



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERAMEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR A PARTIR DE
RESIDUOS GANADEROS, PARA USO DOMESTICO EN LA
HACIENDA LA ESPERANZA, CALCETA, BOLÍVAR, MANABÍ**

AUTORES:

**JHANDRY MANUEL BASURTO LOOR
SARAHY FERNANDA HUIZA MENÉNDEZ**

TUTORA:

ING. TERESA VIVAS SALTOS, M.Sc.

CALCETA, JUNIO 2017

DERECHOS DE AUTORÍA

Jhandry Manuel Basurto Loor y Huiza Menéndez Sarahy Fernanda declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

JHANDRY M. BASURTO LOOR

SARAHY F. HUIZA MENÉNDEZ.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Teresa Vivas Saltos, M.Sc., certifica haber tutelado la tesis titulada **IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR A PARTIR DE RESIDUOS GANADEROS PARA USO DOMÉSTICO EN LA HACIENDA LA ESPERANZA, CALCETA, BOLÍVAR, MANABÍ**, que ha sido desarrollada por Jhandry Manuel Basurto Loor y Huiza Menéndez Sarahy Fernanda, previa a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. TERESA VIVAS SALTOS MG.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada **IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR A PARTIR DE RESIDUOS GANADEROS PARA USO DOMÉSTICO EN LA HACIENDA LA ESPERANZA, CALCETA, BOLÍVAR, MANABÍ**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Jhandry Manuel Basurto Loor y Huiza Menéndez Sarahy Fernanda, previa a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Jorge Cevallos Bravo, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Delgado Villafuerte, Mg C.A.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Villafuerte Vélez Mg. C.A.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A DIOS que con sus bendiciones he podido salir adelante y por brindarme salud,

A mis padres por ser el apoyo moral y económico, gracias a ellos he culminado este trabajo, y

A la Ing. Teresa Vivas Saltos por brindarnos sus conocimientos y orientarnos en esta investigación.

JHANDRY M. BASURTO LOOR

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con sus infinitas bendiciones me consagró fuerzas y dedicación para cumplir con mis metas para llegar a ser ingeniera

Al pilar fundamental de mi vida, a mis padres le agradezco infinitamente por ser quien me han motivado y apoyado en nuestra formación académica para ser una persona ejemplar.

A mis compañeros y amigos en especial a: Deivy, Angélica, Penélope, Maybe, ya que con ellos compartimos los mejores momentos dentro del aula y de los años como estudiantes universitarios. Gracias por el respaldo y la amistad por los buenos y malos momentos después de esto ¿Quién puede pedir más? A todos ustedes gracias.

Todo esto nunca hubiera sido posible sin el amparo de cada una de las personas que de alguna manera nos brindaron su apoyo en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

SARAHY F. HUIZA MENÉNDEZ

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS por la vida, a mis padres la Sra. Verónica Graciana Loor Lectong y el sr Cruz Manuel Basurto Valencia, a mis segundos padres la Sra. Sonia María Loor Lectong y Ciro Fernando Montesdeoca Vélez por el darme las fortalezas para la culminación de mi carrera universitaria, a mi hija Danna Antonella Basurto Álava que es el pilar fundamental de mi vida y sin duda la bendición más bonita que Dios me dio , a mis hermanas Gema y Marley Basurto por motivarme a culminar esta meta , a mis tías Margarita y Flor Basurto por ser mis apoyos moral y psicológicamente y al amor de mi vida a mi amada novia Pepina Vélez por ser sinónimo de lucha y perseverancia.

JHANDRY M. BASURTO LOOR

DEDICATORIA

A mi madre Betty Menéndez y a mi padre el Eco. Fernando Huiza y a toda mi familia por apoyarme en cada paso y decisión de mi vida, a mis amigos por soplar parte de esta niebla durante estos años y convertirse en mi segunda familia: Ider y Maybe ♥ a HR., siempre vivo por haber sido el promotor de este viaje.

SARAHY F. HUIZA MENÉNDEZ

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVES	xiii
ABSTRACT	xiv
KEY WORDS	xiv
CAPITULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Idea a defender	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Desechos ganaderos	5
2.2. Estiércol	5
2.3. Contaminación por estiércol.....	7
2.4. Ventajas y desventajas del estiércol	8
2.4.1. Desventajas del estiércol.....	8
2.4.2. Ventajas del estiércol.....	9
2.5. Composición del estiércol	9

2.6. Usos potenciales del estiércol.....	10
2.7. Biogás	11
2.7.1. Composición del biogás.....	10
2.8. Uso del biogás	11
2.9. Biodigestor	12
2.10. Características de los biodigestores	13
2.11. Tipos de biodigestores	13
2.12. Ventajas y desventajas del uso de biodigestores	17
2.13. Etapas de la biodigestión	18
CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	22
3.1 Ubicación	23
3.2 Duración	23
3.3 Variables en estudio	23
3.3.1 Variable dependiente	23
3.3.2 Variable independiente.....	23
3.4 Procedimientos	23
3.4.1.1. Fase 1.Diagnósticodel estado actual.....	23
3.4.1.1. Actividad 1. Diagnosticar la producción de los residuos ganaderos en la Hacienda La Esperanza.....	23
3.4.1.2. Actividad 2. Calcularla generación diaria de estiércol.....	24
3.4.1.3. Actividad 3. Calcular la cantidad de biogás generada en el sistema de tratamiento (biodigestor).....	24
3.4.2 Fase 2. Elaboraciónde un biodigestor para la hacienda la esperanza	25
3.4.2.1. Actividad 4. Establecer los cálculos para el dimensionamiento del biodigestor.....	25
3.4.2.2. Actividad 5. Construir el biodigestor con los cálculos previamente obtenidos.....	30
3.4.3 Fase 3. Sociabilización de la producción de gas como desarrollo sustentable.....	30

3.4.3.1. Actividad 6. Socializar al grupo de personas que laboran en la hacienda la esperanza.....	30
3.5 Método y técnicas	31
3.5.1 Método.....	31
3.5.2 Entrevista.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.1. Diagnosticó de la producción de los residuos ganaderos en la hacienda la esperanza.	32
4.1.2. Calculo de la generación diaria de estiércol.....	32
4.1.3. Calculo de la cantidad de biogás generado en el sistema de tratamiento (biodigestor).....	33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	51

CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS, FIGURAS Y FOTOS

CUADROS

2.1. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (% materia seca)	9
2.2. Composición química del biogás.....	11
3.3. Características zona de estudio	22
3.4. Valor empírico producción de biogás	25
3.5. Tiempo de retención según temperatura de la zona	26
3.6. Parámetros según el ancho del rollo	27
3.7. Dimensiones de la Zanja.....	28

4.8. Valor empírico producción de el biogás	33
4.9. Tiempo de retención según temperatura de la zona	35
4.10. Parámetros según el ancho del rollo	36
4.11. Dimensiones de la Zanja	37
4.12. Valores de presión en psi	38

GRÁFICOS

4.1. Dimensionamiento de la zanja	38
4.2. Dimensionamiento y construcción del biodigestor.....	39

FIGURAS

2.1. Biodigestor tipo hindú (domo móvil)	14
2.2. Biodigestor tipo chino (domo fijo)	14
2.3. Biodigestor tipo horizontal	15
2.4. Biodigestor tipo plástico de flujo continuo tipo cipav chino	16
2.5. Biodigestor tabular de polietileno	17
2.6. Proceso biológico que ocurre dentro de un biodigestor	21
3.7. Ubicación del trabajo de investigación	22

FOTOS

4.3. Sociabilización y entrega del biodigestor.....	41
---	----

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo implementar un biodigestor tabular doméstico de polietileno para la obtención de biogás a partir de residuos ganaderos, en La Hacienda La Esperanza, Calceta, Bolívar. El método utilizado fue de campo a nivel cuantitativa pues inicialmente se recopiló información referente a la producción de residuos ganaderos, su aprovechamiento y beneficios, para luego realizar los cálculos necesarios para el dimensionamiento, funcionamiento eficiente e implementación del biodigestor. En la Hacienda, existe alrededor de 100 cabezas de ganado en su mayoría Gyr lecheras y Girolando, de las cuales 40 están preñadas con un peso aproximado de 400 Kg y 60 son solteras con 330 Kg, alcanzando un peso total de alrededor de 35800 Kg, que empíricamente generan 2864 Kg de estiércol fresco al día del cual únicamente 716 Kg son aprovechables debido a las prácticas de pastoreo realizadas en la hacienda. Una parte es aprovechada para la obtención de humus de lombriz californiana *Eiseniafoetida*. Una cantidad de 25 kg de estiércol fresco produce aproximadamente 0,60 m³ de mezcla al día, con un tiempo de retención de 20 días por lo que, el biodigestor necesita un volumen total de 16 m³ para la obtención de biogás, con la presión necesaria para su respectivo uso; la producción de biogás empezó a partir de los 24 días establecidos, se estima que se generó alrededor de fue 7,60 m³ de biogás al día, de tal manera que este se utilizó en una estufa para la cocción de alimentos.

PALABRAS CLAVES

Diseño de Biodigestor, biogás, estiércol fresco, residuos ganaderos.

ABSTRACT

The research aimed to implement a domestic tabular biodigester of polyethylene for the production of biogas from livestock waste, in La Hacienda La Esperanza, sock, Bolivar. The method used was field quantitative as it was initially gathered information concerning the production of livestock waste, its use and benefits, then make the necessary calculations for the sizing, efficient operation and implementation of the biodigester. In the Hacienda, Gyr exists around 100 head of cattle mostly dairy and Girolando, of which 40 are pregnant with an approximate weight of 400 Kg and 60 are unmarried with 330 Kg, reaching a total of around 35800 Kg weight, which empirically generate 2864 Kg of fresh manure a day which only 716 Kg are exploitable due to grazing practices carried out on the farm. A part is used for the obtaining of Californian Vermicompost *Eiseniafoetida*. A quantity of 200 kg of fresh manure produces approximately 0,60 m³ of mixture per day and with a retention time of 20 days the biodigester needs a total volume of 16 m³ to obtain biogas with the necessary pressure for their respective use; biogas production started after 24 days established, it is estimated that it was generated around was 7,60 m³ de biogas a day, in such a way that it was used on a stove for cooking.

KEY WORDS

Design of Biodigester, biogas, fresh manure, livestock waste.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El crecimiento demográfico, el aumento de la riqueza y la urbanización mundial se están traduciendo en una mayor demanda de insumos ganaderos, en particular en los países en desarrollo según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2006).

