

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS

ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL



“EFECTIVIDAD DEL BIODIGESTOR ARTESANAL PARA COCINA, CON ESTIÉRCOL BOVINO EN LA COMUNIDAD LAS PIEDRAS, MUNICIPIO PUERTO GONZALO MORENO, DEPARTAMENTO PANDO”

Tesis de grado para optar al título académico de Licenciado en Ingeniería
Ambiental

Postulante : Univ. Eddy Salinas Sánchez

Asesor : Ing. Wisner Ávila Valera

Las Piedras, Pando, Bolivia, Octubre del 2018

Esta tesis de grado, ha sido aceptada en su presente forma, por la Universidad Amazónica de Pando, Dirección del Área de Ciencias Biológicas y Naturales, Aprobada por el Tribunal.

FIRMANTES:

Lic. Luis Alberto Oliveira Carrillo

DIRECTOR UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS

Lic. Diana Virginia Suárez Noro

TRIBUNAL

Lic. Alexander Cuellar Tirina

TRIBUNAL

Ing. Adhemar Rodríguez Bravo

TRIBUNAL

Ing. Wisner Ávila Valera

ASESOR

Univ. Eddy Salinas Sánchez

POSTULANTE

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, la salud y por permitirme culminar la carrera.

A mi Tutor Ing. Wisner Ávila Valera, por la orientación, enseñanza y paciencia en el proceso de la investigación.

A todos los docentes de La Unidad Académica Las Piedras, por el profesionalismo, por los conocimientos transmitidos a favor de nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

A la Unidad Académica Las Piedras, por haberme acogido en su templo de enseñanza, forjadora en el conocimiento de buenos profesionales.

Con mucho amor y cariño a mi esposa Arely Palomequi, y mis hijos Erick, Rashel y Ariana por la comprensión y apoyo incondicional que me brindaron durante este proceso de profesionalización.

A mis padres: Ramón Salinas Y Catalina Sánchez por enseñarnos el respeto, responsabilidad y sobre todo por dedicar su vida en cuidarnos cuando fuimos niño, y la aspiración de poder ver a sus hijos profesionales.

Eddy Salinas S.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	3
2.1. Descripción del Problema.....	3
2.2. Delimitación del Problema.....	3
2.3. Planteamiento del Problema	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
3.1. Justificación Económica	5
3.2. Justificación social.....	5
3.3. Justificación ambiental y técnica	6
4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:	7
4.1. Objetivo General	7
4.2. Objetivos Específicos.....	7
5. FORMULACION DE HIPOTESIS.....	7
5.1. Definición de variables	7
5.2. Operacionalización de las Variables.....	8
5.3. Significación Práctica.....	8
5.4. Aporte Teórico.....	9
6. MARCO REFERENCIAL	10
6.1. Marco conceptual.....	10
6.2. Marco Teórico.....	12
7. DISEÑO METODOLÓGICO	20
7.1. Tipo de Investigación.....	20
7.2. Métodos y Técnicas de Recolección de Datos.....	21
7.3. Técnicas	29
7.4. Población y muestra.....	30
7.5. Tipo de muestreo.....	32
7.6. Instrumentos y/o Materiales relevantes.	33
8. RESULTADOS	33

8.1. Descripción de tratamiento estadístico	33
8.2. Presentación de resultados obtenidos.	34
8.3. Análisis y Discusión de los Resultados	42
9. Conclusiones	45
10. Recomendaciones	46
Bibliografía	47

Índice de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de Variables	8
Tabla 2 Composición química del biogás	20
Tabla 3 Estimación de la producción de estiércol disponible y biogás por familia productora por cada 100 Kg de peso vivo del animal.....	24
Tabla 4 Tiempo de retención según la región.....	25
Tabla 5 Volúmenes del biodigestor calculados siguiendo el método Jaime Martí.	27
Tabla 6 Materiales de investigación para la construcción del biodigestor y producción de biogás	33
Tabla 7 Estadísticos	34
Tabla 8 Estadísticos 2.....	34
Tabla 9 Datos obtenidos de la pregunta N° 1 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	35
Tabla 10 Daros obtenidos de la pregunta N°2 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	36
Tabla 11 Datos obtenidos de la pregunta N° 3 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	37
Tabla 12 Datos obtenidos de la pregunta N° 4 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	38
Tabla 13 Datos obtenidos de la pregunta N° 5 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	39
Tabla 14 Datos obtenidos de la pregunta N° 6 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	40
Tabla 15 Datos obtenidos de la pregunta N° 7 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras.....	41

Índice de Gráficos

Grafico 1 Proceso de producción de biogás	17
Grafico 2: Mapa de ubicación de la comunidad Las Piedras.....	32
Grafico 3 Porcentaje obtenido de la pregunta N° 1 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	35
Grafico 4 Porcentaje obtenido de la pregunta N°2 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	36
Grafico 5 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 3 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	37
Grafico 6 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 4 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	38
Grafico 7 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 5 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	39
Grafico 8 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 6 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	40
Grafico 9 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 7 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras	41
Gráfico 10 Encuestando al productor de ganado bovino	49
Gráfico 11 Realizando la entrevista	49
Gráfico 12 Materiales utilizados en la construcción del biodigestor	50
Grafico 13 Adaptador de tanque o flanchi de 1/2”	50
Grafico 14 Codo PVC 1/2”	50
Gráfico 15 Llave de paso metálico 1/2”	51
Gráfico 16 Llave de paso PVC 1/2”	51
Grafico 17 Tambor o bidón de 150 Lts.	51
Gráfico 18 Tapa del biodigestor.....	52
Grafico 19 Colocando el adaptador o Flanchi	52

Gráfico 20 Colocado de la llave de paso	53
Gráfico 21 Cañería que conducirá al biogás	53
Gráfico 22 Balde de 20 Lts. utilizado para recoger y transportar el estiércol	54
Gráfico 23 Recogiendo el estiércol	54
Gráfico 24 Balde lleno estiércol	54
Gráfico 25 Biodigestor con carga líquida estiércol agua	55
Gráfico 27 Biodigestor listo para empezar a operar	55

RESUMEN

A través del presente proyecto se plantea la construcción de un biodigestor para producir biogás para cocina utilizando el estiércol de ganado bovino, que se encuentran a libre disposición en el campo de pastoreo como materia prima (combustible).

Permitirá a las familias que se dedican a la crianza de ganado bovino utilizar el estiércol para generar biogás y eliminar la utilización de leña y por ende la emisión de Monóxido de Carbono CO, Dióxido de Carbono CO₂ o de otros gases tóxicos que puedan causar daño al medio ambiente y a la salud humana.

El biogás es el resultado de la descomposición o degradación de la materia orgánica producidas por bacterias anaerobias que producen biocombustibles en un biodigestor

Un biodigestor es un reactor cerrado impermeable y se cierra de modo hermético, donde se almacenan las sustancias orgánicas que fermentara.

En cuanto al tiempo de conversión del estiércol bovino a biogás, en este tipo de biodigestor, se determinó el tiempo de retención de la biomasa para producir biogás, de acuerdo a los resultados, estamos de acuerdo con la afirmación de Martí, 2018, en que el estiércol demora en degradarse y generar biogás en 20 días a temperatura ambiente en clima tropical.

Este estudio se aplicó por cuestiones de accesibilidad de los productores que pertenecen a la comunidad, que si bien ninguno produce biogás pero tienen disponibilidad de materia prima y eso los convierte en potenciales usuarios del biodigestor artesanal para la producción de biogás.

Palabras Claves: Biodigestor, Estiércol, Biogás, Leña.

SUMMARY

Through this project, the construction of a biodigester to produce biogas for kitchen using cattle manure, which are freely available in the grazing field as raw material (fuel) is considered.

It will allow families that are dedicated to raising cattle to use manure to generate biogas and eliminate the use of firewood and therefore the emission of Carbon Monoxide CO, Carbon Dioxide CO₂ or other toxic gases that may cause damage to environment and human health.

Biogas is the result of the decomposition or degradation of organic matter produced by anaerobic bacteria that produce biofuels in a biodigester

A biodigester is a closed impermeable reactor and is closed in an airtight way, where the organic substances that ferment are stored.

