

COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE BIODIGESTORES UTILIZADOS EN LA
CIUDAD DE VILLAVICENCIO-META



SHIRLEY JOHANA OCAMPO PARRA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO
2015

COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE BIODIGESTORES UTILIZADOS EN LA
CIUDAD DE VILLAVICENCIO-META

OCAMPO PARRA SHIRLEY JOHANA

Trabajo de grado para optar el título de Administrador de Empresas Agropecuarias

Director
OSCAR ORLANDO BERRIO FLÓREZ
Profesional en Administración de Empresas
Especialista en Gerencia de Negocios Internacionales

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO
2015

AUTORIDADES ACADEMICAS

P. CARLOS MARIO ALZATE MONTES, O.P.
Rector General

P. EDUARDO GONZÁLEZ GIL, O.P.
Vicerrector Académico General

P. JOSÉ ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.
Rector Sede Villavicencio

P. ALVARO JOSÉ ARANGO RESTREPO, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

ADM. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN
Secretaria de División Sede Villavicencio

MVZ. WILSON ENRIQUE RUEDA URIBE
Decano Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias

NOTA DE ACEPTACIÓN

WILSON ENRIQUE RUEDA URIBE
Decano de Facultad Administración de Empresas
Agropecuarias

OSCAR ORLANDO BERRIO FLÓREZ
Director trabajo de grado

JESÚS ALEJANDRO GÄRTNER TREJOS
Jurado

RAFAEL ENRIQUE CARPINTERO BECERRA
Jurado

Villavicencio, Abril de 2015

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por acompañarnos en el camino de la formación profesional, por guiarme y ser quien me dio la fortaleza que necesitaba para seguir adelante en los momentos de debilidad. A el que todo lo sabe y todo lo puede, gracias.

A mis padres Orlando Ocampo García y Nelly María Parra Cárdenas a quienes les debo toda mi vida, a mi hijo Ángel Samuel González Ocampo les agradezco tanto amor y comprensión, a ustedes, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino, agradezco por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, ser mi ejemplo de vida y por brindarme la fortaleza necesaria para seguir adelante, promoviendo el crecimiento personal y la unión familiar.

A mis hermanas quienes me han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de esta experiencia.

Al Médico veterinario Zootecnista Fredy Lara el cual me ayudó mucho en sus conocimientos y apoyándome para implementar este proyecto en la fundación de animales Asodeicol.

Al director de proyecto administrador de empresas Oscar Orlando Berrío Flórez el cual me dedico una gran parte de su valioso tiempo para culminar exitosamente este proyecto.

Al Dr. Jesús Alejandro Gartner Trejos y al Ingeniero Agrícola Rafael Enrique Carpintero Becerra; quienes fueron mis jurados y un gran apoyo en el proceso de esta investigación.

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. MARCO CONCEPTUAL.....	15
4.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR.....	16
4.2 LA DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	19
4.3 BIOGÁS	20
4.3.1 Componentes presentes en el biogás y sus efectos	20
4.4 BIODIGESTOR A IMPLEMENTAR.....	23
5. METODOLOGÍA PROPUESTA:.....	25
5.1 UBICACIÓN.....	25
5.2 METODOLOGÍA.....	25
6. RESULTADOS	27
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	31

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Relaciones C/N de varios productos residuales.....	17
Tabla 2. Residuos vegetales y posible producción de biogás [Álvarez et al., sf]. ..	19
Tabla 3. Componentes del biogás y su efecto en las propiedades.....	21
Tabla 4. Composición nutricional aproximada del concentrado FILPO®	25

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Correlación entre Átomos de carbono de la cadena y % Vol. de metano en el gas	22
Figura 2. Esquema de una planta de cúpula fija [Robles-Gil 2001; Olaya 2006]. ..	24

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Esquema de una planta de cúpula fija	31
Anexo 2. Diseño de Biodigestor.....	32

RESUMEN

El objetivo fundamental de la investigación es implementar un Biodigestor de cúpula fija en la Fundación de animales ASOIDECOL (Asociación para el desarrollo integral de Colombia), ubicada en el km 9 de la Vereda Servitá vía antigua a Bogotá. Permitiendo con la implementación del biodigestor mitigar el impacto ambiental generado por las excretas en la fundación.

A través de esta investigación ASODEICOL será ejemplo y punto de partida para las demás fundaciones que operan en el sector utilizando buenas prácticas en el manejo de las excretas caninas y contribuir a la mitigación de olores, disminución de aguas para lavado de las instalaciones, abono orgánico destinado a la fertilización de zonas verdes comunitarias entre otros.

Por consiguiente, concientizar a las fundaciones del sector a que no acumulen las excretas caninas en un solo lugar ya que afectan la salud humana y animal. Debido a esto, el cambio generara un valor agregado para el estiércol de los caninos generando Biogás y Biol. Una vez implementado, se concientizara a través de campañas focalizadas en los diferentes parques de la ciudad mostrando la importancia y el manejo que se le deben dar a éstas para mitigar el impacto ambiental.

Palabras claves: Biodigestor, Biogás, Biól, Excretas.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto realiza una evaluación actual de la Fundación de animales ASODEICOL con relación al manejo de las excretas caninas. Sus instalaciones se encuentra ubicada en el km 9 vía antigua a Bogotá en la vereda Servitá su misión es rehabilitar animales abandonados prestándoles todos los cuidados y atención pertinente para ponerlos en adopción. Encontrando como problemática el manejo que se le da a las excretas caninas que afecta directamente a la contaminación ambiental, e infecciones por sus olores entre otras.