El masivo aumento de esta actividad es una fuerza que impulsa al desarrollo económico, social y requiere de varios elementos para su desarrollo como son: recursos naturales, humanos, técnicos y capital (Medina y Rodríguez, 2005).

Rodríguez, (2007); manifiesta que:

Los problemas actuales acerca de implementar un desarrollo sostenible en la ganadería son principalmente por falta de conocimiento científico y técnico que permita evaluar sus consecuencias, puesto que el ganado es uno de los principales responsables de los graves problemas ambientales de hoy en día, dando como resultado que la diversidad de acciones dentro del sector pecuario no son las más apropiadas.

De acuerdo a lo expuesto por FAO, (2006) manifiestan que:

Principalmente en Latinoamérica por ser países en vías desarrollo con sistemas menos sostenibles, la materia orgánica resultante de la actividad ganadera no sólo contamina el aire, sino también la tierra y los depósitos de agua subterránea, lo cual se han convertido en un factor de riesgo para el medio ambiente.

En el Ecuador la mayor parte de las fincas y haciendas no cuentan con los servicios básicos necesarios por estar distantes al sector urbano Escalona, (2003)

los mismos que no poseen conocimientos acerca de los desechos que produce la actividad agropecuaria y como aprovecharlos.

En la Provincia de Manabí es evidente que una gran parte de la población se dedica a la actividad agropecuaria, donde se destruyen áreas ecológicas para la creación de espacios ganaderos, es notable la ausencia de conocimiento de un manejo adecuado de desechos ganaderos (estiércol) debido a esto existe una gran problemática ya que los sistemas ganaderos pueden provocar impactos ambientales significativos, ya que no existe un control pertinente en la generación de estos desechos, lo cual provoca una contaminación hacia la atmosfera debido a los gases de efecto invernadero que se provocan por la degradación de desechos agropecuarios (Pinos, 2012).

Manabí representa el 15,84% de la superficie de labor agrícola a nivel nacional. INEC (2010), manifestó mediante la última Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) que la cantidad de ganado vacuno que existe en la Provincia es de 951.509 cabezas. Esto produce un valor promedio de alrededor de 10 kg estiércol/día; pero esta producción depende de ciertos factores como la alimentación con más ingredientes digestibles y el reemplazo de la fibra dietaría por el almidón entre otros (Liam, Weiss y NormandSt-Pierre ,2009)

La actividad agropecuaria es la principal fuente de ingresos para la hacienda La Esperanza, sin embargo, en esta no existe un manejo adecuado de los residuos que son generados por dicha actividad y, por tanto, esto representa una problemática ambiental la cual afecta no solo a la calidad de vida de quienes habitan dicho predio sino también la calidad del desarrollo de la actividad. Ante lo mencionado se plantea la siguiente interrogante.

¿Mediante la implementación de un biodigestor se aprovecharán los residuos ganaderos generando biogás con fines domésticos, en la Hacienda La Esperanza, cantón Bolívar?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de esta investigación es implementar un biodigestor que genere gas combustible (biogás) a partir de los residuos animales, específicamente de ganado vacuno (estiércol) lo cual se aprovechará para la cocción de alimentos en la Hacienda la Esperanza del Cantón Bolívar. FAO (2006), manifiesta que la producción de biogás a partir de las excretas del ganado tiene como finalidad reducir el impacto negativo que este genera al ambiente, mitigando los gases que provocan el efecto invernadero del planeta.

Como lo expresa Lara e Hidalgo (2011), la implantación de esta tecnología reducirá la contaminación que es generada por estos desechos al momento de descomponerse al ambiente por lo cual esta alternativa reemplazaría las tradicionales fuentes energéticas no renovables, transformando la producción de biogás en una actividad económica más beneficiosa y menos contaminante.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) en el art 14 determina que “la población tiene el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakkawsay*”. De acuerdo al Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) en cuyo objetivo 7 indica que: “todo ciudadano tiene derecho a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y sustentable, y además garantiza los derechos de la naturaleza, a través de una planificación integral que conserve los hábitats y gestione de manera eficiente los recursos”.

La reducción de impactos ambientales se ha convertido en una meta para las organizaciones de cambio, que se enfocan en evitar alteraciones ambientales obteniéndose paralelamente ventajas competitivas de sus productos en el mercado. (INEN, 2006).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un biodigestor para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado para uso doméstico en La Hacienda La Esperanza.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la producción de los residuos ganaderos en la Hacienda La Esperanza.
- Construir un biodigestor, mediante un sistema tubular de polietileno (tipo domo flotante) para la Hacienda La Esperanza.
- Sociabilizar los resultados obtenidos.

1.4. IDEA A DEFENDER

Con la implementación de un biodigestor se aprovecharán los residuos ganaderos para obtener biogás con fines domésticos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. RESIDUOS GANADEROS

Este paquete de residuos está integrado básicamente por las excretas de los animales, por los medios de explotación, limpieza y por derramas de piensos y productos de la explotación ganadera. (Cuadros, 2008)

Los residuos que se derivan de esta actividad son:

- ✓ Residuos de excretas y otros de origen vegetal generados en el manejo de los animales
- ✓ Residuos de origen animal generados después de la muerte de los animales

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (2014), expresa que los procesos agrícolas y pecuarios producen desechos que no son aprovechados energéticamente y en la mayoría de los casos no reciben una disposición final apropiada, ocasionando contaminación ambiental.

Dichos residuos, dependiendo de su naturaleza y composición química pueden por ejemplo alimentar un biodigestor y producir gas metano para usarlo en procesos de calor y electricidad o ser quemados de manera directa.

2.2. ESTIÉRCOL

Es una mezcla de materia fecal y alimento rechazado, procedente del tracto digestivo de los animales, contienen residuos no digeridos de alimentos, y factores digestivos como enzimas, jugos gástricos, pancreáticos y células muertas de la mucosa intestinal, bacterias vivas y muertas del colon y productos del desecho del metabolismo (Tóala, 2003).

Para Ramoset *et al.*, (2014) indican que, el estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo. De todos los forrajes que consumen los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina.

Urbano, (2001) destaca que, de acuerdo al estado de descomposición que se encuentren los constituyentes del estiércol suelen considerarse los siguientes tipos:

- a) **Estiércol fresco.-** Aquellos en que la fermentación no ha podido más que empezar y aún pueden identificarse en el las camas y las excreciones
- b) **Estiércol semi-hecho.-** Presenta un estado intermedio de descomposición y, aunque aún es posible distinguir sus componentes, ya se encuentra en porciones que esta identificación no puede hacerse con facilidad.
- c) **Estiércol maduro.-** Muy fermentado, la cama no puede identificarse pues se ha descompuesto totalmente.

Vázquez y Manjarrez, (1993) expresan que, la mayor parte de los pequeños productos no han dado tratamiento alguno al estiércol y su disposición final no es la adecuada puesto que son arrojadas a pequeñas fosas o incluso a pozas en partes bajas de sus granjas proporcionando serios problemas de contaminación de doliformes y nitratos en suelos y acuíferos.

El estiércol fresco es la materia prima para la producción de biogás o fertilizantes. Herrero, (2008) considera otro tipo de residuos orgánicos, pero en ningún caso duros (con cascara dura) o de larga duración de descomposición (como vísceras).

2.3. CONTAMINACIÓN POR ESTIÉRCOL

El sector ganadero es uno de los principales responsables del efecto invernadero en el mundo y resulta más nocivo que el sector del transporte, según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2006) indica que los estiércoles manejados en forma inadecuada pueden causar problemas ambientales y en Ecuador aún no han sido considerados como subproductos susceptibles de aprovechamiento.

Hernández (2008) manifiesta que es un importante reservorio de contaminantes de mantos freáticos y del suelo al ocasionar un aumento en la concentración de nitratos (N-NO₃). Esta realidad implica un enorme daño al ambiente, o desde otra perspectiva, una potencial industria novedosa y de gran aplicación, si se toma en cuenta que contienen una gran proporción de nutrientes ingeridos por el animal; los cuales, pueden representar una fuente potencial de nutrientes disponibles para las plantas cuando son reciclados mediante el compostaje (Kowalchuk *et al.*, 1999; Mondini *et al.*, 2003).

Ochoa (2012) argumenta que, a nivel mundial existe una gran preocupación por la generación de gases de efecto invernadero entre los que se encuentra el metano generado por los desechos del ganado, por lo cual se están implementando mecanismos que permita la captura de gases invernadero como el metano.

La naturaleza de los sistemas ganaderos significa grandes volúmenes de residuos y elevados riesgos para la salud animal y del hombre; esta gran cantidad de residuos impactan en el suelo, agua y aire. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1996), puede referirse a las posibles contaminaciones que este pueda causar.

- ✓ En el suelo, puede haber salinización y toxicidad por elementos que contienen los desechos del ganado.

- ✓ En el agua superficial puede causar eutrofización. En el agua subterránea, puede ser fuente de contaminación por nitratos.
- ✓ En el aire, el estiércol tiene un efecto directo por la producción de gases de invernadero y malos olores.

2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ESTIÉRCOL

Tóala (2013), plantea las ventajas y desventajas más importantes del estiércol.

2.4.1. DESVENTAJAS DEL ESTIÉRCOL

- La principal desventaja es que existe la gran acumulación del excremento por la intensiva actividad ganadera en las zonas rurales y su inadecuada disposición final, lo que produce impactos al ambiente como, la proliferación de enfermedades que afectan al ganado y a las personas que se dedican a esta actividad
- El estiércol puede contener gran contenido de antibióticos pesticidas etc. Lo cual generaría la bioacumulación en la zona, ocasionando un problema para el uso de la fertilización del suelo.
- Si se desea utilizar el estiércol como abonos orgánicos, los ganaderos necesitan tener conocimientos, técnicas y maquinarias para que agilicen dicha producción y sea de calidad.

2.4.2. VENTAJAS DEL ESTIÉRCOL

- La buena utilización y disposición del estiércol a través de proceso de compostaje beneficiaría a las personas que se dedican a la labor ganadera y resolvería ciertos problemas.
- Un adecuado proceso de fermentación o compostaje del estiércol, produciría un material amigable con el ambiente, lo que generaría buenas ventajas para el sector agropecuario.

- La utilización del estiércol como abono orgánico naturales favorece a los agricultores, minimizando el uso d fertilizantes químicos

2.5. COMPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL

El estiércol no es un abono de estructura fija, esta depende de la edad de los animales, especie, alimentación, labor al que estén sometidas. Un animal joven consume mayor cantidad de nitrógeno y fosforo que un animal viejo; los animales viejos habiendo finalizado de crecer, asimilan los alimentos únicamente en cantidades necesarias para cubrir pérdidas y dan estiércol más rico en elementos fertilizantes (Suquilanda, 1995).