Regarding the time of conversion of bovine manure to biogas, in this type of biodigester, the retention time of the biomass to produce biogas was determined, according to the results, we agree with the statement of Marti, 2018, in which manure takes time to degrade and generate biogas in 20 days at room temperature in tropical climate.

This study was applied due to issues of accessibility of the producers belonging to the community, although none of them produces biogas but they have availability of raw material and that makes them potential users of the artisan biodigester for the production of biogas.

Key words: Biodigester, Manure, Biogas, Firewood.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años las poblaciones han crecido de manera considerable, por lo que se tiene como consecuencia, un requerimiento mayor de combustibles, tomando en cuenta que estos, forman parte fundamental del desarrollo de las mismas.

En consecuencia, las fuentes renovables de energías en general y la tecnología del biogás en particular, constituyen una solución adecuada si se conocen bien sus bondades y su interacción con el medio ambiente. La tecnología del biogás, por ejemplo, ha permitido el uso racional de los productos finales de ese proceso, con sus correspondientes impactos sociales, ambientales y económicos.

Por otra parte, es importante mencionar que tradicionalmente, la producción de combustible para la cocción de alimentos se realiza utilizando partes de ramas de árboles secos (leña), lo que genera producción de monóxido de carbono durante la combustión, lo cual se traduce en deterioro Atmosférico ambiental y de la salud de la población.

Por ello,

La presente investigación, pretende demostrar la EFECTIVIDAD DEL BIODIGESTOR ARTESANAL PARA COCINA, A PARTIR DEL ESTIERCOL DE GANADO BOVINO EN LA COMUNIDAD LAS PIEDRAS, MUNICIPIO DE PUERTO GONZALO MORENO, DEPARTAMENTO PANDO.

Tomando en cuenta que el gas que se produce actualmente, tiene que atravesar gran parte del territorio nacional hasta llegar a la zona en condiciones no recomendadas técnicamente, pero que la necesidad de contar con este energético básico en la cotidianidad familiar, hace que sea traslado en cisternas y barcazas y que genera alta peligrosidad por su inflamabilidad.

El presente informe final demostrara la viabilidad de generar combustible de forma artesanal mediante el proceso de transformación de heces fecales de animales bovinos y otros desperdicios de cocina mediante la construcción de un biodigestor cuyos materiales sean de fácil acceso y de bajo costo que sea disponible para las familias del área rural.

El biodigestor artesanal que se demuestra en la presente propuesta pretende ser un aporte en la mitigación de la contaminación atmosférica, tomando en cuenta que la quema de fósiles orgánicos producen grandes cantidades de dióxido de carbono que se acomodan en la atmosfera y que acompañados por otros residuos contaminantes promueven la estructuración del efecto invernadero que por hoy es sujeto de grandes controversias ambientales, políticas, económicas y sociales que no promueven ninguna coordinación entre partes.

La presente tesis de grado genera alternativas de viabilidad y contribuye a la mitigación de contaminantes que alteran la combustión ambiental global.

2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

En la actualidad, en la comunidad Campesina Las Piedras, muchas de las familias utilizan leña para cocinar sus alimentos, por el crecimiento poblacional se hace cada vez más difícil adquirir este combustible, esta actividad se realiza cotidianamente generando problemas y daño al medio ambiente, por la producción de monóxido de carbono, durante la combustión; Otras familias utilizan el gas licuado (GLP), tomando en cuenta que, para poder adquirirlo se ven afectados económicamente por que no se cuenta con una distribuidora en el lugar, muchos cuentan con una sola garrafa y los gastos se incrementan por el transporte de ida y vuelta para abastecerse en la ciudad de Riberalta.

Por otro lado se encuentra la libre disposición del estiércol de ganado bovino en el campo de pastoreo, y la falta de tratamiento lo convierte en una fuente de contaminación ambiental y en un foco infeccioso para los propios animales y los seres humanos, propiciando el desarrollo de vectores de enfermedades, Además que la aplicación del estiércol fresco como fertilizante no es bueno para la aplicación en la agricultura, su descomposición temprana no es aprovechada por las plantas.

2.2. Delimitación del Problema.

En la Comunidad Las Piedras existen 16 familias que se dedican a la cría de ganado bovino a pequeña escala.

La presente investigación se realizó tomando en cuenta estas 16 familias, productoras de ganado que generan residuos (estiércol) que se encuentra a libre disposición en el campo sin darle ningún tratamiento o disposición final.

Se considera importante reorientar a los productores de ganado bovino utilizando nuevas técnicas que generen beneficios económicos y ambientales, con el fin de establecer nuevos parámetros de crecimiento en las comunidades rurales de nuestra zona, especialmente de la población sujeto de estudio.

2.3. Planteamiento del Problema

La comunidad Las Piedras es una pequeña población campesina dedicada a la agricultura tradicional, hábito que ha venido realizando desde tiempos pasados. Dentro de este ambiente cultural, está el uso tradicional de la leña que dejan los chaqueos al ser quemados, cuyos residuos son utilizados para la cocción de alimentos. Esta práctica ha originado el alejamiento de la masa boscosa que anteriormente tenía la comunidad.

En la actualidad, se hace más difícil cada día encontrar leña disponible y cerca de la comunidad, se considera importante a partir de ahora modificar esos hábitos tomando en cuenta que fueron prácticas que ayudaron a la contaminación ambiental durante décadas.

Como utilizar los desechos que dejan los animales en los campos de pastoreos y convertirlos en un potencial energético, utilizando la transformación de estos residuos orgánicos en bioenergía domiciliar, que ayude a la reducción de impactos ambientales atmosféricos.

Frente a esta situación problemática anteriormente descrita es importante plantear las siguientes interrogantes.

¿Se han identificado las potencialidades y la disponibilidad de la biomasa existente (estiércol bovino)?

¿Se han determinado los factores que intervienen en la producción de biogás?

¿Cuál es el tipo de biodigestor que se utilizara para realizar la investigación?

¿Con que finalidad se construirá el biodigestor?

¿Cuál es la efectividad del biodigestor artesanal en la generación de biogás para cocina, a partir de estiércol de ganado bovino en la comunidad Las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno Departamento Pando?

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. Justificación Económica

La ausencia de una distribuidora local de gas hace que el costo del gas se incremente en un 50% por los costos de transporte que las familias invierten para poder adquirirlos en la ciudad de Riberalta.

El gas es uno de los más requeridos para la vida diaria de las personas, la dificultad de su distribución en la comunidad y los altos costos hacen necesario desarrollar métodos más eficientes y de bajo costo para la producción de combustible (biogás).

En el hogar, uno de los usos más importante del biogás es para cocinar o preparar los alimentos. Con esto se ahorra leña o bien dinero directamente al no comprar otro tipo de combustible para ello.

3.2. Justificación social

El efecto del crecimiento poblacional de la comunidad genera mayor requerimiento de combustible leña o gas, teniendo las familias que emplear más tiempo y recurso económicos para abastecerse.

La mayoría de las familias de la comunidad Las Piedras son familias de escasos recursos económicos con muy pocas oportunidades de generar recursos diarios o mensuales ya que la mayoría se dedican a la agricultura en pequeña escala o de subsistencia y otro factor determinante es la falta de fuentes de trabajo.

Las familias mejoraran su calidad de vida, al contar con suficiente biogás para cocinar sus alimentos, y al no generar humos visibles las paredes de la cocina y ollas dejaran de estar cubiertos de hollín negro. De esta manera, se previenen enfermedades respiratorias, irritación en los ojos y otras enfermedades que puedan ocasionarle a las mujeres y niños.

Al utilizar el estiércol se eliminaran los malos olores y los focos de infección, cada familia al generar su propio combustible para cocinar, no tendrá la necesidad de

usar otros combustibles que generan humos y gases tóxicos ni de talar árboles para contar con leña.

3.3. Justificación ambiental y técnica

La combustión del biogás no produce humos visibles y su carga en ceniza es infinitamente menor que el humo proveniente de la quema de madera.

El biogás se convertirá en una fuente de energía barata para satisfacer la demanda de la cocina de los hogares campesinos, reduciendo o eliminando su consumo de leña, gas (GLP) o de kerosene. El efluente del Biodigestor es un abono de excelente calidad para el agro, además, todos los patógenos iniciales habrán muerto, reduciéndose así el riesgo de contaminar las fuentes de agua y causar enfermedades; Si se deja sedimentar el efluente del biodigestor, se tendrá una parte sólida y otra líquida. La parte sólida se llama biosol y es un abono que se aplica directamente al campo; la parte líquida se podrá emplear como abono foliar.