Atraves de la comparación teóricamente realizada a lo largo proyecto se sugiere que ASODEICOL elabore un biodigestor especialmente tipo chino para el debido manejo de estas excretas. Como beneficio se logrará la producción de abono orgánico destinado a la fertilización de zonas verdes y obtención de biogás. A su vez será ejemplo para otras fundaciones que se encuentran en el sector y su efecto multiplicador en buenas prácticas para el manejo ambiental.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las excretas de los caninos son un problema social y ambiental para todas las ciudades, especialmente la ciudad de Villavicencio dado el gran número de animales callejeros, que de acuerdo con datos de la Secretaria Municipal de Salud alcanza 34 mil animales de los cuales 9 mil son gatos y 25 mil son perros. Un gran porcentaje deambula por las calles, dejando con sus heces un alto grado de contaminación, ocasionando amenazas a la salud pública, entre otros parásitos gastroentéricos que estos animales pueden diseminar a través de las heces fecales. La dimensión de este problema se magnifica en las instalaciones donde funciona el albergue de los animales que están en las vías públicas llamado: “ASODEICOL”, el cual alberga 180 animales que generan aproximadamente 90 kg de excretas al día, material orgánico que actualmente no recibe ningún tratamiento, el cual es potencial causa de contaminación ambiental.

Como estrategia de solución a este problema se propone la comparación dos tipos de Biodigestores para la producción de biogás o biól a partir de este material; el cual podría generar beneficios no solo a Asodeicol sino a toda la comunidad de Villavicencio, a través de la mitigación del impacto ambiental, por disminución de agua para el lavado de las instalaciones, disminución de olores que podrían causar enfermedades respiratorias, la producción de abono orgánico destinado a la fertilización de zonas verdes comunitarias de la ciudad, y la socialización de la estrategia a dueños de mascotas que podrían complementar esta acción mediante la recolección de las excretas en los parques y calles de la ciudad, para disminuir posibles riesgos de salud pública e impactos ambientales negativos.

2. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar dos tipos de Biodigestores Utilizados en la Ciudad de Villavicencio - Meta

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la calidad y cantidad de biogás producido mediante los biodigestores a comparar: Taiwán y chino.
- Identificar teóricamente la calidad y rentabilidad de biól generado apartir de la digestión anaerobia de las excretas.
- Verificar el impacto ambiental que genera el mal manejo de las excretas en la Ciudad de Villavicencio-Meta.

3. JUSTIFICACIÓN

El fecalismo canino al aire libre se ha convertido en un grave problema ambiental con fuerte repercusión en la salud de las personas y los animales. Para evitar los posibles impactos ambientales, es importante manejar en forma adecuada las excretas de los caninos y socializar la información disponible a toda la comunidad, con especial énfasis en los posibles efectos sobre la salud humana.

El excremento de perros genera material particulado que es volatilizado, pudiendo ser respirado por los seres humanos o por ingestión de los huevos al estar en contacto las heces con los zapatos, juguetes, etc. Lo que ocasiona principalmente enfermedades gastrointestinales.

Con los biodigestores no solo se disminuye la contaminación ambiental por las excretas si no que se genera materia orgánica (abono para cultivos), produce gas para calentar camadas de algunos sistemas productivos como cerdos y beneficia a las familias ya que les sirve para cocinar y tener energía.

4. MARCO CONCEPTUAL

Un Biodigestor es un equipo que produce gas metano (CH_4), a partir de la descomposición de restos orgánicos, particularmente heces animales (vacunos, porcinos, etc.).

El término biomasa¹ se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que tiene su origen en un proceso biológico, ejemplo la madera, los desechos agrícolas y el estiércol animal; la biomasa puede convertirse en energía a través de dos procesos, el bioquímico, en el cual se ubica la tecnología del biogás, y el termoquímico. [Posso 2002]. La biomasa se clasifica de acuerdo con las siguientes categorías: [Posso 2002].

- Natural, que corresponde a la que se produce espontáneamente en la naturaleza, como bosques, matorrales, hierbazales, entre otros.
- Residual, obtenida de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, como los estiércoles que son usados como materia prima para la producción del biogás.
- Plantaciones energéticas, que corresponde a cultivos energéticos, es decir plantaciones que están dedicadas a la producción de un combustible, como la caña de azúcar, el maíz, especies de palma, entre otros. [FAO 2008].

Una forma inmediata de aprovechar el recurso biomásico, es a partir de la fermentación anaeróbica, proceso denominado digestión anaeróbica, en el cual se convierte la compleja materia orgánica en metano (CH_4) y otros gases, y cuya producción depende de la cantidad y del tipo de materia adicionada al sistema; se ha podido establecer que usando materia altamente biodegradable se obtiene 0.5 m^3 de gas por Kg de masa, con un 70% de Metano. [Guzmán 2008].

Las bacterias fermentan el material orgánico en ausencia de aire (es decir, fermentación anaeróbica) y producen biogás; este material de fermentación está constituido por sustancias sólidas orgánicas, inorgánicas y agua (el cual incrementa la fluidez del material de fermentación, característica importante para el funcionamiento de una planta de biogás), y su componente inorgánico no sufre modificación alguna durante el proceso de fermentación. [Guevara 1996]. El biogás que generalmente se produce, es un gas incoloro, inflamable, y contiene 60% de

¹ OLAYA ARBOLEDA Yeisón, GONZÁLEZ SALCEDO, Luis Octavio. Fundamentos para el diseño de biodigestores. [En línea]. Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas. Palmira - Valle. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Administración. 2009. p. 4. . [Citado 7, Abril, 2015]. Disponible en internet: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

metano y 40% de dióxido de carbono, con aportes menores de Nitrógeno, Hidrógeno, y gas sulfhídrico; su poder calorífico es de 4400 Kcal/m³. [Guzmán 2008].

