beneficios se vieron obligados a encontrar alternativas que si tuvieran y que satisficiera su demanda energética.

Es así como surgen las energías renovables que cabe mencionar algunas ya existían y otras tantas se descubrieron a base de investigaciones en lugares donde la necesidad apremiaba.

Dichas energías son fuentes limpias, inagotables y competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, sobre todo cabe destacar que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja forma de su sostenidad, mientras que los costes de los combustibles fósiles es la opuesta.

Entre las energías renovables encontramos:

- Energía eólica : Obtenida del viento.
- Energía solar: Obtenida de los rayos solares que entran a la Tierra, entre las principales encontramos la solar fotovoltaica y la solar térmica.
- Energía hidráulica o hidroeléctrica: Obtenida de la fuerza de la corriente de los ríos.

Entre las energías renovables que se descubrieron a partir de diversas tecnologías encontramos:

- Biodiesel: Combustible orgánico para automóviles, obtenido a través de aceites vegetales.

- Biomasa y Biogás: Energía extraída a partir de materia orgánica.

Estos tres últimos son los denominados biocarburantes de origen renovable y que se pueden utilizar como alternativa de los gasóleos y gasolinas.

Tenemos dos biocarburantes líquidos (bioetanol y biodiesel) y uno gaseoso (biogás).

Se puede decir que estos son un subproducto que se pueden obtener de ciertos tipos de biomasa, es por ello que son combustibles ecológicos y sostenibles cuyo uso contribuye a la reducción de los gases de efecto invernadero y por otro lado disminuyen la dependencia del petróleo aumentando la seguridad de abastecimiento energético y crean economía en el medio rural.⁴

Algunos de ellos no solo producirían beneficios para zonas rurales como es el caso del biogás, sino que también podrían producir grandes cambios en el sector urbano en donde más dependencia se tiene por el gas licuado de petróleo.

La importancia de las energías renovables actualmente han girado en torno a reeditar mas eficientemente a menor costo, no es un hecho de moda, sino un actual necesidad para el ser humano.

⁴ (Velasco, 2009)

2.1.- DEPENDENCIA DEL GAS LP EN NUESTRA SOCIEDAD.

Desde tiempo atrás la sociedad busco formas de poder facilitar su forma de poder alimentarse, empezaron a cocinar a partir de leña, luego de carbón hasta lograr sustituirlo gas, sin embargo hoy en día existen distintos tipos de gases que pueden utilizarse para cocinar.

Se utilizan tres tipos de gases para cocinar hoy en día , uno de ellos es el gas natural.

El gas natural es uno de los combustibles menos utilizados en México. Es uno de los gases licuados de petróleo que está formado por una mezcla donde el metano supone el 70% de los gases.

Este tipo de gas el cuál produce la degradación de la materia orgánica se crea en la reservas subterráneas ubicadas cerca de los depósitos de petróleo y se distribuye a través de los consumidores por una red de gaseoductos administrada por la fuente que lo distribuya, en México el encargado de distribuir los gases de licuado de petróleo es PEMEX.

Para poder utilizar este hidrocarburo, se requiere que exista la infraestructura necesaria en cuestión de distribución. Los altos costos de inversión inicial hacen que no sea rentable ofrecerlo en todos los mercados, ya que el precio sería demasiado alto en algunas zonas. Por ello, el gas natural se estima que se encuentre parcialmente disponible en 16 entidades de la República Mexicana.⁵

El propano es un tipo de gas que se extrae en el proceso de refinación del petróleo crudo y contiene cerca del 5% de propano.

Dicho gas funciona como fuente principal en las zonas rurales que no tienen acceso al gas natural, a pesar de ser el más caro de los tres gases que se mencionan en este capítulo resulta ser el más conveniente para esas zonas

⁵ (PROFECO, 2012)

ya que está hecho para funcionar a gran escala por lo que abastece a comunidades pequeñas.

El gas butano es un tipo de gas altamente inflamable que está compuesto principalmente por butano normal sin embargo este tipo de gas requiere una instalación correcta y revisiones periódicas cada cinco años ya que suele más inflamable que los demás gases.⁶

Por último tenemos el gas más utilizado por la sociedad Mexicana por tener un precio accesible y fácil de instalar en los hogares, este es el gas licuado de petróleo, comúnmente llamado gas L.P es un hidrocarburo derivado del petróleo, siendo el más utilizado por más de 90 millones de mexicanos, desde Tijuana hasta Mérida, y su uso es doméstico, industrial, comercial y de carburación automotriz.

Dicho gas a pesar de ser producido en estado de vapor se comprime para transformarlo a estado líquido lo que hace que su transporte sea más sencillo desde las refinerías hasta las plantas de almacenamiento para distribución y de esta a los usuarios finales mediante auto-tanques (pipas) o recipientes portátiles (cilindros).⁷

A pesar de todos los gases que se utilizan para cocinar hay personas que prefieren optar por opciones que no impliquen hidrocarburos, como las cocinas eléctricas, sin embargo estas cocinas eléctricas tienen como desventaja que resultan ser aún más costosas de lo que sería comprar gases de licuado de petróleo.

Con todo esto resulta ser que en todas las opciones para cocinar una familia promedio tendría que gastar en la obtención del gas así como en el mantenimiento.

La planeación energética de un país no debe incluir únicamente sofisticados modelos de producción, si no que estos modelos deben

⁶ (Petroleos Mexicanos, 2015)

⁷ (Gas A. M., s.f.)

complementarse con estudios sobre el impacto de los precios en los consumidores donde se puedan medir los efectos, las necesidades y los alcances de las distintas opciones que se pueden adoptar y con esto evolucionar en dichas nuevas opciones para crear un mejor sistema de rendimiento económico.

Desde hace tiempos atrás existen prototipos capaces de ayudar al proceso natural de las energías renovables así como contenerlas y ayudar al uso de estas. En uno de esos prototipos encontramos a los biodigestores.

2.2.- Origen del biodigestor e implementaciones actuales.

Un biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia⁸ de las bacterias que ya habitan en estiércol o alimentos orgánicos para transformarlos en biogás y fertilizantes.⁹

En el siglo XVIII fue cuando se detectó la presencia del gas metano en la descomposición de algunas heces de animales y posteriormente en el siglo XIX se realizaron experimentos aislados dirigidos por L. Pasteur demostraron la factibilidad de aprovechar la capacidad de combustión de metano con fines energéticos.

En varias ciudades de Europa y Estados Unidos se instalaron plantas para el tratamiento de aguas negras en donde los sedimentos de alcantarillado eran sometidos a digestión anaeróbica. El gas que surgió de dicho tratamiento fue utilizado para generar el alumbrado público o como parte del combustible necesario para operar la planta.

A partir de la Segunda Guerra mundial, la crisis de combustibles hizo que las investigaciones en esta área aumentaran, forzando el desarrollo de plantas para la obtención de biogás en el medio rural debido a la escasez de combustibles fósiles como el petróleo.

⁸ (Viloria, Energías renovables: lo que hay que saber, 2012)

⁹ (Herrero, 2008)

Durante la década de 1950 en Asia y particularmente en la India se desarrollaron modelos simples de cámaras de fermentación más conocidos como biodigestores para la producción de biogás y bioabono apropiados para hogares de campo ya que eran alimentados con estiércol de animales y desechos vegetales. En China, India y Sudáfrica, debido a la escasez de recursos económicos estos métodos fueron difundiendo y desarrollándose de tal manera que hoy en la actualidad estos países cuentan con más de 30 millones de biodigestores funcionando, además desarrollaron técnicas de generación gaseosa a pequeña y gran escala.

En distintos países se han abierto ya plantas que generan la mayor cantidad de su consumo energético, por lo general son países que no tienen mucho acceso al ámbito de los hidrocarburos, sin embargo hay países como México que también cuenta con biodigestores en funcionamiento.

La Secretaría de Energía SENER considera que existe un potencial de 3,000 MW para generación de energía eléctrica con biogás proveniente de la recuperación y aprovechamiento del metano a partir de residuos animales, residuos sólidos urbanos (RSU) y tratamiento de aguas negras¹⁰

En 2010 existían en México, 721 biodigestores, de los cuales 367 en operación y 354 en construcción¹¹. De éstos, 563 biodigestores son financiados bajo el esquema del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), 154 con apoyo del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y 4 biodigestores a través de la Iniciativa Metano a Mercados.

El 8% de las granjas piscícolas cuentan con biodigestores, de los cuales el 20% dispone de moto generadores con 70% en funcionamiento.

Una de las experiencias más importantes en México es la de Bioenergía de Nuevo León, la primera a nivel nacional. La planta fue diseñada de manera modular para permitir futuras adiciones de capacidad.

¹⁰ (Secretaría de Energía, 2010)

¹¹ (Red Mexicana de Bioenergía, 2011)

Han sido grandes avances de implementación en México, sin embargo la mayoría de los casos implementados en México es para zonas que cuentan con ganado o plantas diseñadas para abastecer grandes longitudes de terreno.

Al ser un país que en cierta forma no carece de hidrocarburos su sociedad esta acostumbrada a la obtención de gas a partir de hidrocarburos, sin embargo el uso de biogás en las ciudades de México no solo traería un beneficio para el medio ambiente si no tambien a la economía de las familias y del país .

Es momento de tomar en cuenta la eventualidad de que cada hogar pueda tener la posibilidad de crear biogás de manera sencilla y segura.

Hoy en día existen leyes en México que aunque son relativamente nuevas (puesto que no llevan mucho tiempo en acción) ayudan a regular y a mantener la producción de los distintos tipos de prototipos para que estos sean seguros y capaces de contener las energías ahí creadas.

3.- Normatividades

En México existen organismos que se encargan de establecer lineamientos y bases para el uso de biocarbueros, así como regular y fomentar a su vez su uso en México, dicho organismo esta conformado a su vez por 5 organizaciones sin fines de lucro en las que se encuentran la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaria de Energía (SENER), Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaria de Economía y la Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP) las cuales denominan a La Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de los Bioenergéticos.

Antes de 2008 México no tenia un marco juridico aplicable a los bioenergéticos, ni en general a las energías renovables.

En ese año se emitió la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos LPDB ¹² para promover la producción de insumos y materias primas, así como el transporte y la comercialización de bioenergéticos. La LPDB define bioenergéticos como “combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades agrícola, pecuaria, silvícola, acucultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticos, comerciales, industriales, de microorganismos y de enzimas , asi como sus derivados, producidos por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente”.

Desde el punto de vista de la SEMARNAT, es importante fomentar la utilización y desarrollo de los bioenergéticos considerando los criterios de sustentabilidad evitando:

- Impacto sobre la producción de alimentos.
- Cambios en el uso del suelo.
- Deforestación.
- Impactos sobre la biodiversidad biológica.

¹² (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2008)

- Impactos en la calidad del aire.
- Impactos en la calidad del agua.
- Impactos en el ambiente global.

Desde esta perspectiva es vital que se avance en el entendimiento de las consideraciones para la producción y uso de la bioenergía de forma sustentable. Por ello se han ido incluyendo criterios y lineamientos de sustentabilidad en la serie de herramientas que se han generado en el desarrollo y su utilización.