En la comunidad Las Piedras el sistema tradicional para cocinar o preparar los alimentos es a través de la quema de material combustible (leña), este recurso escasea cada vez más; por lo que se tiene como consecuencia un requerimiento mayor de combustible debido al crecimiento de la población donde las personas tienen que invertir más tiempo para conseguirlo.

Este sistema tradicional genera riesgos e inseguridad para las familias ya que el fuego es propenso a la expansión debido a la influencia de las olas de viento que podrían generar incendios en los hogares. En la comunidad es difícil poder satisfacer las necesidades básicas de combustible (gas) a causa de la falta de infraestructuras, y por lo complicado que llega a ser el suministrarlo en la zona.

4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:

4.1. Objetivo General

Determinar la efectividad del Biodigestor artesanal, en la generación de biogás para cocina, a partir de estiércol bovino, en la comunidad Las Piedras del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Departamento Pando.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Describir la percepción de la población productora en cuanto a la utilización del estiércol de ganado bovino y la producción de biogás.
- ✓ Cuantificar la potencialidad y disponibilidad de la biomasa (estiércol bovino) existente en la comunidad Las Piedras.
- ✓ Evaluar la eficiencia del Biodigestor y conversión del estiércol bovino a biogás con un recipiente de 150 litros.

5. FORMULACION DE HIPOTESIS

El estiércol bovino sometido a Biodigestor artesanal permite obtener suficiente volumen de biogás para una cocina familiar.

5.1. Definición de variables

5.1.1. Variable Independiente

Cantidad de estiércol bovino sometido a Biodigestor.

5.1.2. Variable Dependiente

Volumen obtenido de biogás para cocina.

5.2. Operacionalización de las Variables

Tabla 1 Operacionalización de Variables

VARIABLES	TIPO	DEFINICION	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Estiércol	Cualitativo	Excremento de los animales que se utiliza para fertilizar los cultivos.	Nº de animales por familia.	Cuestionario
Biodigestor	Cualitativo	El Biodigestor es un sistema cerrado de fermentación anaerobia, en el que se llevan a cabo los procesos de transformación de la materia orgánica para la Obtención de biogás a través de un adecuado manejo de la biomasa.	Tiempo que tarda el Biodigestor en producir biogás	Guía de observación
Biogás	Cuantitativo	Es el resultado de la degradación anaerobia de materia orgánica o biomasa, dicho gas está compuesto por cerca de 60% de metano y 40% de dióxido de carbono y otros gases.	Volumen de biogás generado	Guía de observación

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Significación Práctica.

La significación práctica de la presente investigación está representada con la propuesta de transformar los desechos sólidos que dejan los animales en los campos de pastoreo convirtiéndolos en energía alternativa disponible para el uso domiciliario, tratando de dar solución a la contaminación ambiental atmosférica, a la economía familiar y a problemas que se generan y causan daños a la salud de la población, además de acompañar la práctica de nuevos hábitos que resultaran en amplios beneficios sociales, económicos y productivos. Dicha propuesta comprende la técnica de generación de biogás a partir de la utilización del estiércol de ganado bovino mediante un biodigestor artesanal.

5.4. Aporte Teórico

Con el aprovechamiento del estiércol para generar biogás mediante el biodigestor, permitió reducir la emisión del gas metano que se libera directamente a la atmosfera como consecuencia de la descomposición del estiércol que se encuentra al aire libre en el campo de pastoreo, evitándose los malos olores, la contaminación de suelos, agua y la tala de árboles para contar con leña.

Esta tecnología mejora la calidad de vida de las familias, al no emitir humos visibles se previenen enfermedades respiratorias e irritación en los ojos, así mismo las paredes de la cocina y ollas dejaron de estar cubiertos de hollín negro.

El tiempo que las familias dedican en la recolección de leña, o el dinero que invierten para comprar combustibles, se sustituye por 20 minutos máximos diario que es lo que requiere el biodigestor para ser cargado con estiércol y agua.

El biodigestor es una técnica para producir biogás, que contiene principios en el cual se trabaja de acuerdo a los principios de la naturaleza y están acorde con las normas establecidas de conservación y mitigación, de aspectos contaminantes que están generando problemas ambientales globales.

¿En la actualidad cual es el aporte teórico benéfico que ayude a las futuras generaciones a conservar, desarrollando y produciendo economía y un ambiente limpio?

Aprovechar el estiércol de ganado bovino para generar biogás para cocina mediante un biodigestor significa:

- No destruir el bosque
- No emitir contaminantes atmosféricos.
- No quemar más combustible fósil.
- Promover el aprovechamiento de la materia orgánica disponible.
- Mejorar los hábitos de las familias.
- Promover emprendimientos innovadores.
- Reducir los gastos por compra de combustible.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Marco conceptual

Biogás

Es la mezcla de gas producido por bacterias metanogénicas que transforman material biodegradable en condiciones anaerobias. Está compuesto de 60 a 80% de metano, 30 a 40% de dióxido de carbono y trazas de otros gases, como nitrógeno, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono e hidrógeno. El biogás tiene un poder calorífico entre 4500 y 6500 kcal/ m³. (Unidad de Planeacion Minero Energetico, 2003)

Digestión anaerobia

Es oxidación de la materia orgánica y transformación en gas y lodos, en ausencia de aire, que se realiza en la naturaleza como parte de la cadena alimenticia de ciertos microorganismos (bacterias anaerobias). El gas resultante en este proceso se conoce como biogás. El proceso de digestión tiene lugar en un digestor sellado el cual crea las condiciones ideales para que las bacterias metanogénicas fermenten el material orgánico en condiciones libres de oxígeno. Durante este proceso el 30 a 60% de la materia orgánica es convertida en biogás. (Unidad de Planeacion Minero Energetico, 2003)

Efluente

Subproducto de la digestión anaerobia el cual es una solución orgánica estabilizada que puede ser utilizada como fertilizante, para riego y piscicultura. (Unidad de Planeacion Minero Energetico, 2003)

Estiércol

Son las heces fecales de los animales. En general el estiércol posee un contenido de sólidos de 8% a 25%, dependiendo del tipo de animal. Este puede ser mezclado con agua para ser alimentado al digestor en relación de 10 a 1. (Unidad de Planeacion Minero Energetico, 2003)

Materia prima

Es la totalidad de residuos orgánicos que pueden recolectarse y que pueden ser utilizados para cargar el biodigestor. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2003)

PH

Concentración de iones hidrógeno (H^+) o hidróxidos (OH^-) que determinan la acidez o basicidad de una sustancia. El pH se mide de 0 a 14 siendo 7 una solución neutra, de 0 a menor de 7 ácida y mayor de 7 a 14 básica. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2003)

Tiempo de retención (TR)

Es el lapso (en días) durante el cual la carga alimentada permanece en el digestor y es el tiempo necesario para la digestión del material orgánico a la temperatura de operación del digestor. El TR es inversamente proporcional a la temperatura. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2003)

Aprovechamiento Energético

Tratamiento orientado a utilizar el residuo para la generación de energía como fuente alternativa (Ley 755, La Paz, 2015).

Biodegradable

Producto o sustancia que puede descomponerse por la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales (Ley 755, La Paz, 2015).

6.2. Marco Teórico

6.2.1. EL Biogás en Bolivia

En Bolivia se está ampliando a nivel nacional y local el impacto de la utilización de los Biodigestores, gracias al trabajo del Centro de Investigación de Biodigestores, Biogás y Biol (CIB3), conformado por la Universidad Mayor de San Andrés de La Paz, las ONGs CIPCA y CPTS y el centro público español de investigación CIMNE.

En 2012 ha sido publicado un Estudio de Factibilidad para un programa nacional de biogás para Bolivia realizado por Hivos, SNV, CIMNE y Soluciones Prácticas.

En Bolivia los Biodigestores presentan una oportunidad múltiple de mejorar la calidad de vida de las familias que se dedican a la producción agropecuaria, debido al fertilizante generado en el proceso de digestión anaerobia, llamado biol. El biol tiene un alto potencial porque genera un aumento de rendimiento de cultivos; permite la captura y combustión de biogás (principalmente metano, que al ser quemado se transforma en CO₂ con un impacto de 23 veces menor ante el cambio climático); funciona como combustible, desplazando el consumo de leña y la carga de trabajo asociada a su recolección; reduce la presión sobre el medio ambiente por la deforestación y permite en fin cocinar sin humo, mejorando la salud familiar.