Las fases del proceso de fermentación son: [Guevara 1996; Ramón et al. 2006]:

- Primera fase, de hidrólisis, donde las bacterias fermentativas o acidogénicas hidrolizan los polímeros y las convierten a través de la fermentación en ácidos orgánicos solubles.
- Segunda fase, de acidificación, donde las bacterias acetogénicas causan una metabolización de los complicados ácidos orgánicos en acetatos (CH₃COOH), dihidrógenos (H₂) y carbodióxidos (CO₂).
- Tercera fase, de mecanización, donde las proteínas, hidratos de carbono y grasa, los aminoácidos, alcoholes y ácidos grasos que se formaron en las fases anteriores, se convierten en metano, bióxido de carbono y amoníaco. En la última fase el material de fermentación se vuelve más líquido.

4.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR. [Guevara 1996; Hilbert 2003]: ²

- **Temperatura y tiempo de retención:** el rango de temperatura y el periodo de retención dentro del biodigestor, clasifican la fermentación de la siguiente manera. [Alcayaga et al. 1999]:
 - Fermentación psicrófila, para un rango de temperatura entre 10 y 20°C y más de 100 días de retención. Un adecuado funcionamiento del biodigestor se recomienda una temperatura de 0-20 °C.
 - Fermentación mesófila, para un rango de temperatura entre 20 y 45°C y aproximadamente 30 a 40 días de retención.
 - Fermentación termófila, para un rango de temperatura entre 45 – 97 °C y más de 8 días de retención. Este tipo de fermentación no es apropiada para plantas sencillas.
- **Relación C/N:** Los materiales de fermentación están compuestos en su mayor parte por carbono (C) y también contienen nitrógeno (N), entonces se establece la relación entre ellos (C/N), la cual influye sobre la producción de gas. [Alcayaga et al. 1999]. Una relación de 20:1 hasta 30:1 es aceptable,

² Ibíd., p. 6

[Alcayaga et al. 1999]. aunque el valor ideal es de 16; [Corace et al. 2006]; mezclas de materiales de fermentación con alto contenido de nitrógeno (como por ejemplo, el estiércol de gallina) con material de fermentación con alto contenido de carbono (como el tamo de arroz) generan una elevada producción de gas. [Alcayaga et al. 1999].

A continuación se menciona la relación Carbono/Nitrógeno de los productos residuales más utilizados: [Guevara 1996; Corace et al. 2006]:

Tabla 1. Relaciones C/N de varios productos residuales³

Sustancia Relación	C/N
Orina	0.80
Estiércol equino	25
Estiércol vacuno	18
Alfalfa	16-20
Algas marinas	19
Aserrín	511
Basura	25
Cáscaras de papa	25
Paja seca de trigo	87
Paja seca de arroz	67
Tallo del maíz	53
Hojas secas	41
Estiércol de aves	32
Pasto	27
Estiércol ovino	29
Estiércol de cerdos	13
Excretas frescas humanas	2.90

Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

- **Niveles de amoníaco:**⁴ Este parámetro es importante cuando se utilizan determinados materiales que contienen un alto porcentaje, como es el caso de los estiércoles de aves. [Álvarez et al., sf]. Se recomienda que los niveles dentro de los digestores se mantengan por debajo de los 2000 mg/l, para lo cual se aumentan las diluciones de entrada del material. [Álvarez et al., sf].

³ Ibíd., p. 6

⁴ Ibíd., p. 7

- **PH:**⁵ Está en función de la concentración de CO₂ en el gas, de la concentración de ácidos volátiles y de la propia alcalinidad de la materia prima. [GTZ-CVCOEKOTOP 1987]. Las bacterias responsables del mecanismo de producción de biogás son altamente sensibles a cambios en el pH, oscilando entre 6 y 8. (es deseable un valor entre 7 y 7.2) [GTZ-CVC-OEKOTOP 1987]. En el proceso anaerobio⁶ determina la inhibición o toxicidad de las bacterias metanogénicas, ocurriendo esta patología cuando es inferior a 6.0. Un adecuado funcionamiento se presentará con un pH en el biodigestor entre 6.5 y 7.5. [Vargas 2006].
- **Contenido de agua de la mezcla:**⁷ Las bacterias y otros microorganismos no pueden funcionar efectivamente cuando el contenido de agua de la mezcla es demasiado bajo, y la cantidad de biogás producido será pequeña. [Álvarez et al., sf]. Cuando la mezcla es demasiado diluida, se puede digerir relativamente poca materia orgánica y la producción del biogás es limitada. [Álvarez et al., sf]. El uso primordialmente de excreta humana y orines, estiércol, y desechos de agricultura, como alimento para el digestor, deberá conllevar a una razón de biomasa a agua entre 1:1 y 1:2; y por cada 100 Kg de heces y orina, se requerirán entre 100 y 200 litros de agua. [Álvarez et al., sf]. La actividad de mezclar, debe realizarse en forma adecuada y uniforme en el tanque del digestor para promover una digestión efectiva, especialmente si se utiliza biomasa cruda con alto contenido leñoso. [Álvarez et al., sf].
- **Materiales Orgánicos:**⁸ Las actividades pecuarias y agrícolas, producen materiales orgánicos que pueden ser tratados mediante el proceso anaeróbico. [Acevedo 2006] Otros materiales orgánicos de origen animal también pueden emplearse como sustrato para la obtención de biogás y bioabono. [Álvarez et al., sf; Torres & Follari, sf]. A continuación se puede observar en la tabla No. 2, donde se relaciona el material fresco y los litros de biogás producidos.