Las numerosas especies animales producen excremento de composición química diferente. Resulta que los orines del ganado el nitrógeno (N) predomina y, sobre todo en potasio (k) en cambio apenas contienen ácido fosfórico. (Iglesias, s.f)

A continuación, se muestra una tabla de estiércoles frescos de diferentes animales.

Cuadro: 2.1 Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (% materia seca)

Nutrientes	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
Materia orgánica (%)	48,9	45,3	52,8	63,9	54,1
Nitrógeno total (%)	1,27	1,36	1,55	1,94	2,38
Fósforo asimilable	0,81	1,98	2,92	1,82	3,86
Potasio (K ₂ O, %)	0,84	0,66	0,74	0,95	1,39
Calcio (CaO, %)	2,03	2,72	3,2	2,36	3,63
Magnesio (MgO, %)	0,51	0,65	0,57	0,45	0,77

Fuente: Bustos, (1991)

2.6. USOS POTENCIALES DEL ESTIÉRCOL

El aprovechamiento del valor energético de los desechos del ganado es uno de los beneficios que actualmente está teniendo auge en muchas partes del mundo ya que permite aprovechar los mismos. La obtención de biogás se puede llevar a cabo a través de biodigestores a pequeña y gran escala. Se considera que los establos son una fuente rica para producción de energía a través de la generación de metano, un gas de efecto invernadero de gran impacto ambiental, el cual está contenido en el biogás, que puede transformarse en energía eléctrica y/o calorífica (Bothi y Aldrich, 2005; EPA, 2006; Anders, 2007).

2.7. BIOGÁS

El biogás es una mezcla de diferentes gases producidos por la descomposición anaeróbica de materia orgánica, como el estiércol y las basuras orgánicas. La composición química del biogás el componente más abundante es el metano (CH₄); este es el primer hidrocarburo de la serie de los alcanos y un gas de efecto invernadero. La mezcla de CH₄ con el aire es combustible y arde con llama azul (Capero. *et al.*, 2012).

2.7.1. COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS

Esta puede variar de acuerdo con el tipo de material orgánico utilizado en la carga del biodigestor y con el tiempo que se utilice en el proceso de biodigestión.

En el cuadro 2.2, la proporción de los componentes del biogás es la siguiente:

Cuadro: 2.2 Composición química del biogás

COMPONENTES	FORMULA QUÍMICA	PORCENTAJE
Metano	CH_4	60 – 70
Bióxido de Carbono	CO_2	30-40
Hidrógeno	H_2	Hasta 1.0
Sulfuro de hidrógeno	H_2S	Hasta 1.0
Nitrógeno	N_2	0.5-3
Monóxido de carbono	CO	0.1
Oxígeno	O_2	0.1
Ácido Sulfhídrico	H_2S	0.1

Fuente: Albarracín (1995).

2.8. USO DEL BIOGÁS

El biogás es un tipo de energía de biomasa, que se obtiene producto de la digestión anaeróbica o fermentación de la materia orgánica (residuos animales y vegetales) y que puede presentar diferentes usos energéticos, como calefacción, alumbrado o electricidad (Varnero *et al.*, 2012).

Guía de prácticas ambientales:

La Unidad Ambiental de Quito (2008), ostenta lo siguiente para la aplicación de buenas prácticas ambientales basadas en la producción agropecuaria:

Unidades de producción agropecuaria:

En los siguientes literales se expresan las guías de buenas prácticas ambientales las siguientes regularizaciones.

a) Para las explotaciones agrícolas

En el cultivo:

- No quemar los desechos de cosecha (rastros), los mismos deben ser utilizados como cobertura de suelo o para producir abonos orgánicos.

b) Para las explotaciones Pecuarias

Manejo de Residuos:

- La zona designada para el almacenamiento de residuos deberá estar lo suficientemente separada de las áreas de producción y vivienda
- Las excretas deberán ser manejadas adecuadamente para la producción de abonos orgánicos o alimentar Biodigestores para la producción de gas metano, a fin de evitar la contaminación de las fuentes de agua y la proliferación de plagas, roedores y fauna nociva al igual que la emisión de malos olores. Los productos obtenidos serán utilizados en agricultura.

2.9. BIODIGESTOR

Para Aparcana y Jansen (2008), un biodigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar, este puede ser excrementos de animales y humanos, desechos vegetales, etc. Además, Aguilar y Botero (2007) manifestaron que, poder construir un Biodigestor es facilitar una alternativa para alcanzar la solución de pequeños problemas, procurando ayudar a la economía y al medio ambiente.

Como lo expresan Lara e Hidalgo (2011), el Biodigestor es una tecnología relativamente barata ya que si se toma en cuenta el costo beneficio familiar, económico y ambiental.

En algunos casos, estos son recipientes en el que se lleva a cabo un proceso químico que involucra organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de dichos organismos, este proceso puede ser aerobio o anaerobio.

2.10. CARACTERÍSTICAS DE LOS BIODIGESTORES

Paz y Cristóbal (2008) citado por Severiche y Acevedo (2013) argumentaron que la mayor parte de los biodigestores son de tipo tubular de plástico o geo membrana, en general se trata de sistemas tubulares de polietileno con un volumen útil de 5 m³.

Se diseñan para trabajar a un tiempo de retención de 90 días, y se alimentan diluyendo el estiércol con agua en una proporción 1/3 (v/v), ambos valores bastante conservadores.

Barrena (2010), manifestó que los biodigestores familiares implantados funcionan a temperatura ambiente, es por tal motivo que su ubicación debe de ser dentro de pequeños invernaderos lo cual permita amortiguar las oscilaciones térmicas día-noche y aumentos de la temperatura al transcurrir el proceso.

2.11. TIPOS DE BIODIGESTORES

Tomando la referencia de distintos autores existen diversos tipos de biodigestores los cuales los mencionaremos a continuación:

2.11.1. BIODIGESTOR TIPO HINDÚ (DOMO MÓVIL)

Como lo expresa Sosa (2008) este tipo de bioreactor su principal forma es de un biodigestor de campana flotante, al igual que la gran mayoría de estos sistemas, se carga por gravedad una vez al día, en este sistema el volumen de carga depende del tiempo de retención, lo cual lo convierte en un biodigestor que se carga por lotes, además su producción de gas es de manera constante siendo esta su principal característica. Según Robalino (s.f), manifiesta que este tipo de biotecnología en la parte superior posee una campana móvil, que sube como consecuencia del aumento de la producción de gas y baja debido al consumo, manteniendo una presión interna constante.

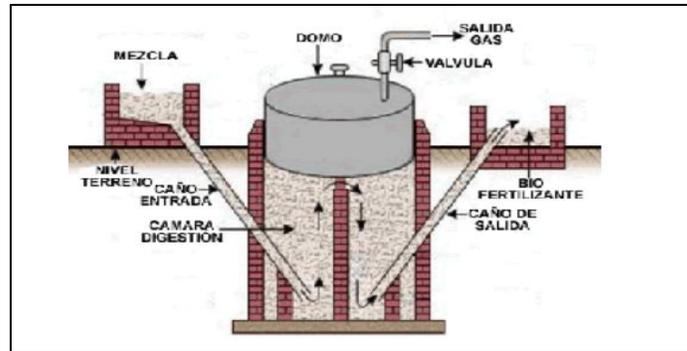


Figura 2.1: Biodigestor tipo hindú (domo móvil)
Fuente: Martí Herrero (2008)

2.11.2. BIODIGESTOR TIPO CHINO (DOMO FIJO)

Teniendo en cuenta a lo expresado por López (2009) un biodigestor semi continuo, o domo fijo, está construido de diversos materiales, y el biogás que se recolecta se almacena en un recipiente fijo. La principal característica de esta tecnología ecológica es que trabaja a presión variable.

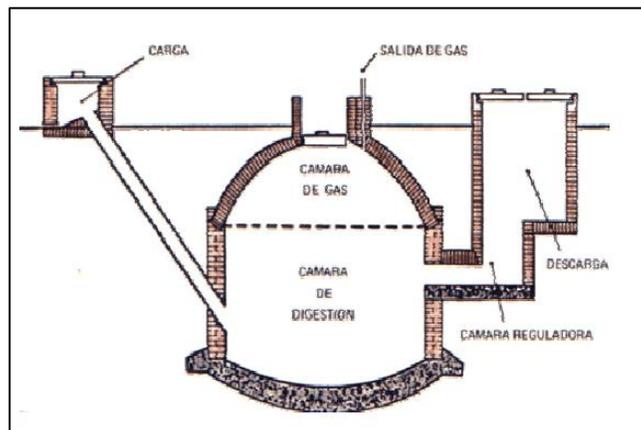


Figura2.2: Biodigestor tipo chino (domo fijo)
Fuente: El Biogás. Jairo Chaúr Bernal.

2.11.3. BIODIGESTOR HORIZONTAL

Se construye bajo tierra, su sección es cuadrada o en forma de “V”, la relación largo y ancho varía entre 5:1 hasta 8:1 y está provisto de paredes divisoras, de esta manera se evita que el sustrato salga antes de terminar el tiempo de retención.



Figura2.3: Biodigestor tipo horizontal.

Fuente: Biodigestores una Alternativa a la Autosuficiencia Energética
Fundación Hábitat, Quimbaya -Quindío.

2.11.4. BIODIGESTOR PLÁSTICO DE FLUJO CONTINUO TIPO CIPAV

Barrena (2010) argumentó que este tipo de tecnología es de bajo costo y fácil construcción, y mantenimiento. Acorde a la estructura de los tipos que existen este tiene una caja de entrada y otra de salida, además del biodigestor, el cual básicamente está constituido por una bolsa de polietileno tubular calibre 8, y su longitud puede llegar a los 100 m, lo cual da capacidad suficiente para alimentación de carga orgánica.



Figura 2.4: Biodigestor tipo plástico de flujo continuo tipo CIPAV chino.
Fuente: Lara y Jiménez (2011).

2.11.5. BIODIGESTOR TABULAR DE POLIETILENO

Los últimos desarrollos obtenidos en el uso de biodigestores tabulares fabricados en polietileno; Estos han incrementado un beneficio notable por la reducción de costos y eficiencias considerable. Estas unidades, las cuales varían en tamaño de 100 a 400 m³ en volumen, son fáciles de transportar, sencillas de instalar y baratas de construir (Toscano, 2016).