En todo el país funcionan más de 1000 Biodigestores, principalmente de pequeños productores lecheros del altiplano y de Cochabamba, gracias a un proyecto de 4 años y medio ejecutado por el Programa EnDev-Bolivia (GIZ) en convenio con el Centro público español de investigación CIMNE.

La tecnología usualmente empleada en Bolivia es la de los Biodigestores tubulares, diseñados para un correcto funcionamiento incluso en el clima frío del altiplano. Se trata de los modelos más baratos que se están implementando en el mundo y en Latino América, de fácil instalación y transporte hasta comunidades

alejadas. Todos los materiales requeridos se encuentran en los mercados de Bolivia. Esta tecnología requiere sin embargo la asistencia técnica a los productores, ya que el manejo y mantenimiento del Biodigestor, el uso de biogás, la aplicación de biol, aun siendo fáciles y sencillos, requieren de un cambio de hábitos y un acompañamiento del productor para la completa apropiación del sistema.

La situación nacional ofrece un gran potencial para la diseminación de los Biodigestores en Bolivia como una herramienta adecuada para ayudar a reducir la pobreza energética, incrementar la agricultura sustentable, fortalecer la soberanía alimentaria, mitigar el impacto y la adaptación al cambio climático, mejorar la salud familiar. Un Biodigestor es un instrumento versátil, que sin solucionar todos los problemas coadyuva a resolverlos, buscando otro modo de producción agropecuaria más integrada. (Marti, 2013)

El programa “Viviendas Auto energéticas” en Bolivia

La inequidad al momento de la distribución de los energéticos en Bolivia es muy grande no existe posibilidad de que en zonas como del área rural puedan generar procesos de mejora en su calidad de vida, pues el gobierno tanto local como nacional poco o nada apoyan a este sector de la población, en esta temática, siendo sus necesidades olvidadas o marginadas de esquemas de desarrollo nacional, por esta razón se ve a Bolivia como un país con abundantes recursos naturales, actualmente uno de los mayores productores de gas de América del sur, sin embargo pese a ser ricos, internamente la falta de fuentes energéticas en el área rural genera grandes problemas tanto en el uso indiscriminado de los recursos naturales (leña y otros) para la cocción de alimentos que en la zona rural deriva en una fuerte presión al Medio Ambiente. En la actualidad no se cuenta con energía eléctrica por la dispersión de la población del área rural, que al no contar con este energético de red u otra fuente alternativa, utilizan kerosén y otros combustibles altamente peligrosos (Gasolina, diésel, velas y otros).

La poca disponibilidad e ineficiencia de las actuales fuentes de energía en el área rural, para la iluminación, la cocción de alimentos, desemboca en que la

población campesina incrementa su voracidad al medio ambiente, sin conocer que existe otras posibilidades tecnológicas que pueden resultar en esquemas sostenibles de manejo de los recursos naturales, y de los residuos humanos y animales; sin que por esto se cambie culturalmente el uso de los residuos (estiércol) para fines agrícolas.

Estas costumbres implican una gran contaminación al medio ambiente, de emisiones de metano CH₄, como gas de efecto invernadero GEI, de manera que afecte al calentamiento global y se continúe deteriorando el medio ambiente mundial.

Los problemas que se están solucionando son:

- a) La alta contaminación ambiental local y proteger la salud sobre todo de la mujer y los niños al cocinar alimentos, con los gases tóxicos que emanan de la quema de estiércol seco y leña; y la contaminación por la falta de estrategias de manejo de residuos.
- b) El poco abastecimiento de fuentes energéticas alternativas para la vivienda familiar.
- c) Manejo adecuado de residuos y disminución del vertido de efluentes humanos y animales al medio ambiente, con los respectivos efectos negativos en la salud humana.
- d) Deterioro del medio ambiente, por el uso irracional de los recursos naturales en este caso la leña, tola u otros energéticos de la zona fundamentalmente. Con el peligro de deforestación y por ende la pérdida de biodiversidad en la zona.
- e) Continuar con la extrema pobreza y sus factores colindantes; la calidad de vida y la presión al medio, por la degradación y contaminación.
- f) Deterioro de la calidad de vida en la zona, debido fundamentalmente al sistema de recolección de recursos que tiende a ser muy exigente, en cuestión de tiempo y trabajo fundamentalmente de las mujeres y niños principalmente.
- g) La falta de fuentes energéticas económicas, de fácil obtención para la cocción de alimentos e iluminación.
- h) El alto costo económico y social con el uso de las actuales fuentes energéticas.

i) La alta contaminación de medio ambiente global por la emisión de gases de efecto invernadero como el Metano CH₄.

La incorporación del concepto de energización rural por medio de la “**Vivienda Auto energética**”, en el diseño de los programas de desarrollo rural podría contribuir a la obtención de mejores resultados, por cuanto posibilitaría análisis integrados de los aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y energéticos. Un plan de energización del área rural se concibe como un apoyo directo a los esfuerzos locales por resolver los problemas que han limitado la energización rural. Asimismo para canalizar los esfuerzos locales y la cooperación internacional en forma sinérgica y complementaria.

Cocinas mejoradas con el uso de biogás como combustible, LP, Cbba, SC.

Los Biodigestores en Bolivia, así como todos los procesos y factores inmersos en su uso y aprovechamiento, derivan en una tecnología reciente que tuvo sus primeros avances en la década de los noventa a cargo de la Universidad Mayor de San Simón por medio del Proyecto Biogás con financiamiento de la Cooperación Alemana (GTZ). Pese al enfoque y prioridades asumidas por este proyecto (GTZ cooperación Alemana 1990-1995 Cbba, Bolivia) para el desarrollo y aplicación de los Biodigestores como alternativa de solución al problema energético y de manejo de residuos sólidos, de poblaciones rurales pobres o marginales (donde la generación de energía de bajo costo para uso doméstico a partir de insumos disponibles en la zona constituyó la base de las acciones), no se lograron obtener resultados significativos en lo que se refiere a la tecnología de instalación de los dispositivos en los que se llevan a cabo todos los procesos químicos de la biodigestión.

Los componentes y materiales utilizados por el Proyecto Biogás GTZ para la instalación de los sistemas incrementaron los costos a niveles inaccesibles para la población meta, situándose como una iniciativa eminentemente de investigación pero sin resultados prácticos que demuestren la viabilidad integral de su aplicación en la solución de problemas concretos.

No se pueden negar los avances científicos conseguidos por estos proyectos inherentes a la operación en sí de los biodigestores en Bolivia, estudio del uso y aplicación de subproductos, etc., generando una base de datos muy útil para mejorar el desarrollo de esta tecnología (ciertamente, la información generada por este proyecto sirvió como referencia para la estructuración del esquema operativo del proyecto Energías Renovables en Bolivia, por nuestra institución). En resumen, esta fue la única experiencia importante a nivel nacional, en el uso de los Biodigestores pero sin éxito concreto en su aplicación a nivel de la problemática social.

Posteriormente, a partir del año 2001 la ONG “*Tecnologías en Desarrollo*” pone en marcha una iniciativa piloto consistente en la implementación de biodigestores bajo la modalidad de promoción de energías renovables y manejo integral de los residuos sólidos enfocada a zonas rurales con algún tipo de limitación o deficiencia que afecta uno o varios de los factores relacionados con la calidad de vida.