⁵ Ibíd., p. 7

⁶ Ibíd., p. 11

⁷ Ibíd., p. 7

⁸ Ibíd., p. 8

Tabla 2. Residuos vegetales y posible producción de biogás [Álvarez et al., sf].⁹

Material fresco	% sólidos totales	% sólidos orgánicos	Litros de biogás por un kg de sólidos orgánicos
Paja de arroz	89	93	220
Paja de trigo	82	94	250
Paja de maíz	80	91	410
Hierba fresca	24	89	410
Jacinto de agua	7	75	325
Bagazo	65	78	160
Desecho de verdura	12	86	350

Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

4.2 LA DIGESTIÓN ANAEROBIA¹⁰

El tratamiento anaerobio es un proceso microbiológico en ausencia de oxígeno, en el que la materia orgánica se transforma por acción de microorganismos en biogás y bioabono [Yank et al., sf]; en él se implica la realización de una serie de reacciones bioquímicas donde participan microorganismos, de los cuales una parte son oxidados completamente por el carbono formando anhídrido carbónico, mientras otra es reducida en alto grado para formar el metano. [Guevara 1996] El proceso anaeróbico ocurre en cuatro etapas: [Vargas 1992; Guevara 1996; Hilbert 2003],

- **Hidrólisis:** En esta etapa, los substratos complejos (celulosa, proteína, lípidos) son hidrolizados en compuestos solubles (azúcares, aminoácidos y grasas) por la acción de enzimas extracelulares de las bacterias.
- **Acidogénesis:** En esta etapa, los compuestos solubles son fermentados a ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico), alcoholes hidrogeno y CO₂. Esta etapa se conoce también como fermentativa. Es decir, es un periodo de producción intensiva de ácidos, que se inicia con los alimentos y compuestos de más fácil descomposición, como las grasas, donde hay una alta producción de dióxido de carbono (CO₂), ácido sulfhídrico (H₂S), ácidos orgánicos y bicarbonatos; su pH se encuentra en la zona ácida, con valores entre 5.1 y 6.8. [Guevara 1996].

⁹ Ibíd., p. 9

¹⁰ Ibíd., p. 8

- **Acetanogénesis:** Esta etapa ocurre cuando las bacterias acetogénicas oxidan el ácido propiónico y el butírico hasta acético e hidrógeno, que son los verdaderos substratos metanogénicos. Es decir, es un periodo donde se producen ataques a los ácidos orgánicos y compuestos nitrosos, en pequeñas cantidades hay producción de dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno e hidrógeno, bicarbonatos y de compuestos amoniacales; se caracteriza por presentar mal olor debido a la presencia de ácido sulfhídrico (H_2S), flotación de gran parte de sus sólidos, y un pH aún en la zona ácida con valores entre 6.6 y 6.8. [Guevara 1996].
- **Metanogénesis:** En esta etapa, los últimos compuestos son tomados dentro de las células bacteriales metanogénicos convirtiéndolos en metano y excretándolo fuera de la célula. Este es un periodo de digestión intensiva, de carácter de fermentación alcalina, en el cual hay una digestión de las materias resistentes, de las proteínas, de los aminoácidos, y de la celulosa; se caracteriza por la producción de sales de ácidos orgánicos y volúmenes de gas, en una mezcla donde hay un alto porcentaje de metano, y el resto corresponde a dióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno. [Guevara 1996] Como características del material digerido, están el olor a alquitrán, hay pequeñas cantidades de sólidos flotantes, y el pH se ubica en la zona alcalina, con valores entre 6.9 y 7.4. [Guevara 1996].

4.3 BIOGÁS

El biogás¹¹ es un producto del metabolismo de ciertas bacterias que participan en la descomposición de tejidos orgánicos en ambiente húmedo y carente de oxígeno. A su vez, durante el proceso de descomposición, algunos compuestos orgánicos son transformados a minerales, los cuales pueden ser utilizados fácilmente como fertilizantes para los cultivos.

El biogás¹² está constituido principalmente de Metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y una serie de impurezas que dependen del origen primario del biogás

4.3.1 Componentes presentes en el biogás y sus efectos

¹¹ PEREZ MEDEL Javier Andrés. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. [En línea]. Memoria para optar al título de ingeniero civil Mecánico. Santiago de Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 2010. p. 1. . [Citado 7, Abril, 2015]. Disponible en internet: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf

¹² WARD A. et al. "Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources". Bioresource Technology, volumen 99, 2008, pág. 7928-7940.

Los componentes más comunes que se encuentran presentes en el biogás y sus efectos son:

Tabla 3. Componentes del biogás y su efecto en las propiedades.¹³

CO ₂	25 - 50 % vol	Baja el poder calorífico
		Incrementa el número de metano
		Causa corrosión
		Daña celdas alcalinas de combustible
H ₂ S	0 - 0,5 % vol	Corrosión en equipos y piping
		Emisiones de SO ₂ después de los quemadores
		Emisión de H ₂ S en combustión imperfecta
		Inhibición de la catálisis
NH ₃	0 - 0,05 % vol	Emisión de Nox
Vapor de agua	1 - 5 % vol	Daño en las celdas de combustibles
		Corrosión en equipos y piping
		Daños de instrumentación por condensado
		Riesgo de congelar y bloquear tuberías y válvulas
Polvo	> 5µm	Bloquea las boquillas y celdas de combustibles
N ₂	0 - 5 % vol	Baja el poder calorífico
Siloxenos	0 - 50 [mg/m ³]	Actúan como abrasivos, daño en motores

Fuente: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/2990/2/136179.pdf>

Efectos del CO₂ en el biogás.¹⁴ La presencia de CO₂ en el gas se mide en la razón de CO₂/metano [%vol] y puede ser controlada parcialmente debido a que es esencial en la formación de metano en el gas por lo que no se busca hacerlo desaparecer.