Así se cuenta con :

- La Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, publicada el 1 de Febrero del 2008 en el Diario Oficial de la Federación.
- El reglamento de dicha ley.
- La Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de Bioenergéticos, con la participación de la SENER , la SAGARPA y la SEMARNAT.
- La facultad de la SEMARNAT para “prevenir, controlar o evitar la contaminación de la atmósfera, suelos y sitios originada por las actividades de producción de insumos y de bioenergéticos, así como las descargas de contaminantes a los cuerpos de aguas nacionales que se generen por las mismas.”
- Todo un marco legal en materia de protección ambiental, con instrumentos como Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA), sus reglamentos y leyes, en materia como el desarrollo ecológico, el desarrollo rural sustentable, vida silvestre, bioseguridad y agua nacionales, así como Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas en materia ambiental.

- Procuraduría Federal de protección al Medio Ambiente la cual es la autoridad encargada de vigilar el cumplimiento del marco legal.

En Veracruz se tiene en función la LPDB la cual se combina con la Ley General del Equilibrio Ecológico, la de Protección al Ambiente, la de Desarrollo Sustentable y los tratados internacionales de los que México es signatario, en especial con el Convenio de Cambio Climático y con el Protocolo de Kyoto.

Esta ley esta incorporada no solo para incorporar al país a la modernidad y la globalidad, buscando no sólo producir y vender materia prima, sino que se otorgue valor agregado para tener subproductos que se puedan comercializar al exterior.

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN DE LA PROPUESTA

4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de que México no es uno de los países mas grandes o con mas población ya sea por la intensificación de la industrialización o por el incremento poblacional, en los ultimos años se ha visto una creciente demanda de bienes con patrones de consumo demandantes, llamada comúnmente basura, y bajo la norma NMX-AA-61-1985 llamada Residuos Sólidos Urbanos, RSU.¹³

A todos los residuos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques se les denomina RSU.

La gran cantidad de RSU es uno de los problemas actuales mas grandes en México, en donde se recolectan diariamente 53.1 millones de toneladas de basura, lo cual sería equivalente a que se generen 1.2 kilos de basura por persona.

El simple hecho de pensar en 53.1 millones de basura hace de esto una cuestión inimaginable y sin embargo real, todos estos desechos son vertidos cada año en rellenos sanitarios, basurales o vertederos. Si bien es verdad que de algún modo nos tenemos que deshacer de la basura tambien es un hecho que no se manejan estos depósitos como deberian, lo cual solo hace que el problema se oculte en lugar de que se erradique de alguna forma.

Todos estos desechos generan graves impactos ambientales y daños en la salud de las personas, sobre todo de aquellas que se encuentran viviendo cerca de los vertederos, basurales o sanitarios, además de graves impactos paisajísticos.

Una vez depositados, los residuos se descomponen, lo que conduce a la emisión de miles de compuestos químicos, el proceso de acidificación resultante de la degradación biológica provoca la migración de sustancias peligrosas asi como tambien contaminación ambiental en aire, suelos y agua.

¹³ (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017)

De estos RSU generados en todo el país el 51% lo constituyen los residuos orgánicos los cuáles constituyen practicamente la mitad de todos los residuos generados, los cuales son mayormente generados en los hogares y los cuales podrian ser aprovechados.¹⁴

Mas de la mitad de todos estos desechos antes mencionados son recolectados en las siguientes entidades.

Entidad Federativa	Toneladas	Porcentaje
Distrito Federal	17 043	19.7
México	8 285	9.6
Jalisco	6 524	7.6
Veracruz Ignacio de la Llave	4 451	5.2
Guanajuato	3 719	4.3
Tamaulipas	3 175	3.7
Nuevo León	3 077	3.6

Tabla 1. Fuente.-INEGI, Módulos Ambientales

<http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T>

De acuerdo a la Tabla 7 el estado de Veracruz Ignacio de la Llave se encuentra en la cuarta posición produciendo una cantidad de 4,451 toneladas de basura al día , el estado de Veracruz carece de lugares que funcionen de forma apta para el confinamiento de sus desechos, con el paso de las administraciones municipales el tema de recolección y destino responsable de la basura se ha convertido en un problema al que poca o nula atención se le ha prestado.

El crecimiento que ha tenido Veracruz en los últimos años demanda rellenos sanitarios que permita un trato adecuado de los residuos, pero sobre todo,

¹⁴ (Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, 2005)

que deje de ser una bomba de tiempo con fatales consecuencias en materia de salud.

La falta de un lugar seguro ha generado que en lo que va del año se hayan registrado incendios en diversos lugares del estado.

Cada año se registran entre 20 o mas incendios forestales, los cuales la mayoría son originados principalmente en basureros.¹⁵

Cabe mencionar que no se trata de darle un solución a todo el problema de raíz ya que es una situación que lleva años en marcha, sin embargo se puede lograr reducir un número considerable de basura y con esto disminuir los daños que esta ocasiona.

Entre las ciudades de Coatzacoalcos y Minatitlán se encuentra el basurero de las matas , en el cual son desechados todos los residuos originados en ambas ciudades y Cosoleacaque.

Este es uno de los casos mas graves en Veracruz debido a diferentes factores entre los que destaca la falta de el correcto seguimiento de dicho basurero, en el cual se depositan entre 300 toneladas de basura al día¹⁶. Si bien es cierto que hay distintas empresas dispuestas a realizar propuestas y proyectos para ir disminuyendo el impacto que es dicho basurero, pasa el tiempo y el problema no desaparece si no que va cada día en aumento.

Dicho esto y como se menciono anteriormente una alternativa mas próxima al mejoramiento de la problemática es el aprovechamiento de los residuos originados en los hogares, ya que como se menciono antes estos representan la mitad de toda la basura generada por una persona.

En las encuestas presentadas anteriormente se puede observar que la población entrevistada en la colonia Guayabal de la ciudad de Minatitlán, Veracruz no aprovecha sus residuos orgánicos, lo cual nos da un a respuesta favorable ante

¹⁵ (Zamudio, 2014)

¹⁶ (Medina, 2017)

nuestra propuesta debido a que si bien no se aprovecha estos recursos se pueden lograr aprovechar mediante esta propuesta.

Lo que se busca como solución son energías renovables económicas, rápidas y efectivas. El biogás resulta ser una fuente energética a bajo costo para cocinar o calentar supliendo así las necesidades básicas del hogar.

Este producto resulta ser amigable con el medio ambiente porque permite constituirse como una alternativa sustentable a los recursos no renovables como el gas tradicional que consumimos a diario. Además no incrementa la cantidad de dióxido de carbono en la atmosfera, pero por sobre todo permite aprovechar los residuos para la generación de un combustible y reducir así la basura que se genera a diario.

Estos beneficios que el biogás tiene para el medio ambiente se complementan a la perfección con sus ventajas sociales y económicas, años atrás, la normatividad nacional era limitante, actualmente se está permitiendo desarrollar este tipo de alternativas en las modalidades de capital propio, con financiamiento y apoyos de la administración federal y privadas.

Surgiendo un área de oportunidad bastante ambiciosa en la que se reduce el impacto ambiental, detona la economía e incursiona en la independencia de combustibles fósiles a cambio de la producción de energía limpia en el mediano y largo plazo. Su accesibilidad desde el punto de vista económico, se encuentra en que aquello que representa un residuo diario para los habitantes (restos de verduras, frutas, excremento de animales, restos de carnes y lácteos) se convierte en la materia prima para la obtención de gas.

De este modo además de suplantar algo que suele emanar olor y atraer insectos; se aprovecha de manera sustentable un residuo que se convierte en recurso para el biodigestor.

Hay otro aspecto a destacar para un aprovechamiento completo del biodigestor. El proceso de producción de biogás tiene un residuo líquido que

posee propiedades de fertilizantes orgánicos, lo cual hace de este la obtención de un beneficio doble: obtienen gas combustible y fertilizante.

Esta doble ventaja podría incentivar a la realización de huertos urbanos en los hogares promoviendo el cultivo de sus propios alimentos y por lo tanto incentivando a las familias de Minatitlán a una alimentación más saludable.

5.- TIPOS DE BIODIGESTORES

Los reactores comúnmente empleados para la producción de biogás deben cumplir con ciertas características como proveer de una atmósfera anóxica, tener una salida para el gas y, de preferencia, uno separado del ácido sulfhídrico incorporado. Existe una amplia variedad de diseño para los digestores, por lo que la selección de este debe de acuerdo al tipo de proceso y las etapas en que se pretenda dividirlo.

Los tres tipos principales de plantas simples de biogás: plantas de globo, plantas de domo fijo y plantas de tambor flotante.

- **Plantas tipo globo:**

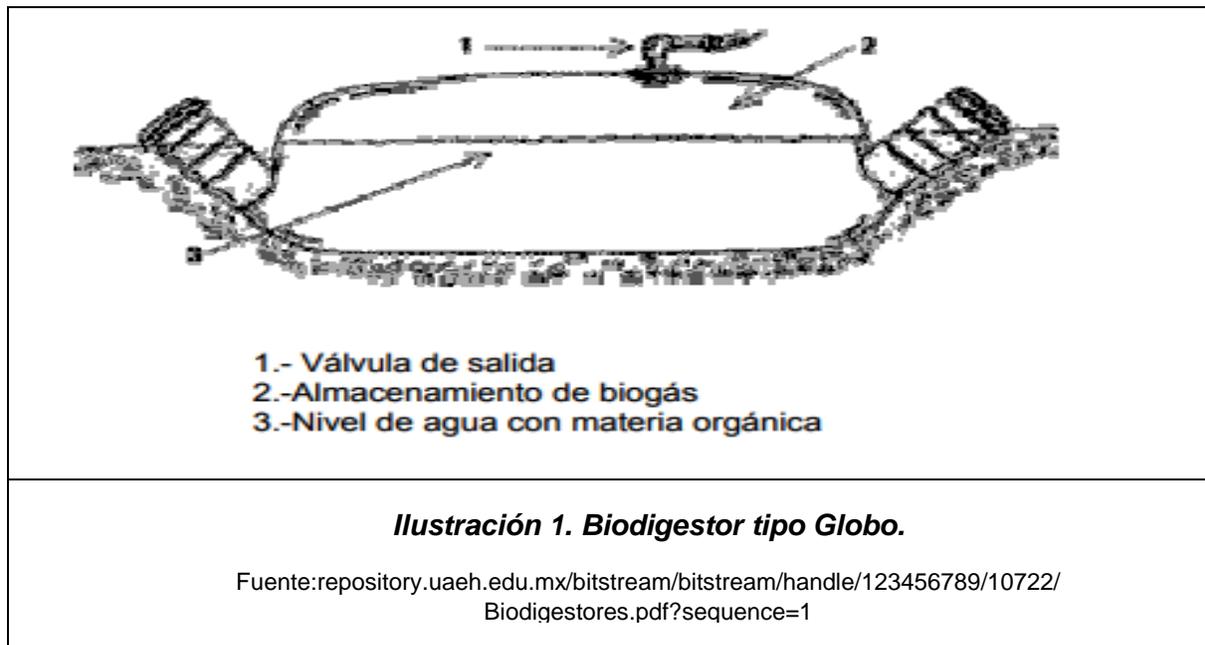
Este tipo de plantas tiene en la parte superior un digestor de bolsa en el cual se almacena el gas, la entrada y la salida se encuentra en la misma superficie de la bolsa.

- Ventajas:

Este tipo de biodigestor es muy fácil de transportar y de instalar, al igual que económico, en especial en aquellos sitios de difícil acceso o que necesitan un sistema práctico.

- Desventajas:

Entre sus desventajas podemos encontrar su bajo tiempo de vida en comparación con los biodigestores que se presentaran a continuación debido a que su uso suele ser más práctico, con una vida de 20, también suele ser propenso a las rupturas en la bolsa por causas naturales o por acciones del hombre o animales.