Se debe mencionar que actualmente se tiene conversaciones con la cooperación Alemana y otras instituciones internacionales, para retomar las investigaciones en el tema pero con un enfoque más práctico, en base a las experiencias obtenidas por la GTZ y los esquemas que Tecnologías en Desarrollo está llevando a cabo, en ese sentido se pretende una mayor difusión de la tecnología de Biodigestión, que nuestra institución maneja como programa de “Viviendas Auto energéticas” (Campero Rivero, 2009)

Biodigestor

Un digestor de desechos orgánicos o 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, etcétera, en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

Producción de biogás

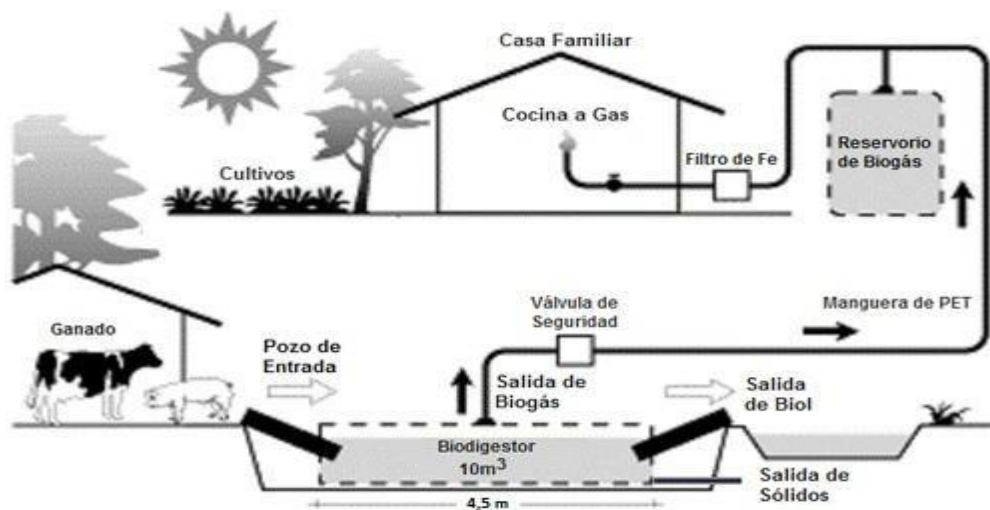
Los materiales que ingresan y abonan el Biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

Biodigestión

Es la fermentación realizada por bacterias anaerobias sobre la materia orgánica y posee las ventajas siguientes:

- Proporcionar combustible para suplir las principales necesidades energéticas rurales.
- Reducir la contaminación ambiental al convertir las excretas, que hacen proliferar microorganismos patógenos, larvas e insectos, en residuos útiles.
- Producir abono orgánico, con un contenido similar al de las excretas frescas e igualmente útil para los suelos, los cultivos y para el desarrollo del fitoplancton y del zooplancton utilizado por algunas especies acuáticas en su alimentación.

Grafico 1 Proceso de producción de biogás



Fuente: (Londres, 2012)

Digestores anaeróbicos

Para producir biogás se pueden emplearse diversos materiales orgánicos tales como residuos vegetales, estiércol, basura doméstica, algas, efluentes de las industrias de alimentos, bebidas, papel, y químicas.

Durante la bioconversión de materiales orgánicos a metano las distintas etapas tienen distinta velocidad: la degradación de la celulosa ocurre en semanas, la de las hemicelulosas y proteínas en días y la de las moléculas pequeñas, como azúcares, ácidos grasos y alcoholes, en horas, pero la lignina no es degradada en la mayoría de los sistemas de digestión anaeróbica.

El proceso en un digestor difiere de otros tipos de fermentaciones en que no es necesario utilizar cultivos puros de microorganismos. Las diversas bacterias capaces de descomponer las sustancias orgánicas y producir biogás están ampliamente distribuidas en la naturaleza.

Se encuentran, por ejemplo en los excrementos animales y humanos. Estas bacterias pueden activarse y mantenerse indefinidamente con un manejo adecuado.

Factores de los que depende la producción de biogás

- Temperatura
- Tiempo de retención
- Porcentaje de sólidos
- Factor pH

Operación del Biodigestor

Rangos de temperatura para la operación del Biodigestor

La tasa de fermentación anaerobia de los sólidos orgánicos y su conversión parcial en biogás, están directamente relacionadas con la temperatura interna de operación. Aunque el proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperaturas, desde 15°C hasta 60°C, la mayor eficiencia de conversión se obtiene en los rangos de temperatura 30°C a 40°C y 55°C a 60°C.

La mayoría de las bacterias metanogénicas digieren la materia orgánica más eficientemente en el rango 30°C a 40°C, que puede ser alcanzado por la fase líquida, no solo por efecto de la temperatura ambiental, sino también porque la temperatura interna se incrementa debido a la generación de calor ocurrida durante la fermentación de la materia orgánica.

Relación Carbono Hidrógeno

Los carbohidratos y las proteínas son los nutrientes indispensables para el crecimiento, desarrollo y actividad de las bacterias anaerobias. El carbono contenido en el estiércol, es el elemento que las bacterias convierten en metano (CH₄). El nitrógeno es utilizado para la multiplicación bacteriana y como catalizador en el proceso de producción de biogás.

El contenido de carbono en el estiércol del bovino es excesivo. De allí, la posibilidad y ventaja de alimentar al Biodigestor con las excretas de especies animales.

Valores de pH

Aunque el rango de pH óptimo, para alcanzar la mayor eficiencia en la fermentación anaerobia de la materia orgánica, puede variar, el proceso de digestión bacteriana produce biogás a valores de pH entre 6.7 y 7.5, un medio prácticamente neutro (Griffis, Mote y Kienholz, 1980). Citado por (Londres, 2012), El pH se mantiene en ese rango, solo si, el Biodigestor está operando correctamente. Si el pH se torna muy ácido, la acción de las bacterias se inhibe, aumentando la proporción de gas carbónico en el biogás (Taiganides, 1963). Citado por (Londres, 2012) Las causas por las que se puede acidificar la fase líquida contenida dentro del Biodigestor son:

- Un cambio excesivo de la carga.
- El permanecer por largo tiempo sin recibir carga.
- La presencia de productos tóxicos en la carga.
- Un cambio amplio y repentino de la temperatura interna

En algunos casos la alta acidez puede corregirse adicionando cal.

Composición del biogás

El biogás lo constituyen una mezcla de gases y su composición depende del tipo de residuo orgánico utilizado para su producción y de las condiciones en que se procesa por lo que existen variaciones en los volúmenes y no es preciso saber el correcto.

Tabla 2 Composición química del biogás

COMPOSICION QUIMICA DEL BIOGAS		
Componentes	Formula Química	Porcentaje
Metano	CH ₄	60-70
Dióxido de carbono	CO ₂	30-40
Hidrogeno	H ₂	1.0
Nitrógeno	N ₂	0.5
Monóxido de carbono	CO	0.1
Oxigeno	O ₂	0.1
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	0.1

Fuente: Adaptado del Instituto de Investigaciones Eléctricas de México 1980, Citado por Botero & Preston (Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizantes a partir de excretas)

El metano, principal componente del biogás es el gas que le confiere las características combustibles al mismo. El valor energético el biogás por lo tanto estará determinado por la concentración del metano. (Londres, 2012)

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de Investigación.

Experimental

Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes. (Bernal Torres, 2006).

7.2. Métodos y Técnicas de Recolección de Datos.

7.2.1. Metodología

Para la elaboración del presente estudio nos basamos en el método empírico, el cual nos permite coordinar ideas, medir, comparar, diseñar y observar la generación de biogás mediante la descomposición del estiércol de ganado bovino en un biodigestor artesanal mediante procesos naturales. (Suarez Churipuy, 2018)
Entrevista personal.

Elaboración del montaje del biodigestor a escala experimental

Se realizó el montaje de un biodigestor artesanal o casero para la obtención del biogás a partir de la descomposición del estiércol de ganado bovino. El procedimiento para el montaje del biodigestor, fue el siguiente:

- a. Para la preparación del biodigestor anaeróbico se utilizó un bidón de 150 litros con cierre hermético, se realizó una perforación de $\frac{1}{2}$ " de diámetro en la tapa hermética a una distancia de 10 centímetros del perímetro de la tapa que tiene forma circular, el orificio fue adaptado con un flanchi de $\frac{1}{2}$ " para que pueda servir de soporte de la cañería que tendrá la función de transportar el biogás.
- b. Colocación de válvula de seguridad: Al flanchi se le unió una cañería de $\frac{1}{2}$ " con un largo de 20 centímetros para luego colocar una llave metálica de paso, a lo cual se unió otra cañería de 1 metro de longitud para luego colocarle un codo de pvc de $\frac{1}{2}$ " para realizar una unión de una cañería de 1 metro de longitud, donde se coloca una "T" de pvc de $\frac{1}{2}$ " de tal manera que a los 0.5 metros de longitud de forma descendente se colocó un bimbo (botella de plástico) de capacidad de dos litros con una abertura en la parte superior que permite el llenado de 1 litro de agua, en donde la cañería es sumergida hasta los 5 centímetros, esta botella cumple la función de fuga para liberación de gas cuando haya producción excedente y por otra parte también sirve como una especie de filtro para apagar posibles accidentes cuando el fuego entrare por las cañerías de tal manera que no llegue hasta el bidón donde se está generando el biogás.