Los factores que afectan la composición de CO₂ son:

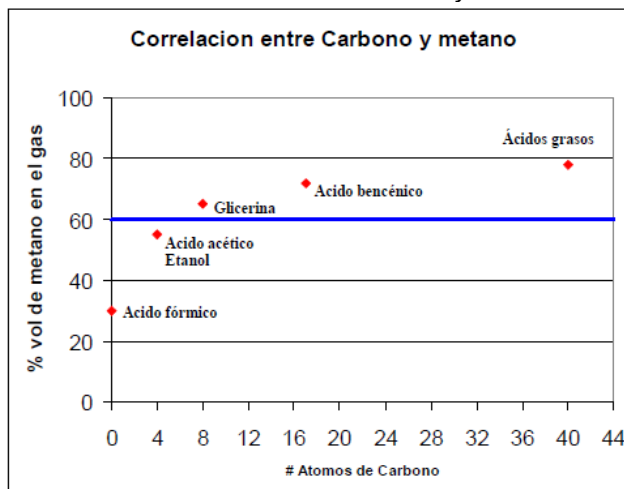
1) La presencia de compuestos con largas cadenas de hidrocarburos por ejemplo compuestos con alto contenido en grasas ayudan a mejorar la calidad del gas cuidando de no afectar la acidez, la cantidad de átomos de Carbono presentes en el substrato se relaciona directamente con el porcentaje en volumen de metano presente en el biogás. Ver Figura 1.

¹³ PEREZ MEDEL Javier Andrés. Op. cit., p. 14.

¹⁴ Ibid., p. 14

* Reactor, lugar del biodigestor donde toma lugar la biodigestión

Figura 1. Correlación entre Átomos de carbono de la cadena y % Vol. de metano en el gas



Fuente: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf

- 2) El proceso de fermentación toma lugar de manera más rápida si el material en el reactor* está distribuido homogéneamente.
- 3) Un alto contenido de líquido en el reactor influye en una alta concentración de CO₂ disuelto en el agua, lo que disminuye el nivel de CO₂ presente en la fase gaseosa.
- 4) A mayor temperatura de fermentación, disminuye la cantidad de CO₂ disuelto en el agua
- 5) Una alta presión durante el proceso lleva a una mayor concentración de CO₂ presente en el agua, esto se puede aprovechar si se purga material con alto contenido en CO₂ disuelto en el agua (claramente una vez iniciado el proceso de proliferación bacteriana).

N₂ y O₂ presente en el biogás.¹⁵ El nitrógeno y oxígeno presente en el biogás se encuentran normalmente en proporción 4:1 y usualmente se incorporan en las etapas de ventilación que tienen como objetivo eliminar el ácido sulfhídrico presente en el reactor, estos gases pueden entrar también normalmente en pequeñas cantidades si el sistema de tuberías no está perfectamente hermético.

Amoniaco presente en el biogás.¹⁶ Normalmente la concentración de amoniaco es baja (<0,1 mg/m³), cuando los substratos usados provienen de excremento de aves o algunos casos particulares de basura la presencia de amoniaco se puede

¹⁵ Ibid., p. 15

¹⁶ Ibid., p. 15

incrementar hasta no superar los 1.5 mg/m³, por sobre este límite existe riesgo para los quemadores inclusive para la vida de los motores utilizados

Ácido sulfhídrico presente en el biogás.¹⁷ La cantidad de H₂S presentes en los gases de escape depende principalmente del proceso utilizado para la obtención del biogás y del tipo de sustrato involucrado, si no existe un paso de desulfurización, la concentración de H₂S puede exceder el 0.2% vol.

Cuando el sustrato fermentado es viscoso el contenido de H₂S es menor que en el caso de un sustrato líquido.

El sulfuro de hidrógeno contenido en el biogás, junto a la humedad de éste, se convierte en ácido sulfúrico (H₂SO₄), el cual es nocivo para ciertos equipos como calentadores de agua, motores o refrigeradores¹⁸. Por lo tanto, la reducción del sulfuro de hidrógeno se hace necesaria cuando el biogás presenta sobre 2% en volumen de este compuesto. Sin embargo, la desulfuración no es necesaria si el biogás contiene menos de 1% de este compuesto.

Siloxenos presentes en el biogás.¹⁹ Los siloxenos son variantes de la silicona y se presentan como grupos separados en el biogás, estos componentes pueden ser hallados principalmente en cosméticos, detergentes, tintas de impresión y en materiales de construcción, es por esto que en los desechos domésticos, que son sustrato principal para el biogás obtenido de plantas de tratamientos de agua o de vertederos, se encuentran muchos de los compuestos derivados de la silicona.

Sin embargo el contenido de siloxenos puede ser alto en plantas que fermentan mezclas de sustratos (con una parte proveniente de fangos de cloaca).

Concentraciones aceptables de estos compuestos son de 0.2 mg/m³, cuando se quema biogás con siloxenos presentes se forma SiO₂ lo que se deposita en la superficie de partes y maquinas, pero en motores que queman biogás puede producir abrasión de la superficie de pistones.

4.4 BIODIGESTOR A IMPLEMENTAR.

La planta con cúpula o campana fija:²⁰ Mostrada esquemáticamente en la Figura

¹⁷ Ibíd., p. 16

¹⁸ MARTINEZ R., CHAVEZ E., LÓPEZ I, Utilización del biogás como combustible para motores de combustión interna. En: V Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica (COMEC), 4-6 de noviembre de 2008, UCLV, Santa Clara, Cuba. Centro de Estudios de Termoenergética Azucarera (CETA), 2008. 8 p.