En la ilustración 1 se muestra un ejemplo de biodigestor tipo globo, el cual consiste en enterrarlo a determinada profundidad de la tierra para que los desperdicios se asienten en el fondo (3), el gas pueda ser almacenado (2) y posteriormente liberado en la parte de arriba de la bolsa (1) a través de la válvula de salida, aparte contiene otro tubo semejante a la entrada en donde sale el fertilizante generado después de que el gas es liberado.

- **Plantas de domo fijo.**

Las plantas de domo fijo consisten en un recipiente fijo e inmóvil para gas, que se coloca en la parte superior del digestor. Cuando comienza la producción de gas, la mezcla se desplaza hacia el tanque de compensación. La presión del gas

aumenta, el aumento de volumen del gas almacenado y con la diferencia de la altura entre el nivel de la mezcla en el digester y el nivel de la mezcla en el tanque de compensación.

- Ventajas:

Costos de construcción relativamente bajos, larga vida útil. La construcción subterránea ahorra espacio y protege al digester de cambios de temperatura; además su construcción implica la creación de fuentes de empleo.

- Desventajas:

Son los frecuentes problemas con la permeabilidad para gases del recipiente de ladrillos para el gas (una pequeña fractura en el recipiente superior puede causar altas pérdida de biogás). Por lo tanto, las plantas de domo fijo solo son recomendables cuando la construcción puede ser supervisada por técnicos experimentados de biogás. La presión del gas fluctúa sustancialmente del volumen del gas almacenado.

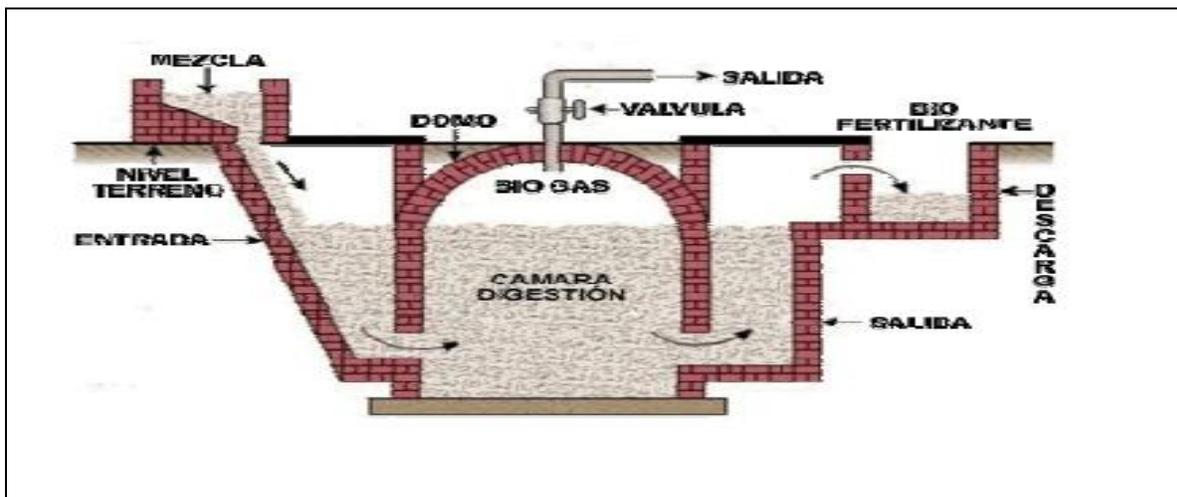


Ilustración 2: Biodigestor de domo fijo.

Fuente: repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10722/Biodigestores.pdf?sequence=1

En la ilustración 2 se presenta un ejemplo de biodigestor de domo fijo, este reactor consiste en una cámara de gas-firme construida de ladrillos, piedra u hormigón. La cima es hemisférica y está unido con el fondo por lados rectos.

La superficie interior es sellada por muchas capas delgadas de mortero para hacerlo firme. La tubería de la entrada es recta. Se guarda el gas producido durante la digestión bajo el domo y cambia de sitio algunos de los volúmenes del digestor en la cámara del efluente, con presiones en el domo entre 1 y 1.5 m de agua. Esto crea fuerzas estructurales bastante altas y es la razón para la cima hemisférica y el fondo. Se necesitan materiales de alta calidad y recursos humanos costosos para construir este tipo de biodigestor.

- **Plantas de tambor flotante (Tipo Hindú)**

Las plantas de tambor flotante consisten en un digestor subterráneo y un recipiente móvil para gas. El recipiente de gas flota , ya sea directamente sobre la mezcla de fermentación o en una chaqueta de agua. El gas se recolecta en el tambor de gas, que se levanta o baja, de acuerdo con la cantidad de gas almacenado.

- Ventajas:

Su operación simple y fácil de entender; el volumen almacenado de gas es visible directamente. La presión del gas es constantes , determinada por el peso del recipiente del gas. La construcción es relativamente fácil; los errores en la producción no llevan problemas mayores en la operación y producción del gas.

- Desventajas:

Altos costos de los materiales para el tambor de acero, la susceptibilidad a la corrosión de las partes de acero, por lo que la vida útil de una planta es más corta; además tienen costos fijos de mantenimiento para pintar el tambor

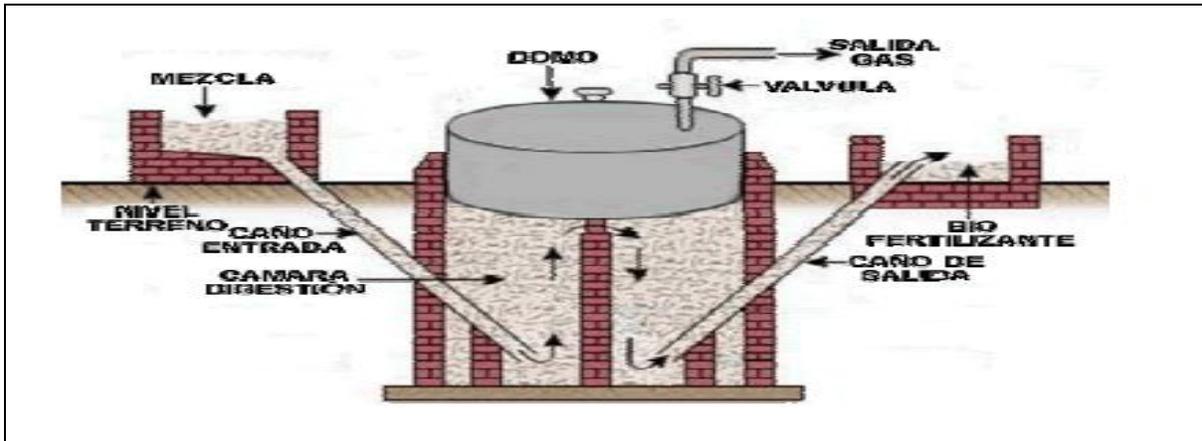


Ilustración 3: Biodigestor de domo flotante.

Fuente: repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10722/Biodigestores.pdf?sequence=1

En la ilustración 3 se presenta un ejemplo de biodigestor de domo flotante el cual consiste en un tambor, originalmente hecho de acero pero después reemplazado por fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP) para superar el problema de corrosión. Normalmente se construye la pared del reactor y fondo de ladrillo, aunque a veces se usa refuerzo en hormigón.

Se entrapa el gas producido bajo una tapa flotante que sube y se cae en una guía central. La presión del gas disponible depende del peso del poseedor de gas por el área de la unidad y normalmente varía entre 4 a 8 cm. de presión de agua. El reactor se alimenta semi-continuamente a través de una tubería de entrada.

A partir de los datos obtenidos acerca de los tipos de biodigestores se procederá a determinar y seleccionar que modelo de biodigestor nos sirve más para satisfacer las necesidades de la población seleccionada.

6.-SELECCIÓN DEL BIODIGESTOR.

Para la propuesta que se presentará como posible solución al problema de la falta de aprovechamiento de los residuos orgánicos se usará un biodigestor denominado como “tipo globo”.

Este sistema puede tener distintos tipos de configuraciones; alargado, en forma de gusano o en forma de saco. Los componentes fundamentales de este biodigestor son: un bolso de polietileno de película delgada capaz de soportar las presiones normales de trabajo del biogás y donde se almacena la excreta mezclada con agua; con el fin de lograr el buen funcionamiento de la instalación son necesarios otros accesorios como: válvulas de corte, de seguridad, tuberías y adaptadores.

La selección de este tipo de biodigestor consto de diferentes factores entre los cuales se describen a continuación:

- Instalación sencilla:

Esto es debido a que en comparación con los biodigestores anteriormente descritos, este tipo de biodigestor puede estar o no, bajo tierra, por lo que en la propuesta se optó por convertirlo en material que se puede transportar a través de una propuesta de diseño de una infraestructura capaz de soportar las bolsas de almacenamiento de residuos y de biogás.

- Mantenimiento:

En el caso del mantenimiento este tipo de digestores requieren de un mantenimiento cada año, el cual consiste en remplazar filtros de gas y remover el barro que se acumula en el caño de salida.

- Beneficios económicos:

Al ser un digestor sencillo de armar e instalar, resulta menos costoso que los otros tipos de digestores mostrados con anterioridad.

Se tomó en cuenta también la parte socioeconómica de nuestro lugar al que va dirigida la propuesta. De acuerdo con las respuestas a las entrevistas se obtiene que las personas interesadas en la obtención del biodigestor estarían dispuestas a pagar \$8,000.00 por lo que no se podría elegir un digestor más costoso.

A partir del análisis de cada uno de los factores mostrados con anterioridad se llega a la conclusión que la mejor opción es el biodigestor tipo globo, como ya se mencionó con anterioridad el biodigestor tipo globo consiste en una bolsa, sin embargo y de acuerdo a las necesidades y especificaciones de la población mostradas se pretende implementar adecuaciones al biodigestor tipo globo de manera en que este pueda ser más sofisticado y sin embargo sencillo de armar y utilizar, así como también diseñar un prototipo que sea capaz de proteger el funcionamiento del biodigestor.

Entre otras variedades también se pretende en lugar de usar una bolsa proponer el diseño de un sistema de dos bolsas para proporcionar mayor calidad al sistema.

7.- DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR PROPUESTO.

La temperatura correcta para el buen funcionamiento de un biodigestor debe estar por encima de los 17° C., el lugar propuesto de implementación a este prototipo tiene una temperatura media anual de 28°C por lo que la temperatura es la correcta para su buen funcionamiento.

El prototipo está diseñado para la cantidad de 4 personas de acuerdo a la capacidad de los materiales propuestos.

Al empezar a usarlo se necesitará activar el sistema con 6 y hasta 15 kilos de desechos orgánicos o de excremento animal que pueden ser depositados en diferentes días y el depósito de la pastilla enzimática incluida en el sistema, después de dos semanas se logrará la obtención del biogás, se alimenta con restos de orgánicos los cuales incluyen carnes y lácteos.

Por cada kilo de comida se debe agregar un litro de agua, ya sea agua potable o no potable, inclusive se puede verter aguas negras. En promedio se tiene estimado que un litro de desechos orgánicos produce 700 litros de biogás, esto es igual a 1 hora para cocinar a fuego fuerte.

El biodigestor puede almacenar y procesar hasta 6 kilos como máximo sin embargo hasta un tercio de esa cantidad es suficiente para lograr producir biogás. Se pretende que por día el biodigestor genere una cantidad de 5 a 10 litros de fertilizante.