- c. Colocación del gasómetro: el gasómetro está compuesto por una cámara de aire de motocicleta con aro de 350 x 16, el mismo que cumple la función de almacenar el gas y dar la presión para que el mismo pueda salir en la cantidad necesaria para la utilización o el encendido de la llama. Previo a la instalación específica se colocó una cañería de 3 metros de longitud a la “T” que se encuentra conectando la válvula de seguridad, luego se colocó un codo para unir una cañería de 3 metros de longitud en sentido horizontal en donde se ha colocado una “T” de pvc de ½” donde se reduce al diámetro de una manguera reciclada de cocina a gas y utilizando una abrazadera a ambos extremo se sujeta para que el gas entre a la cámara de aire la misma que ha sido despojado de su válvula de pico normal que se usa para inflar la misma.
- d. Colocación de llave de paso de gas: usando una cañería de pvc de ½” de 0.8 metros de longitud se une a la “T” donde se encuentra el gasómetro, en el extremo se coloca un codo y se une una cañería de 10 cm para colocar una llave de paso de gas a la cocina, posterior a la llave se conecta otra cañería de 10 cm la misma que se reduce al diámetro de una cañería de cocina la misma que es conectada a la cocina a gas.

Obtención de la materia prima disponible

Primeramente se identificó el potencial en cuanto a materia prima (estiércol de ganado) disponible, mediante las entrevistas realizada a las familias que se dedican a la cría de ganado bovino, de acuerdo a la cantidad de cabezas de ganado con la que cuentan, y según bibliografías consultada indica que se aprovecha el 25% del total que producen, debido a que solamente se aprovecha el estiércol que acumula el ganado en el lugar donde duermen (corral).

La cantidad de estiércol producido por cada animal varía con el peso, la calidad y cantidad del alimento consumido; no obstante en nuestra investigación solo se registraron el número de cabezas de los animales igual o mayor a 100 kilogramos,

y se asignó una producción de estiércol de 6 kilogramos/día disponible por cada animal, siguiendo los valores asignados por Botero & Prestón, 1987.

En tal sentido se sistematizó la información recogida mediante entrevista en una tabla que nos brinda la información de: Nombre del productor, número de cabezas de ganado, estiércol disponible en kilogramos/días/cabeza, total estiércol disponible por productor, en el cálculo de volumen de biogás se utilizó un valor constante de 0,04 m³ de biogás por kilogramo de estiércol húmedo (Varnero, 2012, citado por Rodríguez & García, 2017), con esta información se determinó en una última columna el potencial de estiércol para la producción de biogás en la comunidad Las Piedras. Ver Tabla 3.

Tabla 3 Estimación de la producción de estiércol disponible y biogás por familia productora por cada 100 Kg de peso vivo del animal.

N°	Nombre del productor	N° Cabezas	Disponibilidad Estiércol Kg/día/cabeza	Total estiércol disponible Kg/día	Volumen de biogás	
					m ³ /Kg húmedo	m ³ /día
1	Yamil Espinoza Raldes	18	6	108	0,04	4,32
2	Claudio Alcoba Camargo	20	6	120	0,04	4,8
3	Uldarico Lera Ticona	7	6	42	0,04	1,68
4	Jaime Rivas Rivas	115	6	690	0,04	27,6
5	Walter Sengoku Gonzales	48	6	288	0,04	11,52
6	Oscar Espinoza Raldes	20	6	120	0,04	4,8
7	Rodrigo Medina Alipaz	7	6	42	0,04	1,68
8	Elmo Espinoza Raldes	11	6	66	0,04	2,64
9	Margarita Espinoza Escalera	40	6	240	0,04	9,6
10	Shirley Barba Rossel	6	6	36	0,04	1,44
11	Fátima Justiniano Mendoza	9	6	54	0,04	2,16
12	Orlando Otha Beltrán	45	6	270	0,04	10,8
13	Fernando Aparicio Oliver	23	6	138	0,04	5,52
14	Loedy Espinoza Raldes	7	6	42	0,04	1,68
15	Cesia Beltrán Okita	4	6	24	0,04	0,96
16	Cicerón Fushimoto	20	6	120	0,04	4,8

Fuente: Elaboración Propia.

Tiempo de retención de la materia prima para la producción de biogás

De acuerdo a bibliografía consultada el tiempo de retención varía según la región y la temperatura en la zona.

Según Martí (2008) propone una serie de tiempos de retención en función de la temperatura de la región donde se instale el biodigestor, como se describe a continuación:

Tabla 4 Tiempo de retención según la región

Región Característica	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
Tropical	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

Fuente: Martí, 2008

Para el presente estudio se utilizó los valores recomendados para la región tropical por tener condiciones similares a la región norte amazónica de Bolivia, en tal sentido el tiempo de retención de la materia prima en el biodigestor fue de 20 días.

Carga del biodigestor y cantidades utilizadas

Para realizar la investigación de producción de biogás se utilizó un bidón o tambor de 150 litros como se describió en el acápite de montaje del biodigestor, donde la proporción utilizada estiércol, agua fue de 1:2 es decir 1 kilogramo de estiércol y 2 litros de agua. En este sentido nuestro biodigestor fue cargado con 37.5 kg. de estiércol y 75 litros de agua, lo cual ocupa un 75% de la capacidad del biodigestor.

Calculo del volumen de producción de biogás

A partir de los datos obtenidos en la investigación, se presentan los cálculos de producción de biogás en nuestro biodigestor utilizando el método de Jaime Martí, como se describe a continuación:

- **Método Jaime Martí**

(Martí, 2008) propone que el volumen total del biodigestor es la suma del volumen líquido y el volumen gaseoso.

$$V_T = V_L + V_G \quad (1)$$

El autor recomienda llenar el biodigestor un 75% debido que en el proceso se genera biogás y es necesario dejar un espacio para su almacenamiento que corresponde al 25%. (Martí, 2008,) El volumen del líquido (V_L) corresponde al 75% del V_T

$$V_L = V_T * 0,75 \quad (2)$$

El volumen del gas (V_G) corresponde al 25% del V_T

$$V_G = V_T * 0,25 \quad (3)$$

La Carga diaria (CD) se calcula a partir del volumen Líquido (V_L) sobre el tiempo de retención (TR)

$$CD = V_L/TR \quad (4)$$

Entonces CD carga diaria será:

$$CD = 112,5 \text{ Lts} / 20$$

$$CD = 5,625 \text{ Lts}$$

De la ecuación (2) se conoce el V_T por lo que queda calcular V_L ,

Entonces el Volumen líquido del biodigestor (V_L) es:

$$V_L = (150) * 0,75 \quad (5)$$

$$\mathbf{V_L = 112,5 \text{ Lts.}}$$

Despejando V_T en (3) se tiene que el volumen total del biodigestor es:

$$V_T = V_L / 0,75 = 112,5 \text{ lts} / 0,75$$

$$V_T = 150 \text{ Lts}$$

Con (3) el Volumen de Gas del biodigestor (V_G) es:

$$V_G = V_T * 0,25 = 150 \text{ Lts} * 0,25$$

$$V_G = 37,5 \text{ Lts.}$$

El resumen de los cálculos anteriores se presenta en la tabla 5

Tabla 5 Volúmenes del biodigestor calculados siguiendo el método Jaime Martí

V_T L	V_L L	V_G L
150	112,5	37,5

7.2.2. Método

El método científico se refiere al conjunto de procedimientos que, valiéndose de los instrumentos o las técnicas necesarias, examina y soluciona un problema o conjunto de problemas de investigación. (Bernal Torres, 2006)

El método representa la estrategia concreta del trabajo para el análisis de un problema, coherente con la hipótesis y objetivos.

7.2.2.1. Método Empírico

Este método permitió coordinar ideas, medir, comparar, diseñar y observar la generación de biogás mediante la descomposición del estiércol de ganado bovino en un biodigestor artesanal mediante procesos naturales.