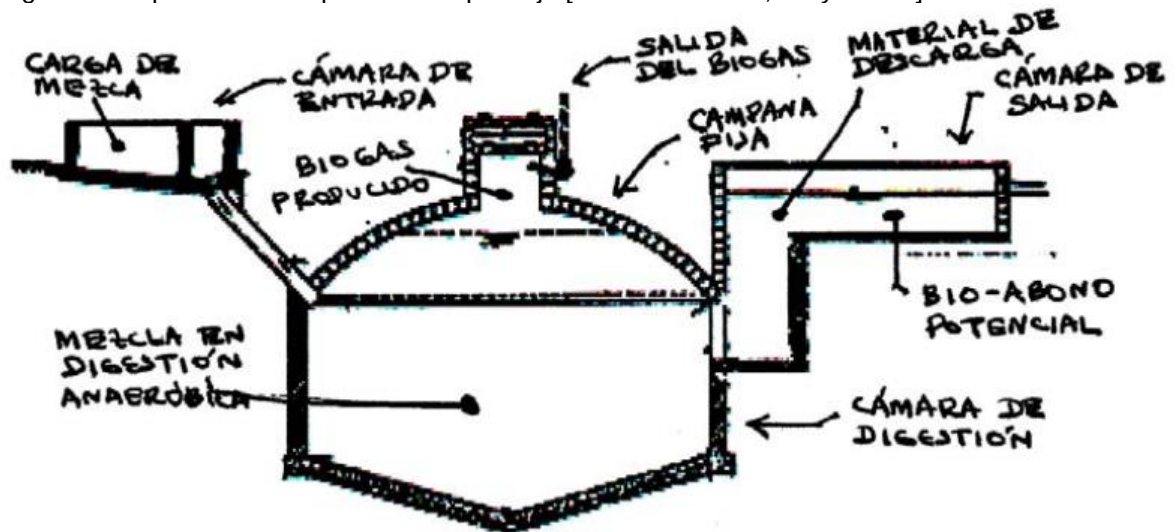
¹⁹ PEREZ MEDEL Javier Andrés. Op. cit., p. 18

²⁰ OLAYA ARBOLEDA Yeisón, GONZÁLEZ SALCEDO, Luis Octavio.. Op. cit., p. 14.

2 [Robles-Gil 2001; Olaya 2006], se compone de un digestor construido en mampostería y un domo fijo e inmóvil cerrado donde se almacena el biogás. Durante la producción de biogás, la masa de fermentación es desplazada hacia el tanque de compensación y cuando se extrae el gas, la masa líquida vuelve hacia el biodigestor. A través de constantes oscilaciones de la masa de fermentación en la parte superior de la cúpula se evita la formación de capa flotante. [Vargas 1992]. Es conocido también como biodigestor Chino, y debido a que el gas debe ser liberado continuamente para reducir la presión interna, se utilizan en instalaciones donde el consumo sea continuo o para almacenar el biogás en un depósito aparte. [Olaya 2006].

Entre sus ventajas se tiene una larga vida útil de aproximadamente 20 años; no posee partes móviles y/o metálicas que se puedan oxidar, aunque la construcción en concreto deberá ser durable; y su construcción es subterránea, que lo protege contra bajas temperaturas [Hilbert 2003]. Entre sus desventajas se encuentran que la presión de gas no es constante; la presión puede ser muy alta, por ello la cúpula tiene que ser cuidadosamente sellada e impermeabilizada para evitar porosidades, grietas y escapes de gas; y presenta costos de construcción bajos. [Hilbert 2003].

Figura 2. Esquema de una planta de cúpula fija [Robles-Gil 2001; Olaya 2006].



Fuente: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

5. METODOLOGÍA PROPUESTA:

5.1 UBICACIÓN

El trabajo se realizará en la finca la Tribuna donde funcionan las instalaciones del centro de albergue para los animales callejeros “ASODEICOL”. Ubicada en el municipio de Villavicencio, en el Km 9 antigua vía a Bogotá en la vereda Servita, cuyas coordenadas son Longitud Oeste 73° 42’ 23” Latitud Norte 4° 12’ 54”, una temperatura promedio de 18° a 24° C, alta pluviosidad, una precipitación promedio de 5000 mm al año, humedad relativa del 75 al 85%. ²¹

Las instalaciones de “ASODEICOL” tienen una extensión de 5 hectáreas en total y 0.225 hectáreas construidas.

Los caninos serán alimentados con base a alimento balanceado comercia FILPO® el cual tiene ofrece una composición nutricional descrita en la Tabla 2:

Tabla 4. Composición nutricional aproximada del concentrado FILPO®

COMPOSICION	PORCENTAJE
Humedad máxima	10-12%
Proteína	19%
Grasa	7%
Fibra	5%
Cenizas	10%

Fuente: Elaboración propia

5.2 METODOLOGÍA

Para la elaboración del biodigestor en este caso se escogerá el tipo chino ya que resiste altas y bajas temperaturas se realizara lo siguiente:

A) Se realiza la excavación cilíndrica de 1.50 de profundidad con un radio de 1.75. Este paso dura aproximadamente 4 días.

²¹ ALCALDIA DE VILLAVICENCIO. Diagnóstico y caracterización de la vereda Servitá. Villavicencio. 1998.

B) se preparan las mezclas para realizar los muros de acuerdo a la graficas 2 anexas. (Ver anexos)

C) Después del tiempo de fraguado de la obra se inicia el llenado y se realiza la primer prueba entre los 30 y 40 días alimentándolos diariamente con un promedio de 90 kilos de excretas de canino que llevada a más de un 30% de humedad se convierte en 270 litros que ingresan al biodigestor.

D) Se espera que en 40 días las excretas produzcan gas, mientras se realiza el proceso de degradación se realizan las instalaciones domiciliarias para llevar el gas a los puntos de aprovechamiento. (Ver anexo 2)

6. RESULTADOS

Es importante tener en cuenta el énfasis que se está haciendo actualmente en el medio ambiente y en el aprovechamiento de los recursos que la naturaleza nos dio, por esta razón es importante tener en cuenta que es de gran importancia hacer un aprovechamiento de la materia fecal de los animales para evitar la contaminación del agua, que va a ser consumida por los animales que habitan en la finca y que están consumiendo el agua que va por la quebrada que suministra esta fuente de agua a varias veredas o predios.