En cuanto al mantenimiento solo se tendrá que tratar el filtro de gas una vez por año y remover el barro que se acumule en el caño de salida del fertilizante una vez por año.

La presión nominal del gas puede ser de 15 miliBar.

Esto es por el sistema presurizado colocado encima de la bolsa de biogás y las dimensiones pueden variar de acuerdo a las necesidades, como está pensado para familias de 4 integrantes se proponen las dimensiones siguientes del sistema:

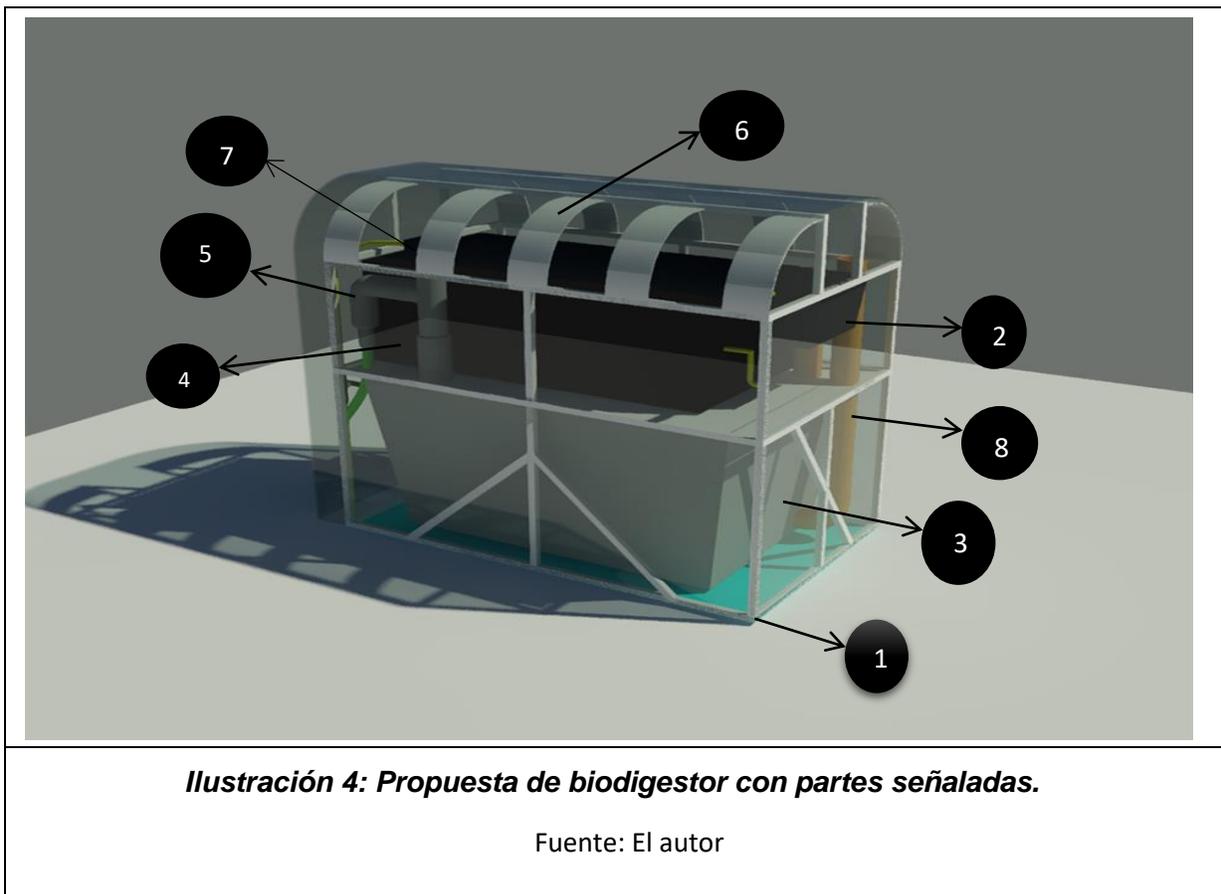
- Alto 127 cm.
- Largo 165 cm.
- Ancho 100 cm.

A continuación se mostrará un listado con los materiales propuestos para el funcionamiento efectivo del sistema propuesto, se recomienda que se utilicen dichos materiales para reducir el riesgo de posibles fallas.

Lista de materiales propuestos para la realización del diseño:

- **Estructura:**
 - 8 tubos de aluminio de 20x20 de 1.65 metros cada uno.
 - 6 tubos de aluminio 20x20 de 1 metro cada uno.
 - 2 tubos de aluminio de 20x20 de 30 cm. cada uno
 - 6 tubos de aluminio 20x20 de 1.27 metros cada uno
 - 2 varillas de aluminio. 1.92 metros cada una
 - 1 placa de poli bicarbonato compacto con protección UV de 33x140 cm. Cada una.
 - 28 sujetadores universales con tornillos.
 - 4 abrazaderas de plástico
 - Vertedero de plástico con palanca 25x25x100 cm.
 - 1 Válvula Esfera Roscable 1/4
 - Rollo de manguera para gas 1/2"
 - Lona de PVC 1.27x1.65x1 mtrs.
 - 1 Clorador
- **Funcionamiento interno:**
 - 3 bolsas de lona hermética 35 litros.
 - 2 bolsas de poly-pellets (907 g)
 - 1 filtro para gas de carbón activo
 - 5 pastillas enzimáticas

Partes del equipo.



La estructura de todo el biodigestor señalada en la ilustración 4 por el círculo 1 esta propuesta con tubos de aluminio de 20x20 debido a que estos son mucho más fáciles de armar y ligeros, esto es pensando en la movilidad que pueda tener el biodigestor una vez que ya este ensamblado, y dos varillas que irán colocadas en forma de cruz en la base de toda la estructura, esto es para darle soporte al tanque digester suspendido.

El vertedero señalado en el círculo 2 deberá tener una palanca con la cual se pueda empujar los desechos hasta el fondo del biodigestor.

El biodigestor tipo bolsa es como lo dice su nombre una sola bolsa en la cual se vierte el desecho y en la parte de arriba se descarga el gas producido, en este prototipo se optó por separar estos dos procesos en dos bolsas, como se

señala en los círculos 3 y 4, el 3 será llamado tanque digestor suspendido el cual almacenará todos los desperdicios que entraran en el vertedero y serán almacenados junto con agua, en esta parte del biodigestor se colocaran las 5 pastillas enzimáticas y el 4 será llamado el almacenamiento de gas incorporado en el cual se almacenará todo el biogás generado en el tanque digestor suspendido.

En el material para la bolsa se recomienda que sea de lona hermética debido a que la digestión anaerobia necesita ser generada en espacios herméticos, también suelen ser más resistente a las rupturas e impermeables.

La bolsa del tanque digestor suspendido puede tener una altura de 635 cm.

Esta bolsa debe tener una entrada que irá conectada al filtro y una salida, esta salida debe estar conectada directamente a una línea que a su vez estará conectada a la válvula que regulará el fertilizante a tratar del clorinador, señalado en el punto 5.

El clorinador fue seleccionado debido a que el fertilizante que se origina del biodigestor como es una mezcla de desechos si no es correctamente tratado puede ser una fuente de patógenos y de eutrofización de suelos, por lo que al ser tratados por el clorinador, quedara el fertilizante limpio y libre de estos agentes dañinos.

La salida del fertilizante va a ser controlada a través de una válvula la cual al abrirse cederá el paso al fertilizante.

La segunda bolsa va a estar sostenida de base por el digestor de tanque suspendido pero se recomienda que los extremos se amarre con abrazaderas a los tubos de aluminio, ya que como contendrá gas puede ocasionar que de lo ligero que es se deslice, esta opción es solo para otorgarle estabilidad y se puede omitir si así se desea.

La bolsa debe estar conectada a un manómetro en el cual se va a medir la presión, por si se encuentra muy llena lo indique en el manómetro y pueda ser expulsado el biogás para evitar alguna ruptura por presión.

En el círculo 6 señala las placas propuestas que pueden ser fácilmente deslizadas en las aberturas de los tubos de aluminio. Estas placas son utilizadas para los invernaderos y servirán para lograr que se pueda conservar el calor en las temporadas de lluvia, estas placas también se eligieron por la protección UV que tienen la cual evitará daños a la lona de polietileno en los días que haya demasiado sol.

Justo debajo de la placa se encontrará el Mecanismo presurizado de gas, señalado en el círculo 7, el cual se realizará utilizando la tercera bolsa de lona de polietileno y se llenará con las bolitas de plástico. Se eligió de esta manera debido a que resulta más económico y seguro elaborar la bolsa debido a que con el plástico disminuye el riesgo de demasiada presión y con esto el riesgo de obtener rupturas en la bolsa de almacenamiento.

Se utilizará para ponerla encima de la bolsa de Almacenamiento de gas y que en esta se distribuya bien el gas generado.

A lado de la bolsa de almacenamiento debe de ir una línea que conecte la bolsa con el filtro de gas, el cual debe ir conectado a las dos bolsas.

El digester de tanque suspendido debe estar conectado a la entrada del filtro, el cual se encargará de tratar el gas y transportarlo a la bolsa de almacenamiento.

Por cuestiones de calidad se buscó que el gas proveniente de los alimentos que serán desechados no pudiera ser motivo de olores o algún tipo de químico que pudiera resultar dañino, por lo que como método de prevención se implementó un filtro de gas con carbón activo en el cual se quedaran adsorbidos en el carbón contaminantes que pueda tener el gas así como malos olores señalado en el círculo 8.

A continuación se presentará un diagrama de bloques explicando el funcionamiento del biodigestor.