En países como Filipinas estos sistemas tipo bolsas flexibles son utilizados en combinación de producción de animales en espacios reducidos. En dichos países el consejo de la industria está desarrollando un programa usando este tipo de biotecnologías para mitigar el riesgo dado por la cría de ganado (Moog, 1997).

Esta tecnología está fundamentada en el diseño que se desarrolló en Colombia Botero y Preston, (1986) y reformado por experiencias en Vietnam. En el año 1998 más de 7000 unidades de este tipo de tecnología fueron instalados en Vietnam, pagados por granjeros (Herrero, 2008.)

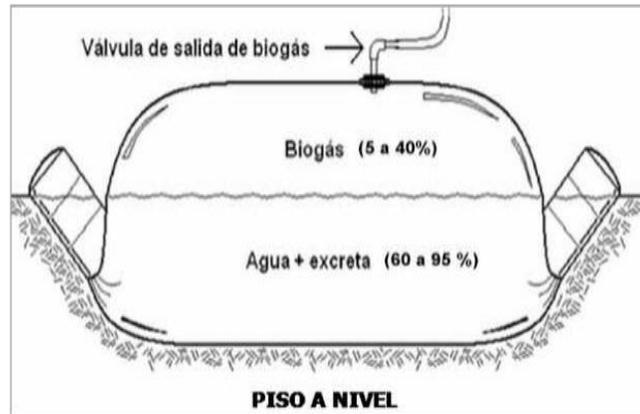


Figura 2.5: Biodigestor tabular de polietileno.
Fuente: Martí Herrero, (2008).

2.12. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE BIODIGESTORES

De acuerdo a lo expuesto por Herrero (2008) indicó que el biodigestor presenta las siguientes ventajas:

- Permite reducir la tala de bosques al no ser necesario el uso de leña para la cocción de distintos tipos de alimentos.
- Promueve el desarrollo sustentable, lo cual evitara la emisión de gases de efecto invernadero.
- Produce fertilizantes ecológicos ricos en nitrógeno, fosforo y potasio lo cual remplaza el uso de fertilizantes químicos que tienen mayor costo y a su vez deterioran el medio ambiente.
- Controla la proliferación de vectores que generan los excrementos y que causan enfermedades en el ganado.
- Ayuda a controlar la excesiva acumulación de excretas generadas en zonas agropecuarias.
- Complementa y promueve un modelo de gestión integral sustentable del área de estudio y del manejo de sus recursos naturales.
- Herrero (2008) determinó que el biodigestor presenta las siguientes desventajas:

- Su ubicación debe estar cercana en donde se almacenará la materia orgánica.
- Requiere de un trabajo diario y constante, sobre todo para la carga de la materia orgánica.
- Debe evitarse cambios bruscos de temperatura la cual debe ser constante y cercana a los 30 y 35 °C, lo cual en climas fríos encarece el proceso de obtención de biogás.
- El biogás dentro de su composición tiene el subproducto llamado sulfuro de hidrógeno, que es un gas tóxico para el ser humano y corrosivo a todo el equipo del proceso.
- Existe riesgo de explosión o incendios, en caso de no cumplirse las normas de seguridad, mantenimiento y del personal.
- El tiempo de durabilidad depende del tipo de biodigestor a construir.

2.13.ETAPAS DE LA BIODIGESTIÓN

Dentro del biodigestor existen varios procesos, los cuales son realizados por bacterias anaerobias las cuales se encargan de la fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), conocida como "biogás" y a una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica. Acosta y Obaya (2005). Debido a esto son muy sensibles a los cambios ambientales y es recomendable controlar los distintos parámetros, uno de ellos, la temperatura.

En la actualidad es posible conocer el mecanismo y funcionamiento de este complejo sistema microbiológico implicado en la descomposición de la materia orgánica. Según Lara e Hidalgo (2011) argumentaron que existen cuatro ciclos los cuales ocurren dentro del biodigestor.

2.13.1 FASE DE HIDROLISIS

Es la primera etapa en los procesos de digestión anaerobia, e involucra las enzimas, mediadoras de la transformación de materiales orgánicos solubles y componentes más grandes de masa molecular como lípidos, polisacáridos, proteínas, grasas y ácidos nucleicos, entre otros (Adekunle y Okolie, 2015). En esta etapa se da generalmente el paso limitante de la digestión anaeróbica cuando la materia orgánica sólida es utilizada como sustrato Cazier *et al.*, (2015). Llevado a cabo por anaerobios estrictos como *bacteroides*, *clostridium* y bacterias facultativas como estreptococo.

Esta primera etapa es muy importante debido a que grandes moléculas orgánicas son demasiado grandes para ser absorbidas y utilizadas directamente por los microorganismos como sustrato/fuente de alimento.

Para llevar a cabo la biodegradación, ciertos microorganismos secretan diferentes tipos de enzimas, llamadas enzimas extracelulares que "cortan" moléculas grandes en pedazos más pequeños para que los microorganismos pueden tomar dentro de la célula y utilizarla como una fuente de energía y nutrición. Los microorganismos que rompen diferentes azúcares son llamados *sacarolíticos*, mientras que los que rompen proteínas son llamados *proteolíticos* (Kondusamy y Kalamdhah, 2014).

2.13.2 FASE DE ACIDIFICACIÓN

Los monómeros producidos en la fase hidrolítica son absorbidos por diferentes bacterias facultativas y obligatorias, se degradan en ácidos orgánicos de cadena corta como ácido butírico, propiónico, acético, hidrógeno y dióxido de carbono (Arango y Sánchez, 2009). La concentración de hidrógeno formado como producto intermedio en esta etapa influye en el tipo de producto final formado durante el proceso de fermentación. Por ejemplo, si la presión parcial de hidrógeno fuera

demasiada alta, esta podría disminuir la cantidad de componentes reducidos. En general, durante esta fase, azúcares simples, ácidos grasos y aminoácidos son convertidos en ácidos orgánicos y alcoholes (Adekunle y Okolie, 2015).

2.13.3 FASE ACETOGÉNICA

Se le conoce también como ácido génesis intermediaria en la cual los productos correspondientes son convertidos en ácido acético, hidrógeno y CO_2 . En esta etapa metabólica el CH_4 es producido a partir del ácido acético o de mezclas de H_2 y CO_2 , pudiendo formarse también a partir de otros sustratos tales como ácido fórmico y metanol. (Acosta y Obaya, 2005).

Es importante que los microorganismos los cuales llevan a cabo las reacciones de oxidación anaeróbica colaboren con el siguiente grupo, microorganismos formadores de metano. Esta colaboración depende de la presión parcial de hidrógeno presente en el sistema. Bajo condiciones de oxidación, los protones son utilizados como aceptores finales de electrones que conllevan a la producción de H_2 . Sin embargo, estas reacciones de oxidación solamente pueden ocurrir si la presión parcial de H_2 es baja, lo que explica por qué la colaboración con los metanógenos es muy importante ya que continúan consumiendo él para producir metano (Adekunle y Okolie, 2015).

2.13.4 FASE METANOGENICA

En esta etapa la producción de metano y dióxido de carbono a partir de productos intermedios se lleva a cabo por bacterias metano génicas bajo condiciones anaeróbicas estrictas. En este periodo existe un paso crítico en la totalidad del proceso de digestión anaeróbica, ya que es la reacción bioquímica más lenta del proceso (Adekunle y Okolie, 2015).

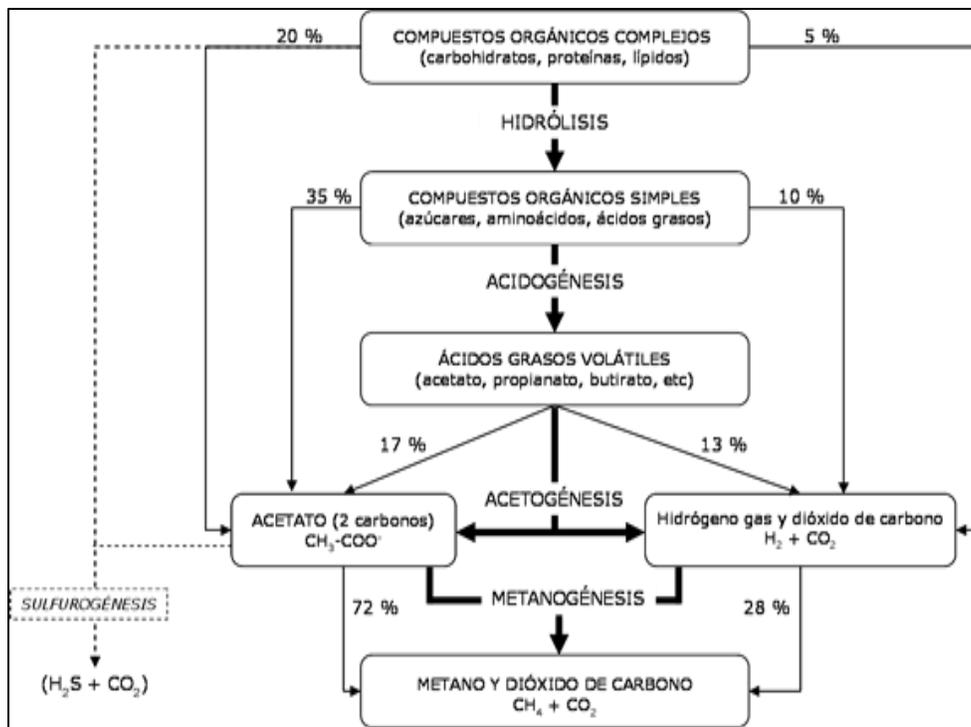


Figura 2.6: Proceso biológico que ocurre dentro de un biodigestor.
Fuente: Herrera, (2008).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

Esta investigación se realizó en la hacienda La Esperanza, ubicada en el km 1 vía Calceta-Canuto del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí, entre las coordenadas 00°83'08.9" de latitud y 80°15'60.37", en la cual se registran las siguientes características:

Cuadro 3.3 Características zona de estudio

CARACTERÍSTICAS	BOLIVAR
Extensión territorial	537,8 km ²
Coordenadas geográficas	00°83'08.9"
Altitud	21 s. n. m. 400 s. n. m.
Temperatura promedio anual (°C)	26°C
Superficie del área de estudio	640 m = 255 ha

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Canton Bolivar. (2015)



Figura 3.7 Ubicación del trabajo de investigación.

Fuente: Google Earth, (2014).

3.2 DURACIÓN

La implementación del biodigestor se realizó durante 9 meses a partir de la aprobación del proyecto de tesis.