7.2.2.2. Métodos Teóricos

7.2.2.2.1. Método Analítico

Este método es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual. (Bernal Torres, 2006)

Este método se ha utilizado en el proceso de la investigación en general, nos permitió revisar, analizar la información teórica con relación al objeto de estudio

Mediante el método analítico se seleccionó el tipo de biodigestor a utilizar, tomando en cuenta todos los beneficios ambientales que conlleva el utilizar esta tecnología y lo favorable que resulta para las familias productora de ganado bovino de la comunidad.

7.2.2.2.2. Método Deductivo

Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares. (Bernal Torres, 2006)

Este método nos permitió deducir e interpretar los datos obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos de investigación.

7.2.2.3. Métodos Científicos

7.2.2.3.1. Método Hipotético Deductivo

El método consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos. (Bernal Torres, 2006)

Este método nos permitió medir y valorar la hipótesis, demostrar el nivel de cumplimiento de la hipótesis.

Se utilizó el método de investigación experimental hipotético deductivo porque se seguirá los pasos para ver la efectividad del biodigestor que permitirá deducir y exponer la hipótesis planteada, según el tipo de biodigestor que ha sido elegido para nuestro estudio.

7.3. Técnicas

7.3.1. Observación directa

La Observación Directa permite obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un procedimiento sistematizado y muy controlado. (Bernal Torres, 2006)

Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificando y consignando los procedimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia. Permite obtener datos cualitativos y cuantitativos.

7.3.2. Encuesta

Es una de las técnicas de recolección de información más usadas, a pesar de que cada vez pierde mayor credibilidad por el sesgo de las personas encuestadas.

La encuesta se fundamenta en un cuestionario o conjunto de preguntas que se preparan con el propósito de obtener información de las personas. (Bernal Torres, 2006)

A través de la herramienta del formulario de encuestas con preguntas cerradas, dirigidas a los productores de ganado bovino de la comunidad Las Piedras. Permitted recoger la información necesaria en cuanto a la disponibilidad ociosa de la materia prima, lo cual permitió continuar con el estudio como una alternativa de aprovechamiento de la materia prima para la producción de biogás.

Las encuestas se aplicaron de forma personal realizando una visita domiciliaria a cada ganadero, durante tres días tomando en cuenta que sus viviendas son dispersas y el estado del clima.

7.3.3. Entrevista

Es una técnica orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuente de información. A diferencia de la encuesta, que se ciñe a un cuestionario, la entrevista, si bien puede soportarse en un cuestionario muy flexible, tiene como propósito obtener información más espontánea y abierta. Durante la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio. (Bernal Torres, 2006)

La entrevista se realizó a cada una de las familias que se dedican a la cría de ganado bovino en la comunidad las Piedras y se realizó con el propósito de conocer la percepción del productor en cuanto a la posible utilización del estiércol de ganado para la producción de biogás, como también al mismo tiempo conocer el material combustible utilizado para la preparación de alimentos; aunque esta información no es relevante como tal en la investigación sin embargo nos permitió conocer la predisposición de los productores de ganado vacuno para el cambio de su material combustible de leña a biogás, también toman conciencia de a través de esta acción contribuir a la disminución de la contaminación de nuestro medio ambiente.

7.3.4. Revisión Bibliográfica

Consiste en la recopilación de información para la investigación por medio de libros, medios electrónicos relacionados con el tema y que contenga conceptos y teorías.

Esta técnica permitió la recopilación de información que sustenta el estudio que estamos presentando mediante los procesos de documentación sistemática.

7.4. Población y muestra.

De acuerdo con Fracica, población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”. Citado por (Bernal Torres, 2006) .

La población fue seleccionada desde la óptica de provisión de materia prima tomando en cuenta que ningún productor realiza la producción de biogás, es este sentido la población de productores fueron 16 familias que se dedican a la cría de ganado bovino a pequeña escala en la comunidad Campesina Las Piedras, asociadas a la asociación de ganaderos asentados en el Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, como muestras se tomaron el 100% de las familias productoras de ganado bovino.

7.4.1. Ubicación del Proyecto

El presente proyecto está ubicado en la comunidad Las Piedras, Municipio Puerto Gonzalo Moreno, Provincia Madre de Dios, Departamento Pando del Estado Plurinacional de Bolivia.

La comunidad campesina Las Piedras se encuentra a 13 Km. De Gonzalo Moreno (capital de la Provincia Madre de Dios). La vía de acceso desde la Ciudad de Riberalta es a través de la carretera a Puerto Hamburgo, debiéndose atravesar el Rio Beni que divide los Departamentos de Pando y Beni. La comunidad Las Piedras se sitúa en la margen de este rio en el lado del Departamento Pando; es una población de clima cálido y de mucha humedad, debido a que se encuentra en el norte amazónico de Bolivia.

En la actualidad la comunidad de Las Piedras es una comunidad campesina que cuenta con 1.114 habitantes (aproximado censo 2012), está ubicada en el Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Primera Sección, Provincia Madre de Dios del Departamento de Pando, con una superficie de 4.252.8593 ha/m² (cuatro mil doscientos cincuenta y dos hectáreas con ocho mil quinientos noventa y tres metros cuadrados).

7.4.2. Ubicación Geográfica

La comunidad se encuentra ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas geográficas 11°04" Latitud Sur, 66°13" Latitud Oeste, a una Altitud de 147 m.s.n.m. y limita al Norte con la comunidad de Lago Victoria, al Este y Sur con la Provincia Vaca Diez y el rio Beni, al Oeste con la comunidad de Puerto Gonzalo Moreno.

Grafico 2 Mapa de Ubicación de la comunidad Las Piedras



Grafico2: Mapa de ubicación de la comunidad Las Piedras
Fuente: Centro de Salud Las Piedras

7.5. Tipo de muestreo.

El método de muestreo utilizado para estimar el tamaño de una muestra depende del tipo de investigación que desea realizarse y, por lo tanto, de las hipótesis y del diseño de investigación que se hayan definido para desarrollar el estudio. (Bernal Torres, 2006)

El método de muestreo que se utilizó en la presente investigación es el método no probabilístico muestreo por Conveniencia

7.5.1. Muestreo por Conveniencia

Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esta, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. (Otzen & Manterola, 2017)

Para nuestro estudio se aplicó este tipo de muestreo por cuestiones de accesibilidad de los productores que pertenecen a la comunidad, que si bien ninguno produce

biogás pero tienen disponibilidad de materia prima y eso los convierte en potenciales usuarios del biodigestor artesanal para la producción de biogás.

7.6. Instrumentos y/o Materiales relevantes.

Tabla 6 Materiales de investigación para la construcción del biodigestor y producción de biogás

Materiales para la construcción del biodigestor
Un bidón con cierre hermético de 150 Lts
Un tapón de limpieza sanitario de 4"
Un segmento de tubo de 4"
Una reducción de PVC de 4" a 3"
Una tubo sanitario de PVC de 3" de 1.20 mts.
Dos adaptadores de tangué o flanchi de 1.1/2"
Un segmento de tubo PVC de 1.1/2"
Dos codos de PVC de 1.1/2" x 90°
Dos llaves de paso de PVC de 1. 1/2"
Tres codos PVC de 1/2"
Tres té PVC de 1/2"
Dos llaves de paso PVC de 1/2"
Dos llave de paso de metal de 1/2"
Un adaptador para manguera
Una cámara de aire de movilidad
Tres abrazaderas de 1/2"
Pegamento para PVC
Un Flexómetro
Cierra mecánica

Fuente: Elaboración propia

8. RESULTADOS

8.1. Descripción de tratamiento estadístico

En el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la presente investigación se ha utilizado el método estadístico para el análisis de los datos, haciendo el uso y aplicación de tablas y gráficos de barras que permitió mostrar los valores porcentuales que proporcionó cada indicador trabajado con las técnicas de la encuesta y entrevista durante el proceso investigativo en la producción de biogás

en un biodigestor casero utilizando el estiércol bovino como materia prima en la Comunidad Las Piedras.