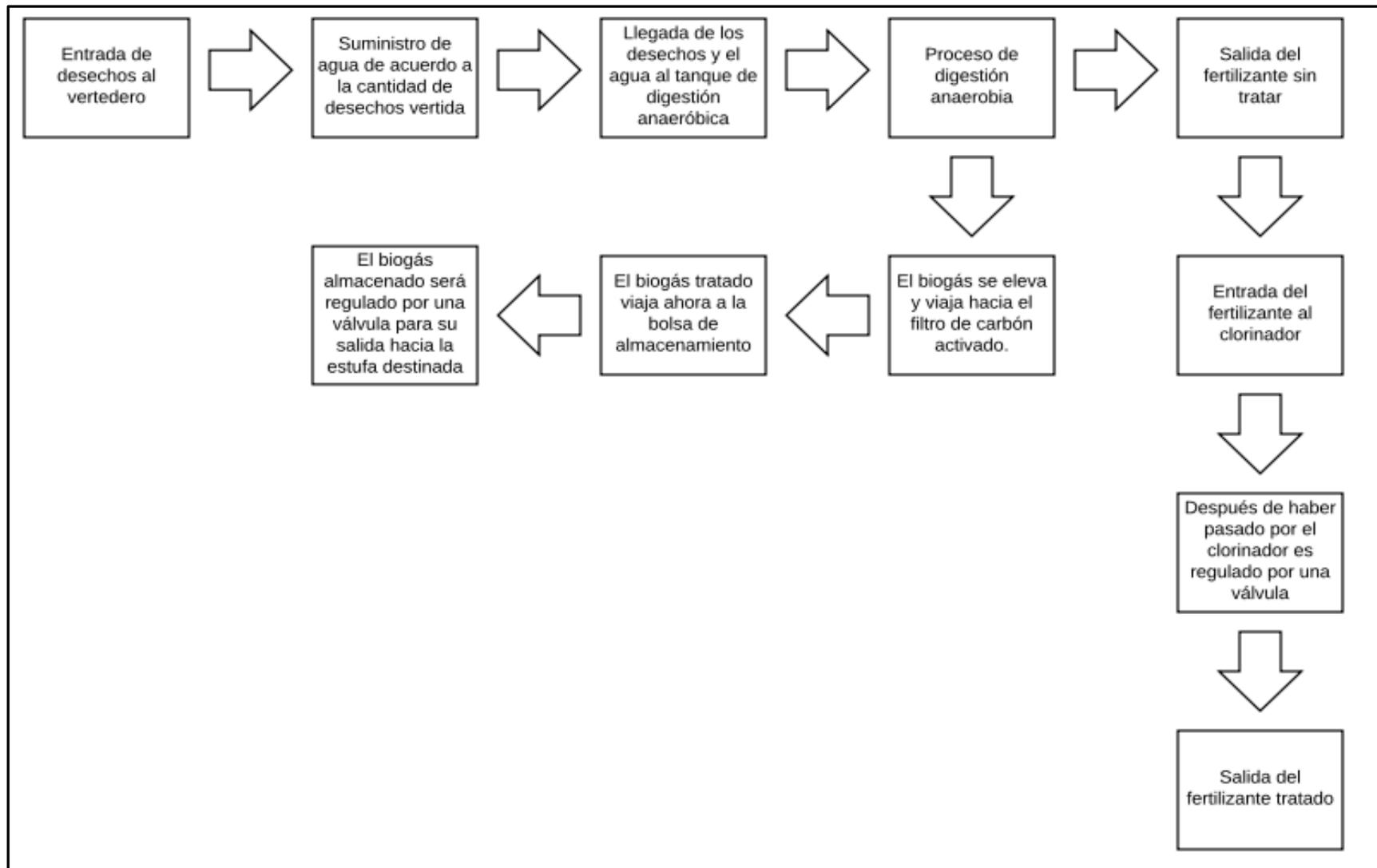
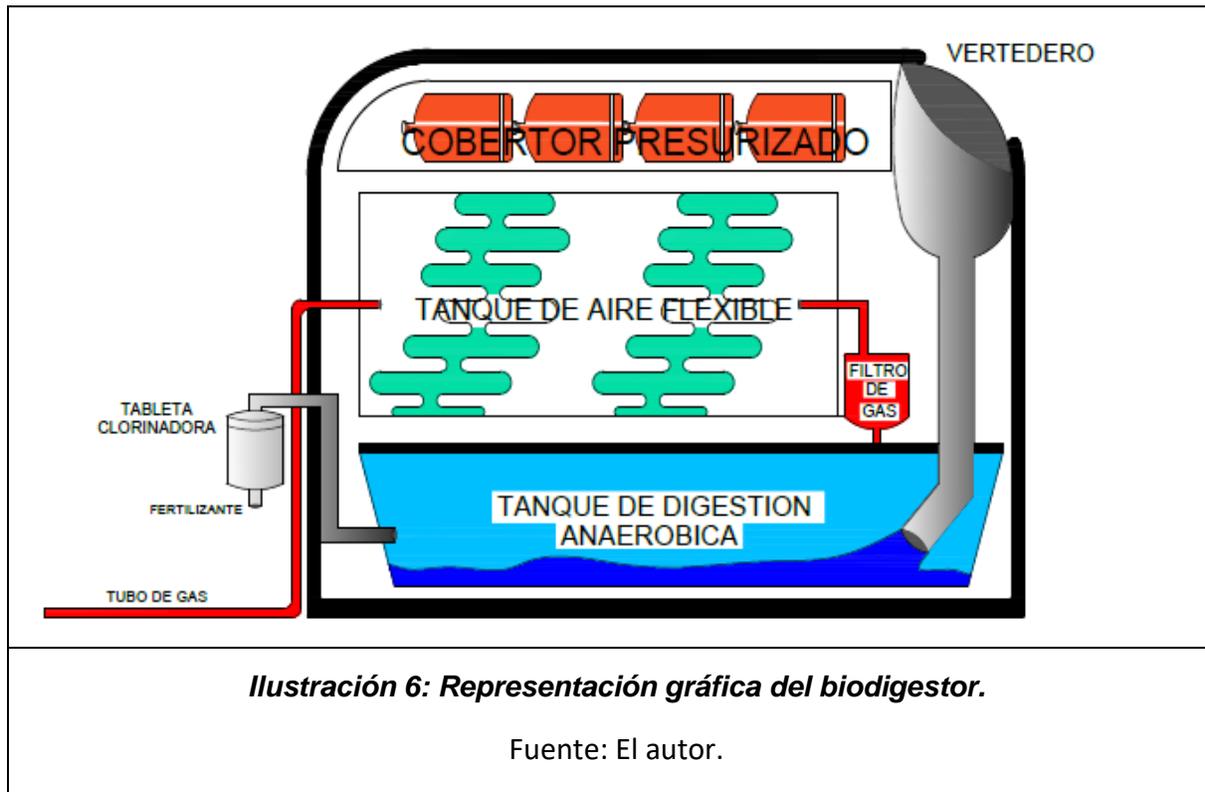


Ilustración 5: Diagrama de bloques del funcionamiento del biodigestor.

Así mismo se procede a representar con un dibujo en 2d del proceso mostrado en el diagrama de bloques para que el lector logre entender de manera visual el funcionamiento del biodigestor.



A continuación se presenta una ilustración en 3d del biodigestor en la propuesto de dos vistas, una en el interior señalado en la ilustración 7 y una del exterior del biodigestor mostrado en la ilustración 8 para que se pueda tener una idea real del sistema propuesto.

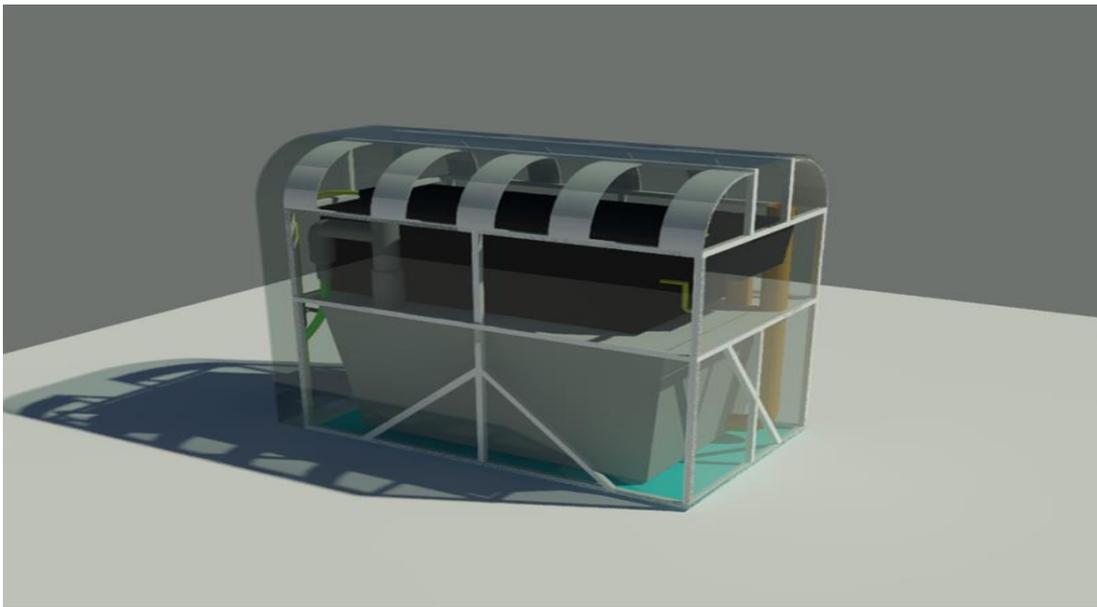


Ilustración 7: Modelo de biodigestor mostrando la parte interna.

Fuente: El autor

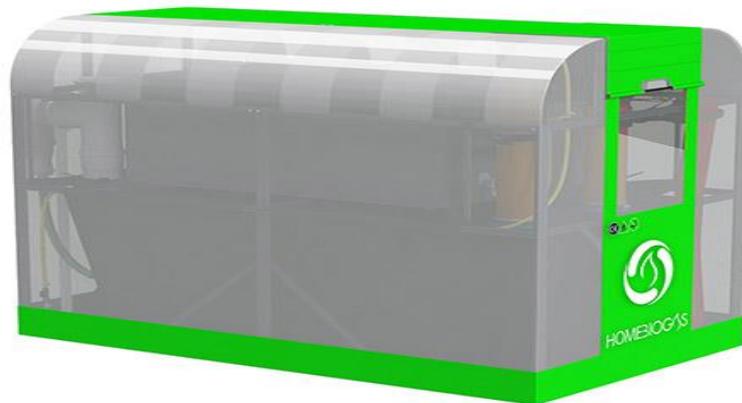


Ilustración 8: Modelo del exterior del biodigestor

Fuente: El autor

CAPITULO III

COSTOS

8.- Costo beneficio

A partir de los materiales utilizados se procederá a realizar una evaluación de su precio a través de investigaciones en los locales cerca de la colonia, así como sus alrededores.

Lista de materiales		C/U	Total
8	Tubos de aluminio de 20x20 de 1.65 metros cada uno.	\$ 160.00	\$ 1,280.00
6	Tubos de aluminio 20x20 de 1 metro cada uno.	\$ 120.00	\$ 720.00
2	Tubos de aluminio de 20x20 de 30 cm. cada uno	\$ 100.00	\$ 200.00
6	Tubos de aluminio 20x20 de 1.27 metros cada uno	\$ 140.00	\$ 840.00
2	Varillas de aluminio. 1.92 metros cada una	\$ 30.00	\$ 60.00
1	Placa de poli bicarbonato compacto con protección UV de 33x140 cm. Cada una.	\$ 350.00	\$ 350.00
28	Sujetadores universales con tornillos.	\$ 9.00	\$ 252.00
4	Abrazaderas de plástico	\$ 20.00	\$ 80.00
3	Bolsas de lona hermética 20 L.	\$ 200.00	\$ 600.00
2	Bolsas de poly-pellets (907 g)	\$ 205.00	\$ 410.00
1	Filtro para gas de carbón activo	\$ 150.00	\$ 150.00
5	Pastillas enzimáticas	\$ 150.00	\$ 750.00
1	Vertedero de plástico con palanca 25x25x100 cm.	\$ 250.00	\$ 250.00
1	Clorinador	\$ 700.00	\$ 700.00
1	Válvula Esfera Roscable 1/4	\$ 100.00	\$ 100.00
1	Rollo de manguera para gas 1/2"	\$ 700.00	\$ 700.00
1	Lona de PVC 1.27x1.65x1 metros.	\$ 250.00	\$ 250.00
Costo Total			\$ 7,692.00

Tabla 2: Lista de materiales con precios aproximados.

De los materiales aquí especificados cabe mencionar que la mayoría se logró cotizar en locales de la colonia y cercanos a ella, sin embargo hubieron otros materiales que no fueron fácilmente encontrados por lo que se cotizó a través de compras por internet. Dichos materiales son:

- Bolsas de lona hermética
- Bolsas de poly-pellets
- Pastillas enzimáticas
- Filtro para gas de carbón activo

Por lo que se recomienda que dichos materiales sean comprados en tiendas en línea.

De acuerdo a la obtención de los materiales se incluye el costo por transporte, mano de obra y ensamble, en el cual se toma en cuenta alguna adecuación adicional que se quiera realizar para la estructura de el biodigestor.