3.3 VARIABLES EN ESTUDIO

3.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Biogás con fines domésticos

3.3.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Residuos ganaderos

PROCEDIMIENTOS

Los procedimientos que utilizados en la investigación son una serie de metodologías utilizadas en la literatura para el diseño de Biodigestores las cuales fueron adaptadas al lugar de estudio.

3.4.1.1. FASE 1: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL

Para cumplir con esta fase se realizaron las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 1. DIAGNOSTICAR LA PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS GANADEROS EN LA HACIENDA LA ESPERANZA.

En la presente actividad se utilizó el método descriptivo, por medio de protocolo (entrevista destinada al propietario de la hacienda) donde se determinó la cantidad de cabezas de ganado que existen en función al área total de la hacienda y las

necesidades que se tienen frente a los problemas de disposición final de sus desechos.

3.4.1.2. ACTIVIDAD 2. CALCULAR LA GENERACIÓN DIARIA DE ESTIÉRCOL.

En esta actividad se realizó la cuantificación de los residuos ganaderos (Estiércol) generados en la Hacienda La Esperanza, tomando como referencia lo expuesto por (Herrero, 2008) propone que, por cada 100 kg de peso animal, la producción de estiércol fresco es de 10 kg. Por lo tanto se plantea la siguiente ecuación.

$$PEF = \frac{\text{Peso total ganado} \times \text{kg estiercol fresco}}{\text{peso ganado}}$$

$$= \text{kg total de estiercol fresco} [3.1]$$

Dónde:

PEF: Peso Estiércol Fresco

3.4.1.3. ACTIVIDAD 3. CALCULAR LA CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADA EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO (BIODIGESTOR).

A partir de los datos obtenidos en la actividad anterior, se pudo determinar el volumen de biogás aproximado diario, teniendo en cuenta la cantidad de materia orgánica (estiércol) generada por las reses, como lo menciona el autor en la siguiente fórmula:

$$\text{Biogas diario} = PEF \times \text{Valor Empirico} [3.2]$$

Dónde: valor empírico es una estimación dada por valores medios como lo enuncia Herrero, (2008) en la siguiente tabla:

Cuadro 3.4. Valor empírico producción de biogás

Ganado	Valor Empírico (Litros de biogás producidos por kilo de estiércol fresco cargado diariamente)
Cerdo	51.
Bovino	35.3

Fuente: Herrero, (2008)

3.4.2 FASE 2. ELABORACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA HACIENDA LA ESPERANZA

Para cumplir con esta fase se realizaron las siguientes actividades:

3.4.2.1. ACTIVIDAD 4. ESTABLECER LOS CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR.

En esta etapa se ejecutó el dimensionamiento del sistema de biodigestión, tomando como base de guía de diseño el manual de biodigestores familiares (Herrero, 2008), para el establecer el cálculo para obtener las longitudes del mismo se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Temperatura y tiempo de retención.
- Estiércol disponible.
- Carga de mezcla diaria de entrada.
- Volumen total del biodigestor
- Volumen líquido
- Volumen gaseoso
- Producción de gas
- Presión.

Cálculos para el diseño del biodigestor

Carga diaria. -Para la alimentación del sistema se deberá usar una mezcla de estiércol más agua, entonces se plantea la siguiente ecuación:

$$CD = \frac{PEF \times Lt \text{ agua}}{dia} \quad [3.3]$$

El autor expresa que la relación de la carga diaria se da en una mezcla de materia orgánica y agua. Así mismo será una parte de estiércol y un tercio de agua 1:3 para biodigestores de polietileno.

Volumen líquido.-Conociendo la carga diaria y el tiempo de retención se aplicaran la siguiente fórmula para conocer V_L :

$$V_L = Carga \text{ diaria} * Tiempo \text{ de Retencion} \quad [3.4]$$

El tiempo de retención se estimó según la temperatura a la que trabajo el biodigestor en la zona de implementación de este dependerá la duración del proceso de digestión anaerobio debido a esto en la guía de diseño expresa la siguiente tabla:

Cuadro 3.5. Tiempo de retención según temperatura de la zona.

Características Región	Temperatura (°C)	Tiempo de retención. (Días)
Trópico	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

Fuente:Herrero, (2008)

Volumen gaseoso. - el autor expresa que se tuvo que asignar una campana de gas que suponga el 25% del volumen total, lo que significó un tercio del volumen líquido.

$$V_G = V_L/3 \quad [3.5]$$

Volumen total. - La sumatoria de los volúmenes cálculos anteriormente dieron como resultado.

$$V_T = V_L + V_G [3.6]$$

Dimensionamiento del biodigestor.

Según el autor planteo en la siguiente tabla los parámetros según el ancho de rollo que existen en el mercado:

Cuadro 3.6. Parámetros según el ancho del rollo.

Ancho rollo (m)	Perímetro de la circunferencia (m)	Radio (m)	Diámetro (m)
1	2	0.32	0.64
1.25	2.5	0.40	0.80
1.50	3	0.48	0.96
1.75	3.5	0.56	1.12
2	4	0.64	1.28

Fuente: Herrero, (2008)

De la siguiente manera se seleccionó el tipo de ancho de rollo que se utilizó y se planteó la siguiente ecuación.

Sección eficaz.

$$Seccion\ Eficaz\ cilindro = \pi i \times r^2 \quad [3.7]$$

Longitud del biodigestor

$$L = \frac{V_r}{(\pi i r^2)} \quad [3.8]$$

Relación óptima entre longitud y diámetro del biodigestor

Según los resultados que se obtuvieron en las ecuaciones anteriores se tendrán diferentes posibilidades de longitudes y anchos de rollos debido a que no convienen biodigestor demasiados cortos ni largos, para esto existe una relación óptima entre el diámetro y la longitud.

Para ello se sugiere la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Relacion\ Optima = \frac{L}{D} = \text{entre } 5 \text{ a } 10 (\text{optimo de } 7) \quad [3.9]$$

Dimensiones de la zanja

De manera general el autor indica que se pueden emplear las siguientes dimensiones de la zanja mediante el tipo de ancho de rollo que se vaya a implementar.

Cuadro 3.7. Dimensiones de la Zanja

Dimensiones de la zanja según el ancho del rollo (AR)			
AR(M)	A(m)	B(m)	P(m)
1.75	0.6	0.8	0.9

Fuente: Herrero, (2008)

Presión

Los datos alcanzados en el parámetro de presión se obtuvieron a través de un manómetro de 150 PSI, colocado en la parte superior de la tubería de salida del gas del biodigestor, el cual permitió determinar datos exactos de la presión que generó el gas obtenido en el proceso de digestión anaerobia, de tal manera se logró constatar que la presión era la apropiada. Se registraron datos de presión durante 5 días.

3.4.2.2. ACTIVIDAD 5. CONSTRUIR EL BIODIGESTOR CON LOS CÁLCULOS PREVIAMENTE OBTENIDOS

Se construyó el biodigestor en base a los cálculos previamente obtenidos, teniendo como punto de referencia investigaciones realizadas en base al diseño y construcción del mismo.

Para la construcción de este se seleccionó un sitio donde esté cerca de la unidad que recibirá el biogás, también este debe estar cerca del establo y alejado de una fuente de agua.

Para la disminución de olores se implementó un filtro fabricado con tubería PVC y Óxido de hierro (Moreno *et al.*, 2010), el cual se utilizará para la disminución de los mismos debido a que el gas combustible obtenido cuenta con un alto índice de H²S.

3.4.3 FASE 3. SOCIABILIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GAS COMO DESARROLLO SUSTENTABLE

3.4.3.1. ACTIVIDAD 6. SOCIABILIZAR AL GRUPO DE PERSONAS QUE LABORAN EN LA HACIENDA LA ESPERANZA

Los resultados obtenidos se sociabilizaron a las personas que habitan o laboran en la hacienda para de esta manera explicar el funcionamiento y mantenimiento del biodigestor.

3.5 MÉTODO Y TÉCNICAS

3.5.1 MÉTODO

El método cuantitativo se aplicó para la determinación de los componentes principales del biodigestor donde en esta se tomó en cuenta los tratamientos que se le dará al estiércol para elaborar el biogás, así mismo la identificación de las variables en diferentes fases, análisis económicos de los tratamientos y el costo de los beneficios que se darán en la hacienda.

Dentro de las técnicas a utilizar se encuentran:

3.5.2 ENTREVISTA

Las entrevistas se manejarán de acuerdo a los aspectos formales referentes a la implementación de biodigestores, la entrevista fue aplicada al propietario de la hacienda para poder determinar la situación actual, es decir la cantidad de cabezas de ganado que existe en función al área total de la hacienda.

3.5.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Esta técnica sirvió para la búsqueda de guías metodológicas para determinar el dimensionamiento del biodigestor.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL

4.1.1. DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE LOS RESIDUOS GANADEROS EN LA HACIENDA LA ESPERANZA.

Mediante la realización de la entrevista el Sr. Erick Mendoza mencionó que el número existente de cabeza de ganado con crías son de 40, y un aproximado de 60 vacas solteras, así mismo expresó que no conoce la cantidad de estiércol generado en la hacienda, ya que no llevan control de ello, el mismo indicó que la única forma en que se aprovecha el estiércol de vaca es utilizado para hacer humos de lombriz roja californiana *Eiseniafoetida*, además expresó que no existen problemas por los desechos, ya que son reutilizados en diversas maneras dándole, un valor agregado al mismo, sin embargo manifestó que los beneficios del manejo adecuado de los desechos ganaderos no es tan relevante, ya que lo que se obtiene de ello en cuanto a economía es bajo, el entrevistado si tiene conocimiento sobre lo que es un biodigestor y gusta de la idea de implementar este tipo de tecnologías limpias ya que va hacer realizado en base a los desechos ganaderos que se generan por la principal actividad que realizan dentro de la hacienda.

4.1.2. CÁLCULO DE LA GENERACIÓN DIARIA DE ESTIÉRCOL

Se realizó la cuantificación de los residuos orgánicos (Estiércol) generados en la Hacienda La Esperanza, tomando como referencia lo expuesto por (Herrero, 2008) el cual propone que, por cada 100 kg de peso animal (bovinos) la producción de estiércol fresco es de 10kg. Por lo tanto, se plantea la siguiente ecuación.

$$\text{PEF} = \frac{\text{Peso total ganado x kg estiércol fresco}}{\text{peso ganado}}$$

$$= \text{kg total de estiércol fresco [4.10]}$$

Dónde:

PEF: Peso Estiércol Fresco

Peso ganado = 25_{vacas} * 100_{kg}

Peso ganado = 2500 kg de peso de las cabezas de ganado existente.

$$\text{PEF} = \text{Peso total ganado} * \frac{\text{kg estiércol fresco}}{\text{peso ganado}} = \text{kg total de estiércol fresco}$$

$$\text{PEF} = 2500\text{kg} * \frac{10 \text{ kg}}{350\text{kg}} = 71 \text{ kg de estiércol fresco}$$

4.1.3. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE BIOGÁS GENERADO EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO (BIODIGESTOR).