Mediante el desarrollo de esta investigación se puede notar que aunque las excretas de los porcinos es más contaminante y genera más metano; también se puede manejar con excretas caninas ya que es algo innovador y lo que se quiere lograr con el desarrollo del mismo es mitigar el impacto ambiental. Esta investigación se deja abierta para cualquier tipo de modificación y anexo de información de la misma

CONCLUSIONES

Se puede concluir que en este tipo de biodigestor, si se puede realizar el proyecto; ya que está diseñado para que resista altas y bajas temperaturas.

El biodigestor de cúpula fija estudiado en este trabajo es el más recomendado para la Fundación debido a sus características de diseño como: no tiene partes oxidables, fácil instalación, operación y mantenimiento, además de su resistencia a altas y bajas temperaturas que podrían presentarse en el proceso.

El mal manejo de las excretas en la mayoría de los casos produce un alto impacto ambiental como contaminación de suelos y agua. El proyecto se enfoca en una solución ambiental de estos problemas al proponer el manejo adecuado de las excretas por medio del biodigestor de cúpula como se demostró en el transcurso de este trabajo, reduciendo el impacto ambiental y mejorando el desarrollo sostenible de la Fundación.

La utilización de los productos obtenidos en el proceso como son: Biol y biogás son aprovechables en el mantenimiento de otros procesos funcionales de la Fundación que generan una reducción de costos en materias primas como fertilizantes y consumo de energía. Además de disminuir los costos de funcionamiento en cuanto al uso del agua para lavado de residuos, costos de producción de la comida a partir de la obtención de Biogás, de otra parte, se reducen los gases de efecto invernadero, lográndose así un desarrollo sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARO ZAPATA CADAVID, "Utilización del biogas para la generación de electricidad" Análisis y evaluación de tecnologías promisorias como estrategias que promuevan la integración y optimización del uso de recursos animales en sistemas agrosilvopecuarios. . En: Colombia ISBN: 9589386196 ed: CIPAV , v. , p.112 - 116 ,1998.

BIODISOL. Digestión anaerobia. Proceso de producción de biogás. [En línea]. 2010. [Citado 110, Abril, 2015]. Disponible en Internet: <http://www.biodisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas/digestion-anaerobia-proceso-de-produccion-de-biogas-biocombustibles-energias-renovables/>

CARE. Manual de construcción y operación de biodigestor tipo hindú y flujo continuo. [En línea]. 2010. [Citado 10, Abril, 2015]. Disponible en Internet: <http://es.slideshare.net/stevenmoreno/manual-de-construccion-y-operacion-de-biodigestor-tipo-hindu-y-flujo-continuo>

COLOMBIA, MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Plan de acción nacional e intersectorial para la prevención, vigilancia y control de algunas zoonosis y manejo del accidente ofídico en Colombia (PANI-ZOO). [En línea]. 2010. [Citado 9, Abril, 2015]. Disponible en Internet: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/PLAN%20DE%20ACCION%20ZOONOSIS.pdf>

COTRINA ROBERT. Biodigestores tubulares unifamiliares: Cartilla práctica para instalación, operación y mantenimiento, [En línea]. 2013. [Citado 9, Abril, 2015]. Disponible en internet: <http://www.solucionespracticas.org.pe/biodigestores-tubulares-unifamiliares-cartilla-practica-para-instalacion-operacion-y-mantenimiento>

DIAGNOSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA VEREDA SERVITA. Alcaldía de Villavicencio. Secretaria de Desarrollo y Participación Comunitaria. Villavicencio. 1998.

LÓPEZ MENDOZA, Claudia; LÓPEZ SOLIS, Omar Anthelmo. "Diseño, construcción y puesta en operación de un biodigestor Anaerobio continuo para el laboratorio de ingeniería química de la facultad de ciencias químicas de la Universidad Veracruzana. [En línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Veracruz, México. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, 2009. [Citado 12, Abril, 2015]. Disponible en internet: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/932/1/Lopez%20MENDOZA%20CLAUDIA.pdf>

MARTINEZ R., CHAVEZ E., LÓPEZ I, Utilización del biogás como combustible para motores de combustión interna. En: V Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica (COMEC), 4-6 de noviembre de 2008, UCLV, Santa Clara, Cuba. Centro de Estudios de Termoenergética Azucarera (CETA), 2008. 8 p.

MONCAYO ROMERO, Gabriel. Biodigestores: Dimensionamiento, diseño y construcción de biodigestores y plantas de biogás. [En línea]. 2010. [Citado 10, Abril, 2015]. Disponible en Internet: http://programaecomar.com/biodigestores_aqualimpia.pdf

OLAYA ARBOLEDA Yeisón, GONZÁLEZ SALCEDO, Luis Octavio. Fundamentos para el diseño de biodigestores. [En línea]. Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas. Palmira - Valle. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Administración. 2009. p. 4. . [Citado 7, Abril, 2015]. Disponible en internet: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

PEREZ MEDEL Javier Andrés. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. [En línea]. Memoria para optar al título de ingeniero civil Mecánico. Santiago de Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 2010. p. 1. . [Citado 7, Abril, 2015]. Disponible en internet: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf

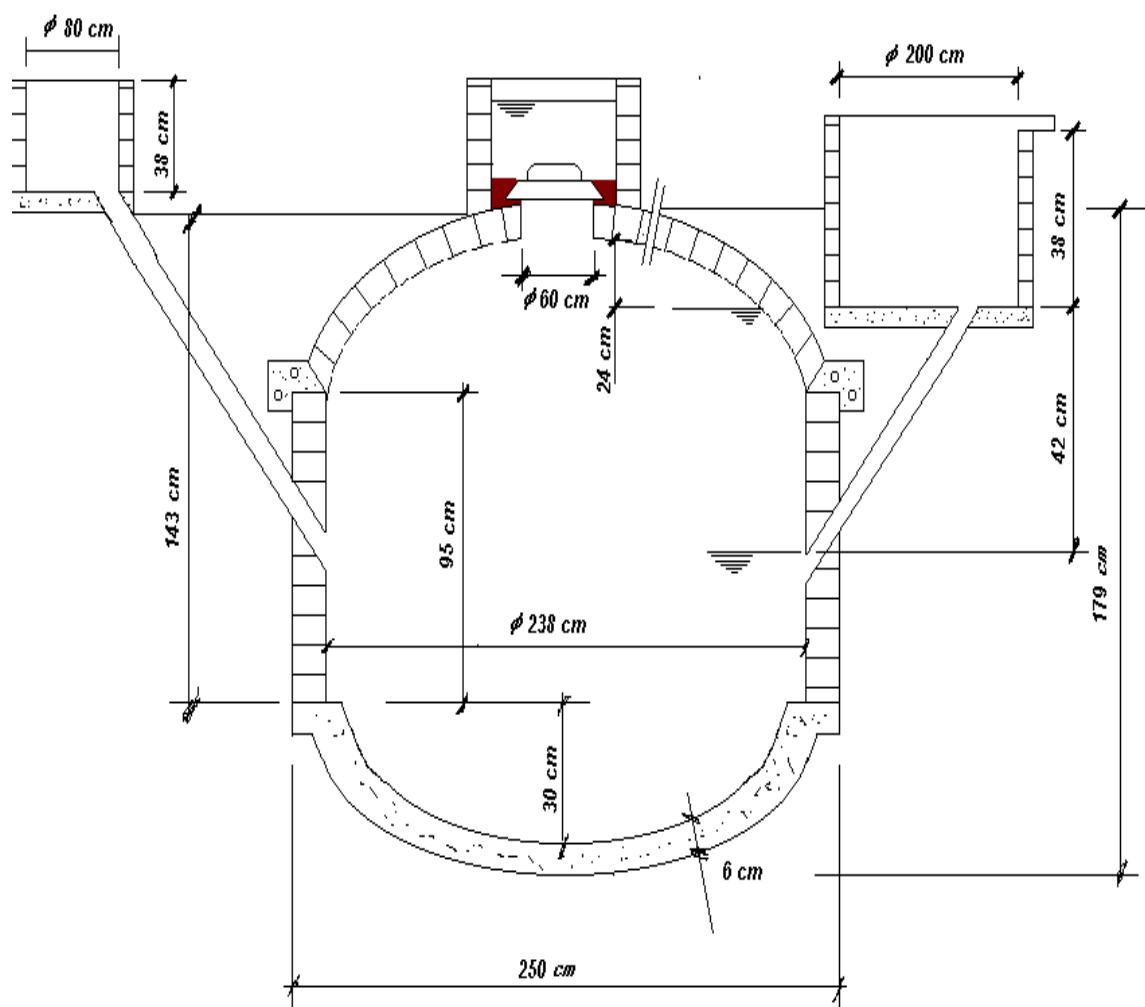
RODRÍGUEZ PERDIGÓN, Luis Alejandro. Viabilidad técnica para producción de biogás a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos – FORSU. [En línea]. 2010. [Citado 110, Abril, 2015]. Disponible en Internet: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/1560/RodriguezLuis2014.pdf?sequence=1>

WARD A. et al. "Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources". Bioresource Technology, volumen 99, 2008, pág. 7928-7940.

ANEXOS

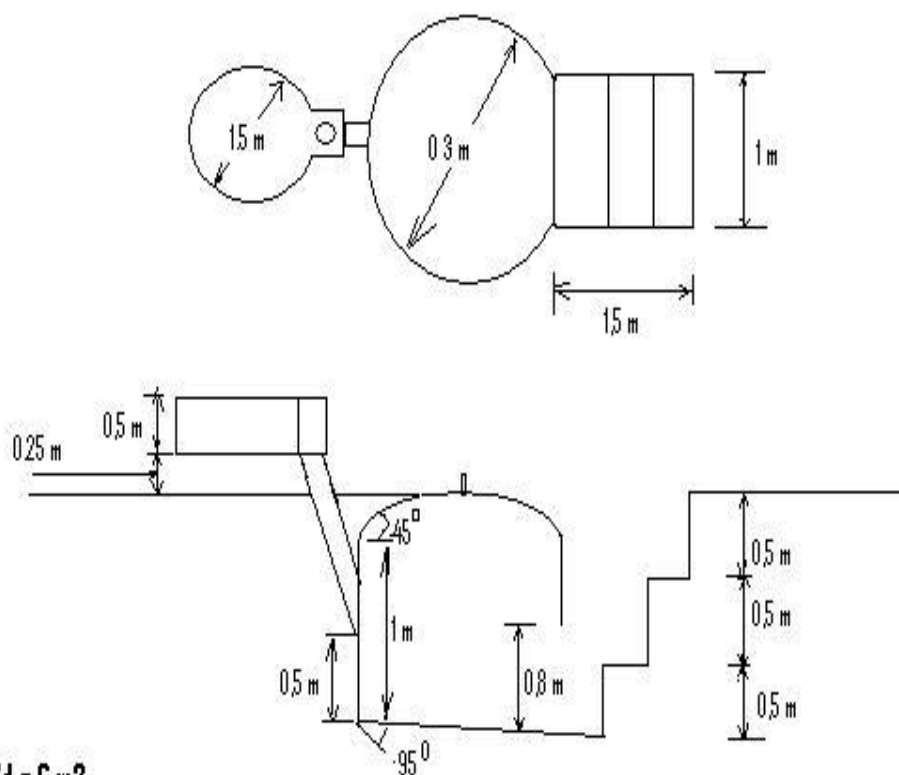
Anexo 1. Esquema de una planta de cúpula fija

BIODIGESTOR DE 6 m³ TIPO CHINO



Anexo 2. Diseño de Biodigestor

DIGESTOR 6 M3



Vd = 6 m³

Produccion de biogas = 2,73 m³/dia

Produccion de biofertilizante = 100 Kg./dia