Transporte de materiales		\$ 800.00
Mano de obra		\$ 700.00
Ensamble		\$ 500.00
Total		\$ 2,000.00

Tabla 3: Costos adicionales del biodigestor.

A continuación se presenta la suma total de el costo de los materiales, transporte, mano de obra y ensamble.

Costo de materiales	\$ 7,692.00
Transporte de materiales	\$ 800.00
Mano de obra	\$ 700.00
Ensamble	\$ 500.00
Costo total del Biodigestor	\$ 9,692.00

Tabla 4: Costo total del biodigestor.

Teniendo como resultado el costo total del biodigestor continuaremos a realizar una comparación entre el gasto del consumo de las familias de la colonia Guayabal de gas doméstico de 1 a 10 años y la implementación de la propuesta desde su inversión para obtenerla así como los costos de mantenimiento.

Se toma de como máximo 10 años debido a que ese es el tiempo de vida aproximado de los materiales de la estructura del biodigestor.

Gasto de Gas L.P						
1 mes	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	10 años
\$350.00	\$ 4,200.00	\$ 8,400.00	\$ 12,600.00	\$ 16,800.00	\$ 21,000.00	\$ 42,000.00

Tabla 5: Gastos aproximados de una familia nuclear para la obtención de gas L.P

De acuerdo a las encuestas anteriores se obtuvo un aproximado del gasto que realizaban las familias en un mes para la obtención del gas L.P por lo que se tomo una media de entre \$300.00 y \$400.00 que fue lo que la mayor parte de la población contesto que se gastaba, tomando como media \$350.00 en el primer mes mostrado en la tabla 5.

Se observa que de acuerdo a los resultados de la tabla 5 se puede concluir que una familia gastaria en 10 años \$42,000.00 para la obtención de gas L.P

Ahora continuaremos con el análisis a 10 años del gasto del biodigestor propuesto.

Gasto de Biodigestor							
Inversión inicial	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	10 años	Total:
\$9,692.00	\$ 200.00	\$ 400.00	\$ 600.00	\$ 800.00	\$1,000.00	\$2,000.00	\$11,692.00

Tabla 6: Gasto a 10 años del biodigestor.

En la tabla 6 se realiza una estimación del gasto que una familia tendría si se implementará el biodigestor propuesto. Se tomo en cuenta la inversión inicial la cual implicaría el gasto total del biodigestor, así como una aproximación del gasto anual del mantenimiento que este necesitaría para su correcto funcionamiento.

Se puede concluir que el gasto del biodigestor a 10 años es de \$11,692.00

Una familia obtendría un beneficio de \$30,308.00 implementando la propuesta de dicho biodigestor.

9.- Ventajas y desventajas del Biodigestor.

Debido a que todo proyecto tiene ventajas y desventajas es importante analizar las ventajas y desventajas que obtenemos de la propuesta aquí investigada.

- **Ventajas**

El biodigestor al ser un prototipo de energía renovable tiene muchos aspectos que resultan benéficos para el usuario.

Como primera instancia en el se aprovecha la producción natural del biogás. El biogás puede producirse de manera natural sin embargo si no hay ningún prototipo que acelere y contenga lo naturalmente generado entonces es una energía sin aprovechar.

Es posible utilizar los productos secundarios como bono y fertilizante por lo que nada se desaprovecha y fomenta el desarrollo sustentable.

Redirige y aprovecha los gases de efecto invernadero producido por los basureros y reduce la huella de carbono de estos establecimientos.

Cumple con la normatividad nacional de promover, cuidar y sobre todo que sea un prototipo seguro.

En los hogares reduce el problema de los insectos debido a las bolsas de residuos y reduce significativamente los desechos generados en estas.

Es una forma de utilizar los recursos que ya se tienen sin contaminar el medio ambiente y produciendo energía sin dañar a la naturaleza.

Económicamente representa un gran ahorro para las familias debido a que una vez que se obtiene el prototipo solo se gusta una vez al año en su mantenimiento.

Sin embargo el biodigestor también llega a tener sus puntos débiles.

- **Desventajas**

Se debe tener un lugar especial que reúna ciertas características para darle mayor duración de vida, esto puede resultar difícil para ciertas familias.

También se debe tener cuidado con las mascotas y los niños menores de 5 años, debido a que aunque en la propuesta aquí mostrada presenta un biodigestor con una estructura que puede ser revestida con material como lonas gruesas para su protección interna es necesario reducir los riesgos y colocarlo en un lugar en donde no esté tan al alcance de estos.

Al igual que cualquier otro gas, existe el riesgo de explosión o incendios por un mal funcionamiento, mantenimiento o seguridad.

Conclusión

En base a la investigación recopilada se llega a la conclusión que la implementación de un biodigestor en áreas urbanas resulta ser rentable, eficiente en cuanto al abastecimiento de la demanda y de alta calidad.

A partir de las encuestas realizadas se observó que existe interés por el proyecto y que además estarían dispuestos a invertir para la obtención del biodigestor.

Se establece que las energías renovables del biogás tiene alto impacto positivo y sería muy benéfico si se logrará implementar en distintas comunidades y no solo la propuesta en este trabajo.

Cabe mencionar que uno de los factores mas importantes que demuestran la factibilidad de la propuesta es el factor obtenido a través del costo beneficio, en el cual se calculó cuanto dinero invierten las familias para la obtención del gas doméstico y cuanto les costaría la obtención del biodigestor propuesto a partir de su inversión inicial, dando como resultado una diferencia de \$30,308.00 a diez años, lo cual lo hace sumamente rentable.

De acuerdo a la investigación realizada se demuestra que es posible la reducción del consumo de energías no renovables en nuestra comunidad así como el beneficio social y ambiental de la propuesta aquí proyectada.

Si bien es cierto que existen propuestas para el área ganadera en función y mostrando su rentabilidad, también es verdad que esta es una propuesta física y rentable con posibilidades a las nuevas alternativas generacionales, que apoyan la economía de nuestra región.

Bibliografía

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2008). *LEY DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE LOS BIOENERGÉTICOS*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPDB.pdf>
- concyteg. (s.f.). *cocyteg*. Obtenido de www.concyteg.com.mx:concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/.../02052006_BIOGAS_BIOMETANACION.pdf
- DOF. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. Mexico: Mexico.
- Gas, A. M. (Febrero de 2014). *AMEXGAS*.
- Gas, A. M. (s.f.). *AMEXGAS*. Obtenido de <http://www.amexgas.com.mx/queeselglp.php>
- Herrero, J. M. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. Bolivia: GTZ-Energía.
- INEGI. (15 de 3 de 2015). *CUENTAME INEGI*. Obtenido de CUENTAME INEGI: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>
- Medina, A. A. (16 de Octubre de 2017). Cerrará Nicolas el basurero "Las Matas". Obtenido de <http://www.diariodelistmo.com>
- Parcero, P. V. (2011). Consideraciones sobre el mercado residencial del gas LP en México. *Energía a debate*, 19.
- Petroleos Mexicanos. (27 de Marzo de 2015). *PEMEX*. Obtenido de <http://www.pemex.com/comercializacion/productos/Paginas/gas/butano.aspx>
- PROFECO. (11 de Julio de 2012). *PROFECO*. Obtenido de <http://www.profeco.gob.mx/gasnatural.asp>
- Red Mexicana de Bioenergía. (Agosto de 2011). *REMBIO*. Obtenido de <http://rembio.org.mx/wp-content/uploads/2014/12/CT4.pdf>
- Secretaría de Energía. (2010). *SENER*. Obtenido de <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1 de Marzo de 2017). *gob.mx*. Obtenido de www.gob.mx
- SEMARNAT. (10 de 03 de 2015). *SEMARNAT*. Obtenido de SEMARNAT: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf

SENADO. (2012). *Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética*. Obtenido de http://www.senado.gob.mx/comisiones/energia/docs/marco_LAERFTE.pdf

Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. (2005). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://apps1.semarnat.gob.mx>

Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Reverté S.A.

Viloria, J. R. (2012). *Energías renovables: lo que hay que saber*. España, España: Editorial Paraninfo.

Viloria, J. R. (2013). *Energías renovables: Lo que hay que saber*. España: Paraninfo.

Zamudio, I. (29 de Marzo de 2014). Altas temperaturas en Veracruz provocan incendios forestales. Obtenido de <http://www.milenio.com>

Glosario:

- **Biodigestor:**

Un biodigestor es un contenedor hermético que permite la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía.

- **Residuo:**

Material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo.

- **Aserradero:**

Es una instalación mecanizada o artesanal dedicada al aserrado de madera.

- **Biomasa:**

Cantidad de productos obtenidos por fotosíntesis, susceptibles de ser transformados en combustible útil para el hombre y expresada en unidades de superficie y de volumen.

- **Mortero:**

Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.

- **Biocombustible:**

Los biocombustibles son combustibles para el transporte derivados de fuentes renovables como plantas y animales.

- **Metano:**

El metano es el hidrocarburo más simple, su molécula está formada por un átomo de carbono (C), al que se encuentran unidos cuatro átomos de hidrógeno (H). A temperatura ambiente es un gas y se halla presente en la atmósfera.

- Hidrocarburo:

Compuesto de tipo orgánico que surge al combinar átomos de hidrogeno con otros tipos de carbono. La forma molecular se basa en átomos de carbono enlazados con átomos de hidrogeno. Estas cadenas de átomos de carbono pueden ser abiertas, cerradas o lineales.

- Propano :

El propano es un hidrocarburo alifático que dispone de tres átomos de carbono, es un gas que deriva del petróleo.

- Sedimentos de alcantarillado:

Depósito o acumulación de materiales arrastrados mecánicamente por las aguas de las alcantarillas.

- Granjas piscícolas:

Área rural destinada a la acuicultura de peces

- Atmósfera anóxica:

Es una atmósfera, sin cantidades significativas de oxígeno libre (O_2) y otros gases o vapores oxidantes evitando de este modo la oxidación.

- Polietileno:

Compuestos formados por la unión de monómeros. De acuerdo a su origen o a otras características, es posible hablar de polímeros sintéticos, polímeros naturales y otros tipos.

- Pastilla enzimática:

Tabletas que contienen enzimas las cuales son unas proteínas globulares que actúan como catalizadores, aumentando la velocidad de aquellas reacciones que son energéticamente posibles. Las enzimas permiten las reacciones en las condiciones de temperatura, presión y pH propios del medio intracelular, reduciendo la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción.

Las enzimas no experimentan cambios estructurales al final del proceso químico que catalizan.

- Vertedero:

Espacio en el cual se pueden esparcir cosas.

- Clorinador:

Artefacto mediante el cual sucede un proceso de clorinación salina. Es un proceso por el cual se añade sal común (cloruro sódico) al agua a limpiar y mediante un aparato, se separa el cloro del sodio. El cloro desinfecta el agua y vuelve a combinarse con el sodio creando sal otra vez. Y así se repite el ciclo indefinidamente.

- Manómetro:

Un manómetro es un instrumento de medida de la presión en fluidos (líquidos y gases) en circuitos cerrados. Miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor, presión manométrica. A este tipo de manómetros se les conoce también como "Manómetros de Presión".