A partir de los datos obtenidos en la actividad anterior, teniendo en cuenta la cantidad de materia orgánica (estiércol) generada por las reses, lo cual dio la posibilidad para determinar el volumen de biogás aproximado diario, como lo menciona el autor en la siguiente fórmula:

$$\text{Biogas diario} = \text{PEF} \times \text{Valor Empirico [4.11]}$$

Dónde:

Herrero (2008) expresa que un valor empírico es una estimación dada por valores medios como se lo enuncia en la siguiente tabla:

Cuadro 4.8. Valor empírico producción de biogás

Ganado	Valor Empírico
	(Litros de biogás producidos por kilo de estiércol fresco cargado diariamente)
Cerdo	51.
Bovino	35.3

Fuente: Herrero, (2008)

$$\text{Biogas diario} = 71 \text{ Kg} \times 35.3 = 2.506 \text{ m}^3$$

4.2. ELABORACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA LA HACIENDA LA ESPERANZA

4.2.1. SE ESTABLECIERON LOS CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

En esta etapa se establecieron los parámetros de dimensionamiento del sistema de tabular de polietileno, se asumió como base de guía de diseño el manual de biodigestores familiares. Herrero (2008) sustenta en su investigación que, para establecer el cálculo se debe obtener las longitudes del biodigestor donde se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Temperatura y tiempo de retención.
- Estiércol disponible.
- Carga de mezcla diaria de entrada.
- Volumen total del biodigestor
- Volumen líquido
- Volumen gaseoso
- Producción de gas
- Presión.

CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL BIODIGESTOR

Cargar diaria. - Para la alimentación del biodigestor se utilizó una mezcla de estiércol más agua, entonces se plantea la siguiente ecuación:

$$CD = PEF + \frac{Lt\ agua}{dia} \quad [4.12]$$

$$CD = \frac{71kg\ PEF}{dia} \times \frac{1L}{1\ kg} + \frac{213L}{dia}$$

$$CD = 142\ L\ mezcla/dia = 0,142\ m^3/dia$$

Herrero (2008) manifestó también que la relación de la carga diaria se ejecutó mediante una mezcla de materia orgánica y agua. Donde se utilizó una parte de estiércol y un tercio de agua 1:2 para biodigestores de polietileno.

Volumen líquido.-Para conocer la carga diaria y el tiempo de retención se aplicó la siguiente fórmula para conocer V_L :

$$V_L = Carga\ diaria * Tiempo\ de\ Retencion \quad [4.13]$$

$$V_L = 142 * 20$$

$$V_L = 2840\ litros = 2,84\ m^3$$

El tiempo de retención se estimó según la temperatura a la que trabaje el biodigestor en la zona de implementación, la cual dependerá de la duración del proceso de digestión anaerobia debido a esto en la guía de diseño expresa la siguiente tabla:

Cuadro 4.9. Tiempo de retención según temperatura de la zona.

Características Región	Temperatura (°C)	Tiempo de retención. (Días)
Trópico	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

Fuente: Silva, (2009).

Volumen gaseoso. -Herrero (2008) destacó que se deberá asignar una campana de gas que suponga el 25% del volumen total, lo que significa un tercio del volumen líquido.

$$V_G = V_L/3 \quad [4.14]$$

$$V_G = 2840 \text{ lt} / 3$$

$$V_G = 947 \text{ Lt} = 0.947 \text{ m}^3$$

Volumen total. - La sumatoria de los volúmenes cálculos anteriormente dieron como resultado.

$$V_T = V_L + V_G \quad [4.15]$$

$$V_T = 2840 + 947$$

$$V_T = 3787 \text{ L} - 3,87 \text{ m}^3$$

4.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Herrero (2008) plantea en la siguiente tabla los parámetros según el ancho de rollo que existen en el mercado:

Cuadro 4.10. Parámetros según el ancho del rollo.

Ancho rollo (m)	Perímetro de la circunferencia (m)	Radio (m)	Diámetro (m)
1	2	0.32	0.64
1.25	2.5	0.40	0.80
1.50	3	0.48	0.96
1.75	3.5	0.56	1.12
2	4	0.64	1.28

Fuente: Silva, (2009).

De la siguiente manera se seleccionó el tipo de ancho de rollo que se utilizó y por lo tanto se plantea la siguiente ecuación.

Sección eficaz

$$Seccion Eficaz_{cilindro} = \pi \times r^2 [4.16]$$

$$Seccion Eficaz_{cilindro} = 3.1416 \times 0.56^2$$

$$Seccion Eficaz_{cilindro} = 0.97$$

Longitud del biodigestor

$$L = \frac{V_r}{(\pi \times r^2)} [4.17]$$

$$L = \frac{3.87m^3}{0.97}$$

$$L = 3,92 \text{ m}$$

Relación óptima entre longitud y diámetro del biodigestor

Según los resultados obtenidos en las ecuaciones desarrolladas anteriormente se adquirieron diferentes posibilidades de longitudes y anchos de rollos, debido a que no convienen biodigestor demasiados cortos ni largos, para esto existe una relación óptima entre el diámetro y la longitud.

Para ello se sugirió la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Relacion Optima} = \frac{L}{D} = \text{entre 5 a 10 (optimo de 7)} [4.18]$$

$$\frac{3,92 \text{ m}^2}{0,64 \text{ m}}$$

$$\text{Relacion optima} = 6.12$$

Dimensiones de la zanja

De manera general Herrero (2008) indicó que se deben emplear las siguientes dimensiones de la zanja mediante el tipo de ancho de rollo que se utilizó.

Cuadro 4.11. Dimensiones de la Zanja

Dimensiones de la zanja según el ancho del rollo (AR)			
AR(M)	A(m)	B(m)	P(m)
1.75	0.6	0.8	0.9

Fuente: Herrero, (2008)

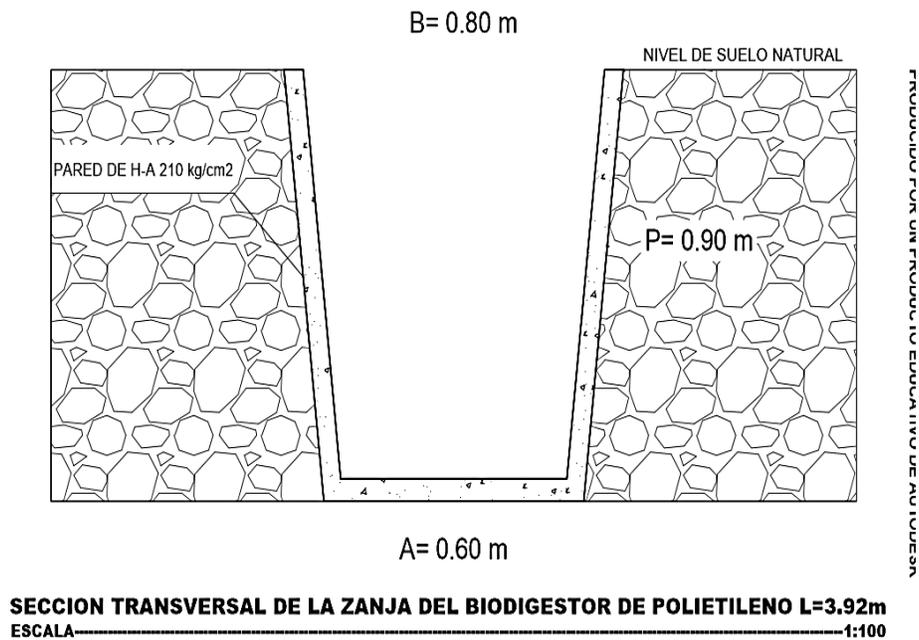


Gráfico 4.1: Dimensionamiento de la zanja

Presión

Se registraron datos de presión durante 5 días. A continuación en el siguiente cuadro se detallan los datos registrados.

Cuadro 4.12. Valores de presión en psi.

PRESION PSI	
DIAS	PRESION
1	6 PSI
2	6 PSI
3	7 PSI
4	7 PSI
5	9 PSI

Seadi *et al.*, (2008) manifiesta que un sistema de biodigestión para uso domiciliario debe mantener una presión máxima de 14,5 psi para darle una mejor calidad al gas al momento de su uso.

Como resultado a lo ante expuesto se demostró que el sistema tabular de polietileno trabajo con una presión adecuada; como se lo representa en el cuadro durante los días en que se monitoreo el valor se mantuvo constante, entre 6 y 9 PSI, cabe indicar que por condiciones climáticas en los primeros días por encontrarse el lugar de estudio en un clima nublado lo que disminuyó este parámetro.

4.2.3 CONSTRUCCIÓN DEL BIODIGESTOR

Basados en los resultados obtenidos con anterioridad se pudo realizar la construcción del biodigestor con un plástico de polietileno utilizando doble capa del mismo. Para la construcción del mismo se tuvo en cuenta el tiempo de retención en este caso debido a las condiciones climáticas de la zona se estimó un tiempo de 20 días.

En primer lugar, se efectúo la zanja plasmando los resultados, donde secavó un hoyo en forma de “U” en el cual se utilizó arena ya que la textura del suelo donde se lo realizó era un poco rocosa y de esta manera el plástico no se vea afectado.

Para la elaboración del biorreactor tipo domo flotante se manipuló un plástico de polietileno de 10 metros ya que se este se lo construyó con plástico doble ancho con el fin de conformar una capa más resistente al cual se le dio una forma de caramelo o salchicha.

En la instalación de la válvula de entrada se requirió realizar una hendidura de un diámetro aproximado de 1 cm que es el lugar donde se colocará la tubería de entrada con una longitud de un 1 metro, a la válvula de salida de gas que se encuentra en el lado posterior, se le adicionó una manguera de 3 metros de longitud ya que es la distancia donde se encontraba la tubería que se dirigía a l estufa donde se utilizó el biogás, se amarró por ambos lados fuertemente; notando

que el sistema tome forma de un “caramelo”, verificando que no exista alguna fuga para evitar pérdidas en el proceso de tiempo de retención.

Una vez terminado el proceso de construcción se elaboró la mezcla donde se utilizó la cantidad de estiércol con agua ya definidos con anterioridad, la cual se la destinó al sistema tubular de polietileno.