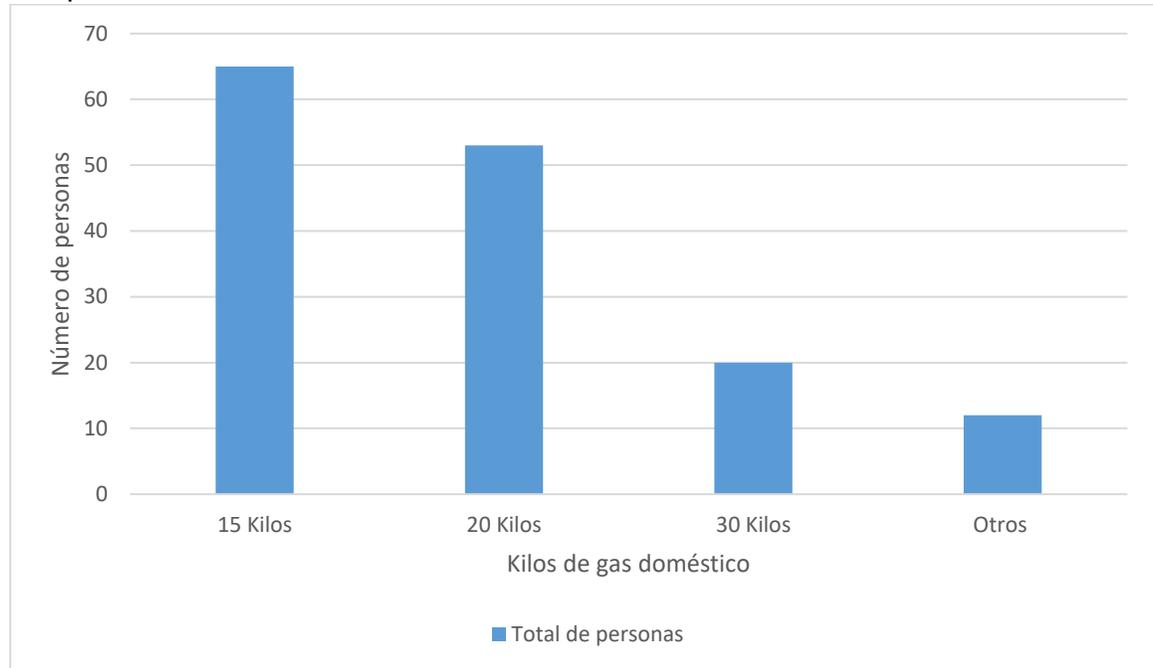
ANEXOS:

Encuestas

Número de entrevistados: 150

1. En un mes típico aproximadamente ¿Cuántos kilos de gas doméstico compra usted?

Respuestas: 138 Otros: 12



Gráfica 1. Cantidad de kilos de gas doméstico comprados al mes.

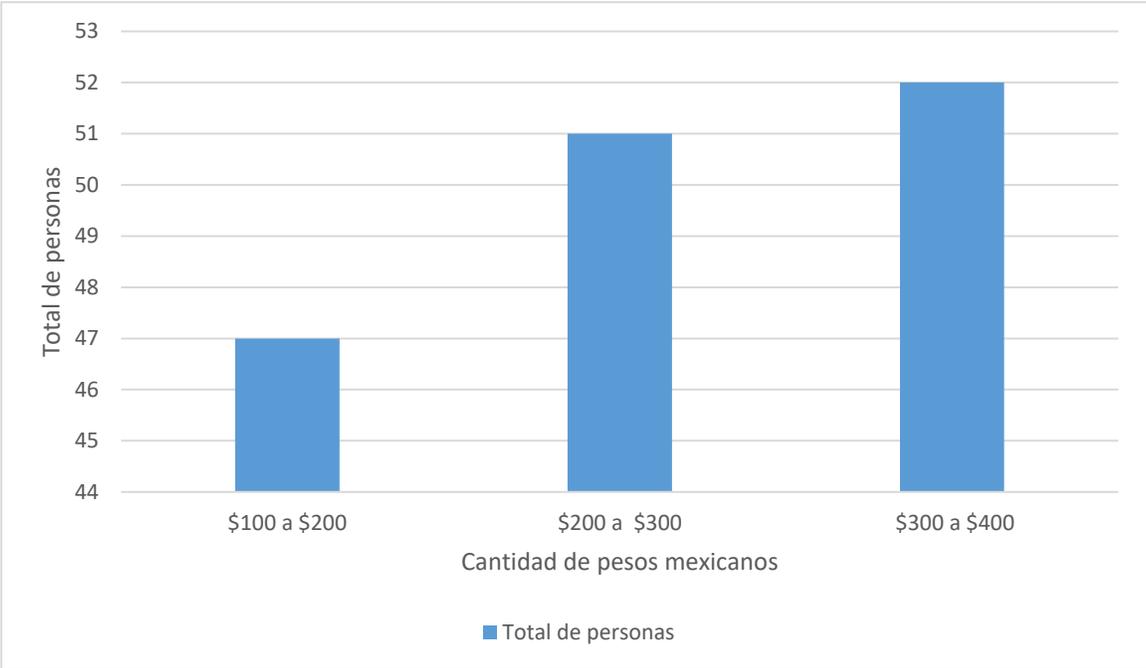
OPCIONES DE RESPUESTA	PORCENTAJE	TOTAL DE PERSONAS
15 kilos	43.3%	65
20 kilos	35.3%	53
30 kilos	13.3%	20
Otros	8%	12
TOTAL	92%	138

Tabla 7: Tabla de análisis de la cantidad de gas doméstico comprado al mes.

A partir de los resultados obtenidos podemos decir que a la mayor parte de la población que es el 43.4% compra 15 k. de gas doméstico al mes, el 35.3% utiliza 20 kilos, el 13.3% ocupa 3 kilos de gas doméstico y tan solo el 8% de la población contestó otra cantidad distinta a la proporcionada entre las que variaban de 3,10, 40, 7 y 8 kilos de gas doméstico.

2. En un mes típico, aproximadamente ¿Cuánto dinero en pesos mexicanos invierte usted en gas doméstico?

Respuestas: 150



Gráfica 2. Cantidad en pesos mexicanos invertidos al mes en gas doméstico.

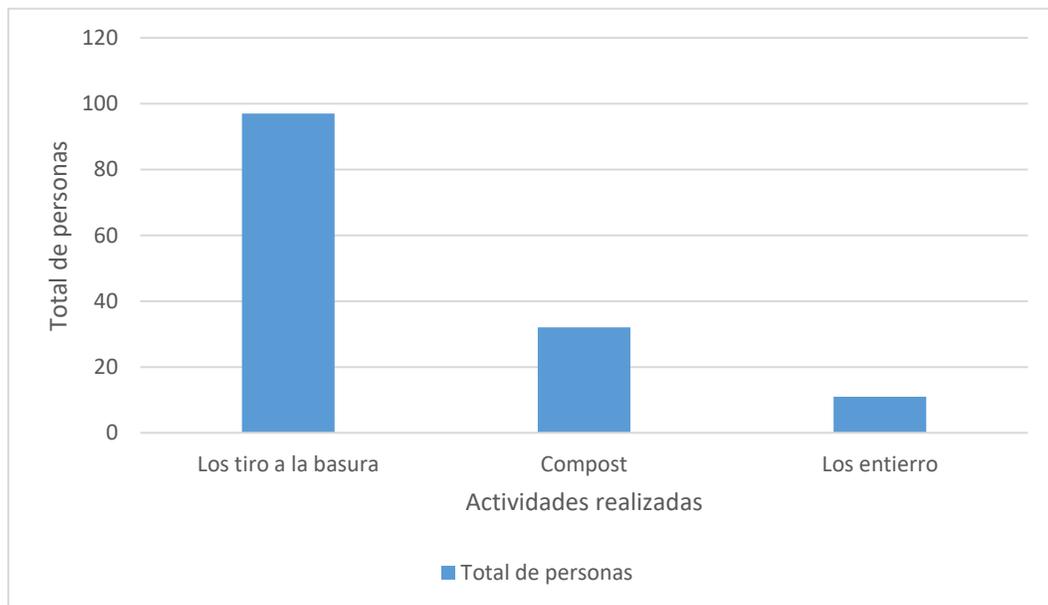
OPCIONES DE RESPUESTA	Porcentajes	Total de personas
\$100 a \$200	31%	47
\$200 a \$300	34%	51
\$300 a \$400	35%	52
TOTAL	100%	150

Tabla 8: Tabla de análisis de la cantidad en pesos mexicanos invertidos al mes en gas doméstico.

De acuerdo con las respuestas otorgadas se observa que la mayor cantidad de personas invierte entre \$300.00 a \$400.00 aproximadamente al mes en gas doméstico, el 34% de la población se encuentra entre \$200.00 a \$300.00 y el 31% de las personas encuestadas invierte entre \$100.00 a \$200.00 representando este al menor porcentaje de la población total encuestada.

3. ¿Qué suele hacer con sus desechos orgánicos? (Restos de frutas, verduras, carne, plantas, ramas, etc.)

Respuestas: 140 Otras respuestas: 10



Gráfica 3. Acciones que realiza la población con los desechos orgánicos.

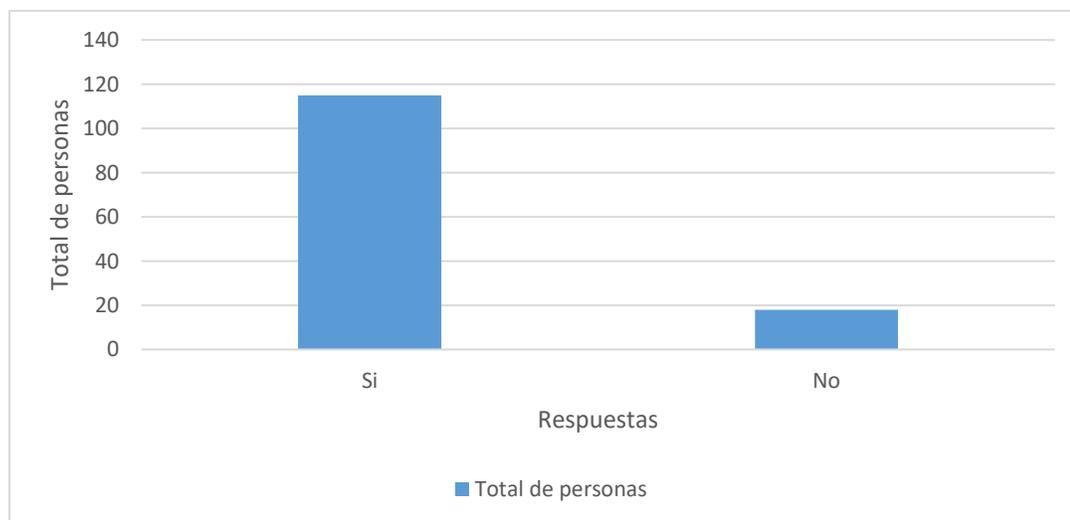
OPCIONES DE RESPUESTA	PORCENTAJES	TOTAL DE PERSONAS
Los tiro a la basura	64%	97
Compost	21%	32
Los entierro	7%	11
Otras	8%	10
TOTAL	92%	150

Tabla 9: Tabla de análisis de las acciones que realiza la población con los desechos orgánicos.

A través de esta pregunta se observa que el 64% de los encuestados tiran sus desechos orgánicos a la basura, el 21% realiza compost, el 7% los entierra y el 8% de la población restante realiza otras actividades con ellos entre las que varían abono y desperdicio para animales.

4. ¿Estaría dispuesto a comprar un equipo que le permitiera generar gas doméstico a partir de sus propios desechos orgánicos?

Respuestas: 150



Gráfica 4: Cantidad de personas dispuestas o no a comprar el equipo.