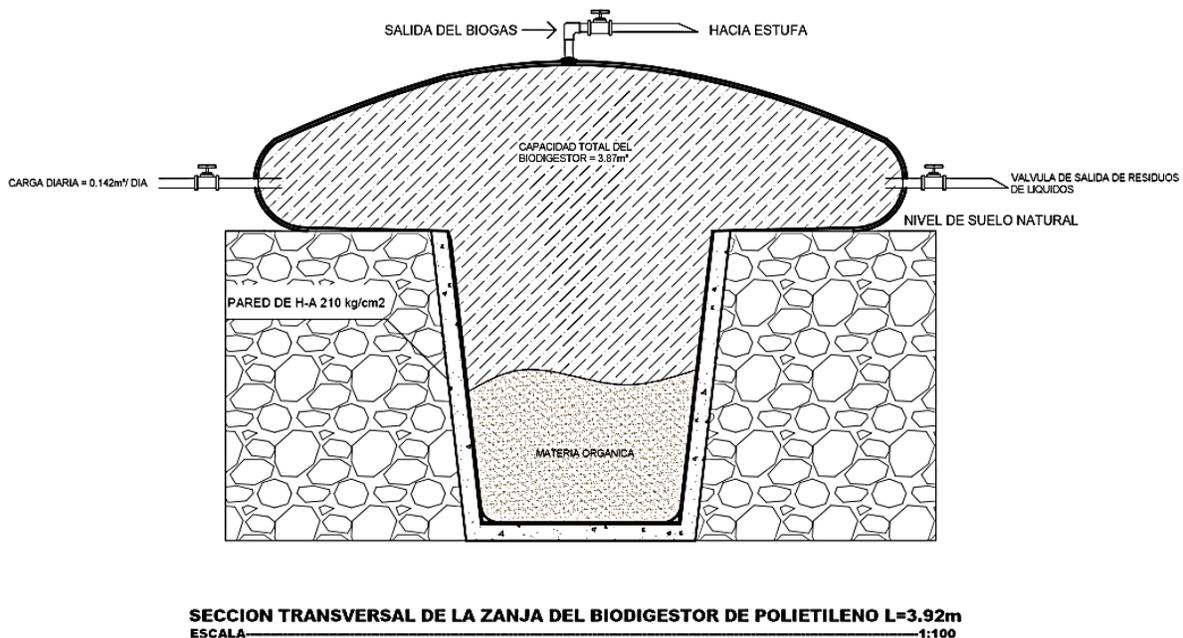


Gráfico 4.2. Dimensionamiento y construcción del biodigestor.

4.3. SOCIABILIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GAS COMO DESARROLLO SUSTENTABLE

4.3.1 SOCIABILIZAR AL GRUPO DE PERSONAS QUE LABORAN EN LA HACIENDA LA ESPERANZA

Con los resultados obtenidos se pudo brindar a las personas que habitan en la hacienda una introducción breve y concisa sobre la aplicación de este tipo de tecnologías.

Se instruyó a los habitantes acerca de un buen manejo de los residuos orgánicos de los beneficios económicos y ambientales que este traerá y consigo la aplicación de tecnologías limpias.

Se dio a conocer que el tiempo estimado para la obtención de biogás dependerá únicamente de las condiciones climáticas sabiendo que en la zona existen dos estaciones como son verano e invierno; donde si este obtiene una fuente directa de luz solar por más de 20 días esta será su tiempo de retención, pero mientras exista limitación de emisión solar o poca disposición de la misma se obtendrá biogás en un lapso de 30 a 45 días lo cual será normal en épocas de invierno.

Cabe recalcar que dentro de la hacienda ya existía un sistema de energías limpias, donde las heces fecales eran evacuadas a un área apropiada y aprovechadas durante un tiempo, pero por falta de conocimientos dejo de ser utilizada; con la implementación del nuevo sistema se fructifico y se aprovechó las tuberías antes edificadas, la cual se conectaba directamente con la estufa.

De esta manera se instruyó a los 3 habitantes de la hacienda, ya que por circunstancia económica y climática solo residen ellos.

Entre las temáticas que se dieron a conocer a los habitantes de la hacienda fueron:

- ✓ Como realizar la mezcla y la adición de la misma al sistema tubular
- ✓ Tipo de mantenimiento que se le dará a este y las veces que necesita ser alimentado la carga de mezcla respectiva.



Foto 4.3. Sociabilización y entrega del biodigestor.

La foto 4.3 hace reseña al lugar donde se realizó la entrega del sistema tabular de polietileno, además donde se mencionó los datos necesarios para el correcto uso y manejo del mismo; siendo participes de esto el dueño de la hacienda y un trabajador encargado de la misma.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Por medio de los resultados favorables obtenidos, especialmente en la construcción y en la producción de biogás se han obtenido las siguientes conclusiones:

- La utilización de este tipo de tecnologías limpias ofrece una gran ventaja para la disposición final de los residuos orgánicos (estiércol) generados por la principal actividad que se da en el lugar de estudio, debido a este tipo de sistema utilizado se pudo obtener alrededor de 2.506 m³ de gas en 20 días que fueron los necesarios de junto con 142 litros carga diaria el cual pudo ser utilizado para fines domésticos, tales como la cocción de alimentos dentro de la hacienda.
- La aplicación de energías alternativas tiene una gran ventaja económica ya que son tecnologías accesibles y con vida útil prolongada, de tal manera que, para la construcción de un sistema tabular de polietileno se deben utilizar los materiales adecuados, para así poder tener una mayor eficiencia de los mismos los cuales permitan asegurar la transferencia de calor a la materia orgánica que se encuentra dentro del sistema tabular.
- Con respecto a la ubicación del biodigestor se debe evidenciar que este tendrá que ser implementado en un área adecuada en donde incidan las condiciones físicas para que este obtenga un apropiado funcionamiento, ya que la temperatura ambiente es un factor importante que influye en la generación del biogás.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario recurrir a un tipo de recurso renovable que no contamine, perjudique o tenga un efecto negativo con el medio ambiente y la sociedad, además es importante ubicar el biodigestor en un lugar donde se considere seguro y estar cerca al sistema que se le dará gas ya que, este puede perder su presión inicial.
- Utilizar material adecuado tales como PVC, plástico o acero inoxidable con el que no se originen problemas durante el transcurso de la fermentación y en la efectividad del proceso, así mismo realizar un control en el momento de la adición de carga al sistema, ya que pueden existir pérdidas por derrame u otros inconvenientes.
- Se recomendó al encargado del lugar seguir utilizando el sistema, de manera que incentive a la población cercana a incorporar este tipo de tecnología para de esta manera mejorar el manejo de residuos ganaderos y su disposición final.
- Se recomienda colocar el biodigestor en un lugar cercano a la estufa, para que este no pierda presión al momento de su uso.

BIBLIOGRAFÍA

- Adekunle, F. y Okolie, J. 2015. Revisión Bioquímica De Los Procesos De Digestión Anaerobia. Avances En Biociencia Y Biotecnología. (En línea). EC. Consultado, 19 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/>
- Aguilar, F. y Botero, R. 2007. Biogás: Beneficios económicos utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo. (En línea). EC. Consultado, 16 de jun. 2016. Disponible en: <http://www.engormix.com/>
- Albarracín, D. 1995. Biblioteca del campo granja integral autosuficiente., 3a.ed., Santafé de Bogotá-Colombia., Disloque Editores. Pp. 240-247.
- Ana María Cabello Quiñones. 2006. Solución Para El Desarrollo Sustentable. (En línea). EC. Consultado, 31 de mayo. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://dspace.otalca.cl/>
- Arango, O. y Sanches, L. 2009. Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea. Revista biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. (En línea). EC. Consultado, 19 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/>
- Bernardo Campos Cuní. 2011. Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino vol.20 no.2
- Bothi.K.L. y Aldrich B. 2005. Feasibility study of a central anaerobic digester for ten dairy farms in Salem N.Y. Manure management program Cornell University.(En línea).EC.Consultado, 05 de jul. 2016. Disponible en: www.manuremanagement.cornell.edu.
- Cazier, E.; Trably, E.; Steyer, J &Escudie, R. 2015. La Inhibición De La Hidrólisis De Biomasa De Alta Presión Parcial De Hidrógeno En La Digestión

Anaerobia De Estado Sólido. (En línea). EC Consultado, 19 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/>

Cepero, L; Savran, V; Blanco, D; Díaz; Suárez J. y Palacios A. 2012. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. vol.35 no.2

COFRE. Hugo. 2008. Guía para la Construcción y Operación de una Planta de Biogás, Alimentada con Lodos de la Industria Carnea. Trabajo de grado Cs. Chile: Universidad Austral de Chile, 2001. Citado por: TELLEZ. Cristian. Diseño y selección de elementos para una planta de Biogás. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Chile: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ingeniería, 2008. 73 p.

Constitución de la República del Ecuador. 2008. Decreto Legislativo 0. Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008 Última modificación: 21-dic.-2015 Estado: Vigente. (En línea). EC.Consultado, 05 de junio del 2016. Disponible en: <http://www.seguridad.gob.ec>

Tola, E. 2003. Diseño De Un Biodigestor De Polietileno Para La Obtención De Biogás A Partir Del Estiércol. (En línea). EC. Consultado, 05 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). La ganadería y el medio ambiente. (En línea). EC. Consultado, 30 de mayo. 2016 Disponible: <http://www.fao.org>

FAO. 2006. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). La ganadería amenaza el medio ambiente. (En línea). EC. Consultado, 30 de mayo. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org>

Hernández, 2008. Lombricomposta Y Composta De Estiércol De Ganado Vacuno Lechero Como Fertilizantes Y Mejoradores De Suelo. (En línea). EC. Consultado, 05 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx>

- Herrero, J. 2008. Biodigestores Familiares: Guía de diseño y manual de instalación GTZ- Energía. Bolivia. (En línea). EC. Consultado, 05 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.bivica.org>
- Iglesias, L., s. f. El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. (EN LINEA). EC. Consultado, 05 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). 2011. Reporte Estadístico Sector Agropecuario. (En línea). EC. Consultado, 20 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2006. NTE INEN-ISO 14001:06. Sistemas de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso. Consultado, 05 de junio del 2016 Quito, EC. p 4-10.
- Jaramillo, G. y Zapata, L. 2008. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia. Gestión Ambiental. Colombia.
- Juan M. Pinos-Rodríguez. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. San Luis Potosí, México. Revista Agrociencia. V. 46. p. 4
- Kondusamy, D y Kalamdhad, A. 2014. Pre-tratamiento y digestión anaerobia de los residuos de alimentos para la producción de metano de alta velocidad – Revisión jornada ambiental e Ingeniera química. (En línea). EC Consultado, 19 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/>
- .
- Lara, E y Hidalgo, M. 2011. Diseño de un biorreactor y conducción del biogás generado por las excretas de ganado vacuno, estación Tunshi-ESPOCH. .

(En línea). EC Consultado, 20 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en:
Disponible en: www.dspace.espace.edu.ec.

Liam P. Weiss y Normand St-Pierre, 2009. Estrategias de alimentación para disminuir la producción de estiércol de vacas lecheras. (En línea). EC. Consultado, 27 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>.

Manuel Rodríguez Becerra. 2007. Ingeniería y medio ambiente. Bogotá, Colombia. Revista PrintVision N. 26

Medina, T. y Rodríguez, R. 2005. Hacer del rancho un negocio: papel del asesor para administrar el cambio. México. Revista Mexicana de Agronegocios. Tercera Época. VI 16 p.531-540.

Ministerio de electricidad y Energía Renovable. 2014. Aprovechamiento de Residuos Agropecuarios. (En línea). EC. Consultado, 05 de jul. 2016. Disponible en: <http://www.energia.gob.ec>

Olivares; Hernández, A; Vences; Jáquez, L Ojeda, D. 2012 Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. vol.28 no.1

Rolando, C; Elba, V; Identificación Y Clasificación De Los Distintos Tipos De Biomasa Disponibles En Chile Para La Generación De Biogás., Escuela de Ingeniería Bioquímica. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso., Santiago de Chile., 2009., Pp. 16-18. E Book.

Santos Cuadros. 2008. Residuos agrícolas, forestales y lodos. (En línea). EC. Consultado, 05 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.

- Seadi; Dominik, R; Heinz, P; Michael, K; Tobias, F; Silke, V; Rainer, J;. 2008. Manual de biogás (En línea). EC. Consultado, 1 de may. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.lemvigbiogas.com>
- Severiche, C. y Acevedo, R. 2013. Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación. (En línea). EC. Consultado, 07 sep. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.Dialnet-Biogas.com>
- Silva, J. 2009. Tecnología del biogás. (En línea). Consultado, 18 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org>
- Sosa, Roberto. 2008. Tratamiento y uso de recursos producidos con excretas porcinas. Instituto de Investigaciones Porcinas AP1, Punta Brava, La Habana. (En línea). EC. Consultado 9 jul. 2016 Disponible en: www.sian.info.ve
- Sosa, O. 2005. Los Estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. (En línea). EC. Consultado 06 de jul. 2016. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/agromensajes.htm>
- Vázquez, B., y Manjarrez, R. 1993. Contaminación del agua por actividad porcícola. Tecnología del Agua. España. 109, 38-43 pp.
- Yaniris Acosta y Cristina Obaya, 2005. Digestión Anaerobia Aspectos Teóricos. (En línea). EC. Consultado, 19 de jun. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org>

ANEXOS

ANEXO 1 Entrevista dirigida al propietario de la hacienda “La Esperanza”**ENTREVISTA DIRIGIDA A PROPIETARIO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA
CON EL FIN DE OBTENER INFORMACIÓN PARA DIAGNOSTICAR LA
PRODUCCIÓN DE LOS DESECHOS GANADEROS**

1. ¿Cuál es el número de reses que existen dentro del área total de la hacienda?
2. ¿Conoce usted la cantidad del estiércol generado en la hacienda La Esperanza?
3. ¿Cuál es la principal fuente de aprovechamiento de los desechos ganaderos de la hacienda?
4. ¿Cuál es el problema con mayor afectación provocado por el manejo inadecuado de los desechos ganaderos?
5. ¿Cuáles son los principales beneficios del manejo adecuado de los desechos ganaderos?
6. ¿Tiene Ud. Conocimiento sobre lo que es un biodigestor?
7. ¿le gustaría implementar un biodigestor a bases a base de los desechos ganaderos?

ANEXO 2 Aplicación de entrevista, construcción y sociabilización del sistema tabular de polietileno



2.1. Entrevista al Propietario de la hacienda.



2.2. Aplicación de entrevista.



2.3. Acondicionamiento del lugar de construcción.



2.4. Construcción del biodigestor.



2.5. Construcción final del biodigestor (antes de ser utilizado).



2.6. Biodigestor tubular de polietileno tipo salchicha.



2.7. Preparación de la mezcla (Residuos Ganaderos y Agua).



2.8. Entrega del Biodigestor al propietario de la Hacienda La Esperanza.



2.9. Monitoreo presión.



2.10. Estufa encendida con menos distancia



2.11. Distancia mínima entre biodigestor y estufa.

ANEXO 3. Acta de sociabilización y control de asistencia.

ACTA DE SOCIABILIZACIÓN

En la ciudad de Calceta, en las instalaciones de la hacienda la Esperanza el día martes 21 de marzo del 2017, siendo las 10 am., se dio inicio a la reunión de sociabilización acerca del proyecto **"IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR A PARTIR DE RESIDUOS GANADEROS PARA USO DOMESTICO"**, presidiendo por el señor Jhandry Basurto acompañado de la señorita Sarahy Huiza encargados de la ejecución de la investigación.

El equipo investigador se dispone a realizar una presentación breve acerca de la metodología necesaria para la construcción del sistema tubular de polietileno (Biodigestor)

Se consideraron temas importantes tales como:

- ✓ Contaminación del medio ambiente debido a la generación de desechos ganaderos
- ✓ Emisiones de gases de efecto invernaderos
- ✓ Importancia del manejo adecuado de residuos ganaderos
- ✓ Definición de biodigestor
- ✓ Explicación breve sobre el sistema tubular de polietileno
- ✓ Procedimientos básicos para la construcción del biodigestor
- ✓ Método para realizar la carga diaria del biodigestor
- ✓ Mantenimiento del biodigestor.

Luego de la consideración de estos y muchos temas de intereses para los habitantes, se realizó la entrega oficial del Biodigestor con el fin de beneficiar, económicamente y ambientalmente la situación actual de la hacienda.

El cierre lo realizó los encargados de la investigación quedando muy agradecidos con los habitantes en el proceso de "Implementación de un

biodigestor a partir de residuos ganaderos para uso doméstico en la hacienda La Esperanza, Calceta, Bolívar, Manabí

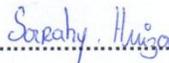
Finalizo la reunión siendo las 13:30 pm

En constancia firma quienes en ella fueron partícipes



JHANDRY M. BASURTO LOOR

Encargado



SARAHY F. HUIZA MENÉNDEZ

Encargada



ERICK MENDOZA VEINTIMILLA

C.I. 1311820151

Habitante de la Hacienda



PILAR VEINTIMILLA

C.I. 1304668609

Habitante de la Hacienda

CONTROL DE ASISTENCIA
SOCIABILIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS COMO DESARROLLO
SUSTENTABLE

RESPONSABLES: Sarahy Huiza , Jhandey Basurto .

FECHA DE INICIO: 21 / 03 / 2017 FECHA FIN: 21 / 03 / 2017

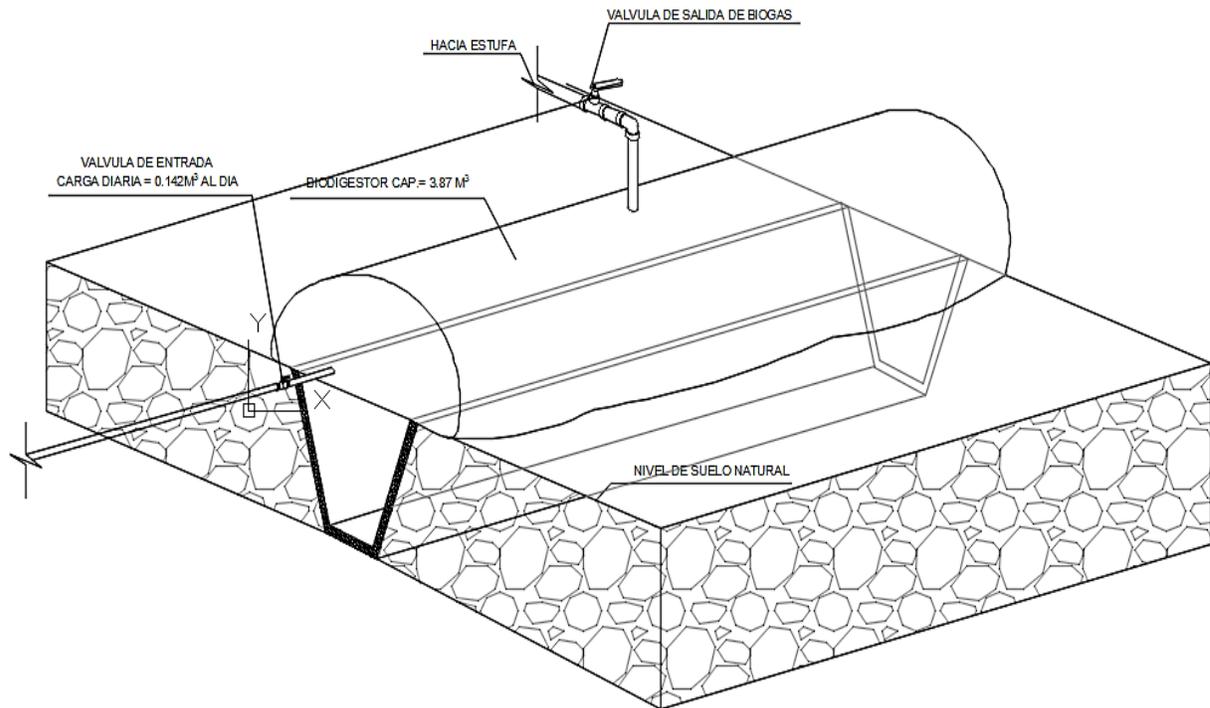
Firma:
(Responsables)



Jhandey B

DATOS DE LOS ASISTENTES			FIRMAS	OBSERVACIONES
APELLIDOS	NOMBRE	C.I		
1 Velasquez Basurto	Peдро	131202585-9	Sarahy Velasquez	
2 Rendoz Vintimilla	Maria del Pajar	1304668609	Sarahy Vintimilla	
3 Rendoz Vintimilla	Erick H	1311820151	Erick Vintimilla	
4				
5				
6				

OBSERVACIONES GENERALES:

ANEXO 4. Diseño isométrico del biodigestor (tipo domo flotante)**DETALLE ISOMETRICO DE BIODIGESTOR**