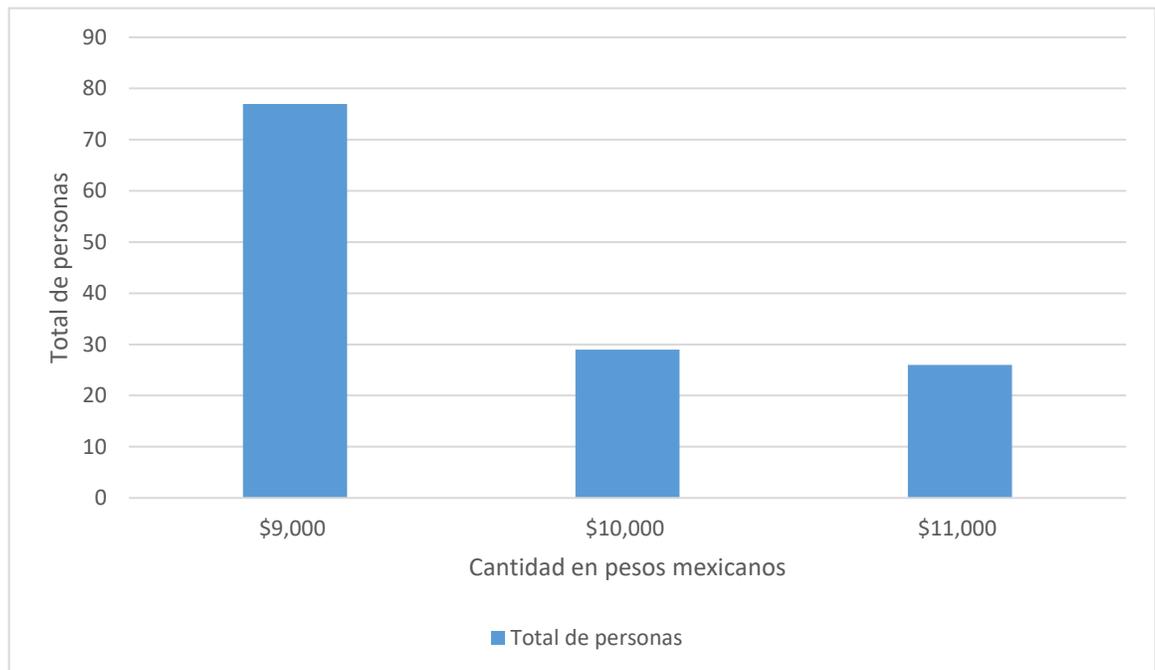
OPCIONES DE RESPUESTA	PORCENTAJE	TOTAL DE PERSONAS
Si	88%	132
No	12%	18
TOTAL	100%	150

Tabla 10. Tabla de análisis de la cantidad de personas dispuestas o no a comprar el equipo.

A partir de los resultados anteriores se aprecia que el 88% de los encuestados estarían dispuestos a la obtención del equipo sin embargo el 12% no estaría dispuesto a conseguir dicho equipo.

5. En general ¿Cuánto dinero en pesos mexicanos estarías dispuesto (a) a invertir por el equipo sabiendo que tiene un tiempo de vida de 10 a 15 años?

Respuestas: 132



Gráfica 5. Cantidad en pesos mexicanos que la población está dispuesta a pagar por el equipo.

OPCIONES DE RESPUESTA	PORCENTAJE	TOTAL DE PERSONAS
\$9000	58%	77

\$10000	22%	29
\$11000	20%	26
TOTAL	100%	132

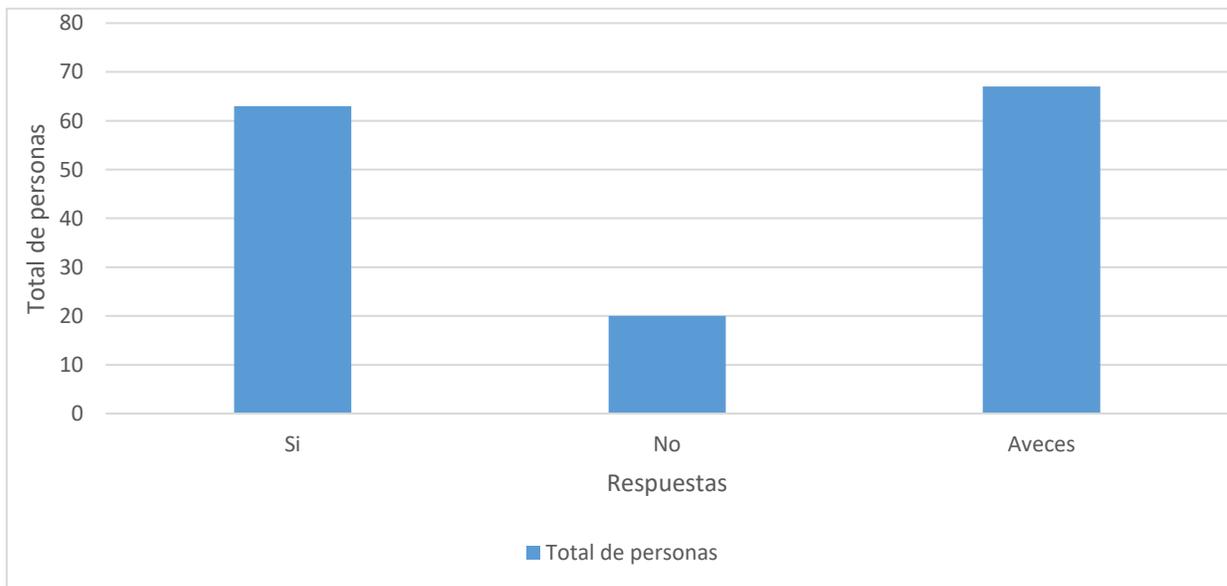
Tabla 11: Análisis de la cantidad en pesos mexicanos que la población está dispuesta a pagar por el equipo.

Se conoce que el 58% de la población estaría dispuesta a pagar \$8000.00 el 22% de la población \$9000.00 y el 20% pagaría \$10000.00.

Como observación se puede añadir que para esta respuesta se tomó como población total a la cantidad de encuestados que en la pregunta número 4 respondió afirmativamente, tomando en total a 132 personas como población total.

6. ¿Realizas actividades que contribuyen a cuidar el medio ambiente?

Respuestas: 150



Gráfica 6. Respuestas si realizan o no actividades para cuidar el medio ambiente.

OPCIONES DE RESPUESTA	PORCENTAJE	TOTAL DE PERSONAS
Si	42%	63
No	13%	20
A veces	45%	67
TOTAL	100%	150

Tabla 12. Respuestas si realizan o no actividades para cuidar el medio ambiente.

A partir de esta pregunta se demuestra que la mayor parte de la población encuestada a veces realiza actividades para cuidar al medio ambiente, el 42% si realiza actividades y el 13% no realiza ninguna actividad.

Manual de manipulación del equipo.

Preguntas básicas

¿Qué es un biodigestor?

Es un recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos. En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica para generar biogás. El residuo, luego de ser descompuesto, se utiliza como biofertilizante.

¿Qué es la digestión anaeróbica?

Es una fermentación en la que los residuos orgánicos son descompuestos en ausencia de oxígeno para producir biogás. Para que exista, deben desarrollarse bacterias anaeróbicas y sobre todo bacterias metanogénicas que producen biogás. Estas bacterias se pueden encontrar en líquidos ruminales (contenido del estómago de vacas, ovejas, cabras, etc.), en gusanos de cerdos y rumiantes, en lodos de tratamiento de efluentes y de otros biodigestores. Se debe cargar el biodigestor con estas bacterias para que mediante la digestión de los residuos se produzca biogás.

¿Qué es el biogás?

Es una mezcla de gases compuesta, en su mayor parte, por metano y dióxido de carbono en proporciones que varían según el residuo degradado. Este gas es obtenido en el proceso de digestión anaeróbica que libera la energía química contenida en la materia orgánica en forma de biogás. Se pueden adaptar cocinas, calefones, estufas, pantallas, generadores etc., para que funcionen con biogás.

Tipos de residuos que se pueden utilizar

- **Residuos de la cocina**

Todos los residuos orgánicos como:

- Café
- Lácteos
- Restos de verduras, frutas y cáscaras
- Restos de carnes
- Restos de comidas
- Alimentos en mal estado
- Té (Contenido del saco)
- Pan, pastas, harinas y granos

- **Residuos de jardín**

- Hojas
- Malezas
- Semillas
- Residuos de poda
- Rastrojos de cultivos
- Cortes de pasto y remanentes de jardín

- **Residuos que no se deben utilizar**

- Residuos que contengan insecticidas, lavandina, líquidos de limpieza, aguas de lavado.
- Latas
- Papeles
- Tierra
- Vidrio
- Cartón
- Plásticos
- Bolsas
- Cerámicas
- Metales
- Piedras
- Huesos
- Cáscara de huevos

Tamaño de los residuos

Mientras menor sea el tamaño de los residuos mas rápida será su descomposición dentro del biodigestor. Un residuo muy grande puede provocar obstrucciones por lo que se recomienda acondicionarlos de manera que los residuos sean lo mas pequeño que se pueda.

Estructura

- La estructura debe estar firme y construirse de preferencia con tubos de aluminio.
- Es necesario revisar de manera minuciosa las bolsas herméticas por cualquier posible ruptura, asi como llenarla de agua antes de colocarla en el biodigestor, ya que con esto podremos observar si existe alguna ruptura.
- Es muy importante de igual manera asegurar lo mas que se pueda las dos bolsas herméticas.
- Asegurar tambien el mecanismo presurizado de gas para que este se encuentre siempre encima de la bolsa de almacenamiento de biogás.
- Revisar que las lineas de gas del biodigestor esten bien aseguradas y colocadas para evitar cualquier fuga.

Recomendaciones

- Procurar la alimentación continua ya que de esto dependerá el volumen de biogas obtenido.
- No olvidar que la cantidad de agua debe ser proporcional a la cantidad de comida.
- Si existe alguna perdida o fuga vaciar el biogás contenido en el aire poco a poco hasta que quede mas o menos vacio y sellar la fuga.

A continuación se muestra una tabla con los posibles problemas y sus soluciones.

POSIBLES PROBLEMAS	SOLUCIONES
Huele a Biogás el ambiente	<p>Revisar todas las entradas y salidas. De encontrar alguna ruptura o fuga sellar de inmediato con algún material sellador y no introducir alimentos para la producción del biogás hasta que se haya secado.</p> <p>Si es posible vaciar lo mas que se pueda el sistema para su correcto sellado.</p> <p>Nota: No dejarlo vacío.</p> <p>Liberar el biogas lentamente y con ciertos intervalos de tiempo.</p>
Poco Biogás en la bolsa de almacenamiento	<p>Tratar de asegurarse de la correcta alimentación del biodigestor, de no ser así organizar horarios en donde se pueda llenar y esperar a que haya suficiente biogás en la bolsa de almacenamiento para que el sistema no quede vacío.</p>
No llega biogás a la cocina	<p>Revisar que no estén obstruidas las líneas de gas, así como también mover la bolsa de presurizado y verificar que haya suficiente biogás en almacén.</p>
Hay poca presión en la línea	<p>Es probable que la línea este obstruida, verificar en donde esta la obstrucción o de ser necesario reemplazarla.</p> <p>Colocar de manera correcta los manómetros en la salida.</p>
El biodigestor dejo de producir Biogás	<p>Añadir pastillas enzimáticas y hacer el proceso de activación.</p>