Para este tratamiento estadístico utilizamos el programa estadístico SPSS

8.2. Presentación de resultados obtenidos.

Resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta

Tabla 7 Estadísticos

	¿Realiza usted algún tratamiento al estiércol que genera su ganado?	¿Sabe usted, que el estiércol de ganado es una fuente de contaminación ambiental y un foco infeccioso para los propios animales y los seres humanos?	¿Sabe usted, que es el biogás?	¿Sabe usted, que es un biodigestor?
N Válido	16	16	16	16
Perdidos	0	0	0	0

Tabla 8 Estadísticos 2

	¿Sabía usted, que con el estiércol de ganado bovino se puede generar biogás en un biodigestor, y que podemos utilizar en la cocina para cocer los alimentos?	¿Sabe que el biogás sustituye el uso de leña o gas GLP para cocinar los alimentos?	¿Le gustaría a usted construir su propio biodigestor para aprovechar el estiércol de su ganado y generar biogás para su cocina?
N Válido	16	16	16
Perdidos	0	0	0

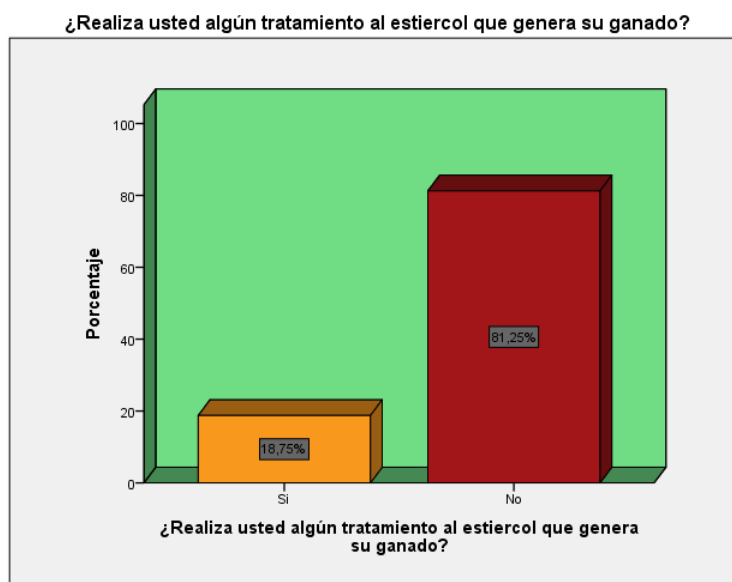
Tabla de frecuencia

Tabla 9 Datos obtenidos de la pregunta N° 1 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Realiza usted algún tratamiento al estiércol que genera su ganado?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	3	18,8	18,8	18,8
No	13	81,3	81,3	100,0
Total	16	100,0	100,0	

Grafico 3: Porcentaje obtenido de la pregunta N° 1 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras



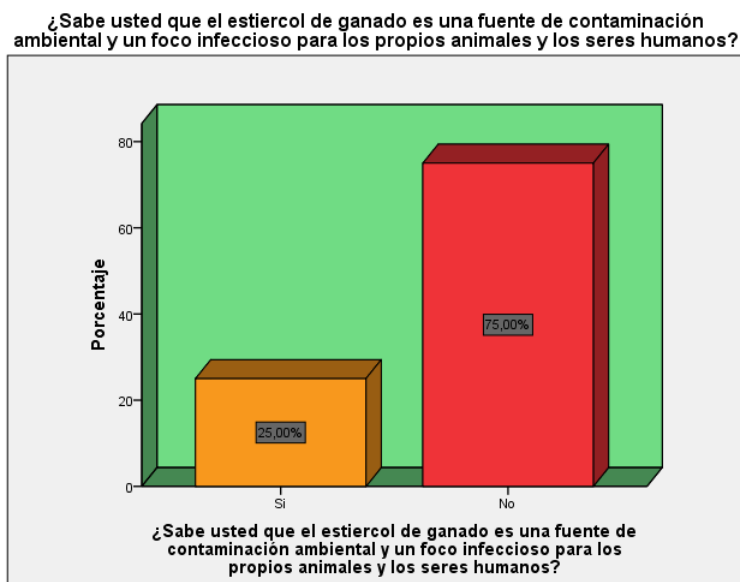
En los resultados obtenidos, en la aplicación de la encuesta, respecto a la pregunta N° 1 se puede evidenciar que el 18,75 % realiza algún tipo de tratamiento al estiércol que genera su ganado, y el 81,25% no le da ningún tratamiento al estiércol.

Tabla 10 Datos obtenidos de la pregunta N°2 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Sabe usted que el estiércol de ganado es una fuente de contaminación ambiental y un foco infeccioso para los propios animales y los seres humanos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	4	25,0	25,0	25,0
No	12	75,0	75,0	100,0
Total	16	100,0	100,0	

Grafico 4 Porcentaje obtenido de la pregunta N°2 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras



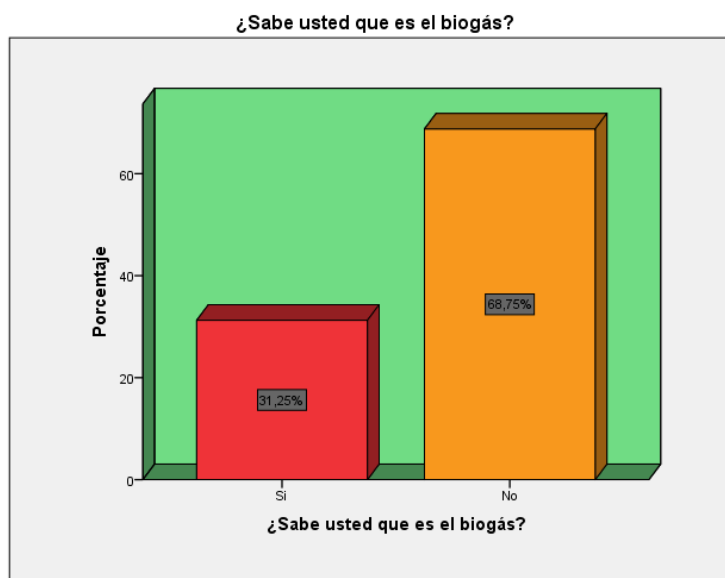
Respecto a la pregunta N° 2, el 25% de los encuestados afirmo conocer que el estiércol de ganado bovino puede ocasionar problemas de sanidad en los animales y afectar en la salud de las familias, el 75% manifestó no tener conocimiento.

Tabla 11 Datos obtenidos de la pregunta N° 3 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Sabe usted que es el biogás?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	5	31,3	31,3	31,3
No	11	68,8	68,8	100,0
Total	16	100,0	100,0	

Grafico 5 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 3 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras



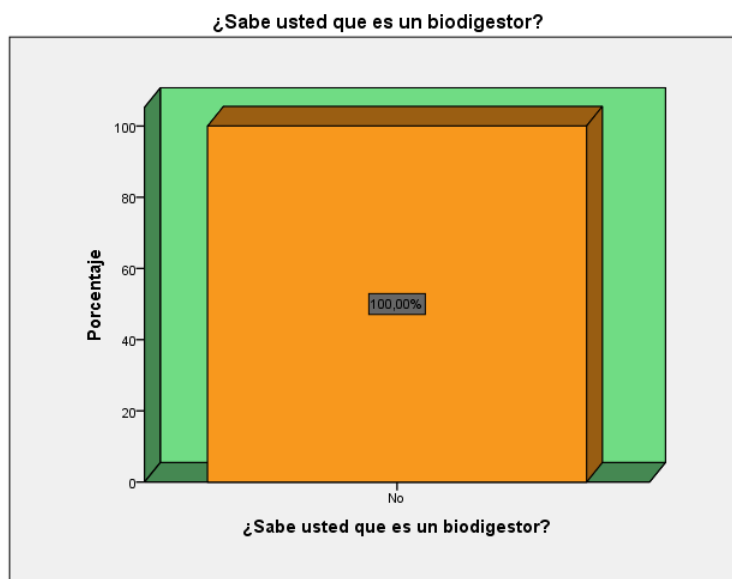
Con relación a la pregunta N° 3, el 31,25% de los encuestados afirmo conocer sobre el biogás, y el 68,75 % manifestó no tener ningún conocimiento.

Tabla 12 Datos obtenidos de la pregunta N° 4 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Sabe usted que es un biodigestor?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido No	16	100,0	100,0	100,0

Grafico 6 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 4 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras



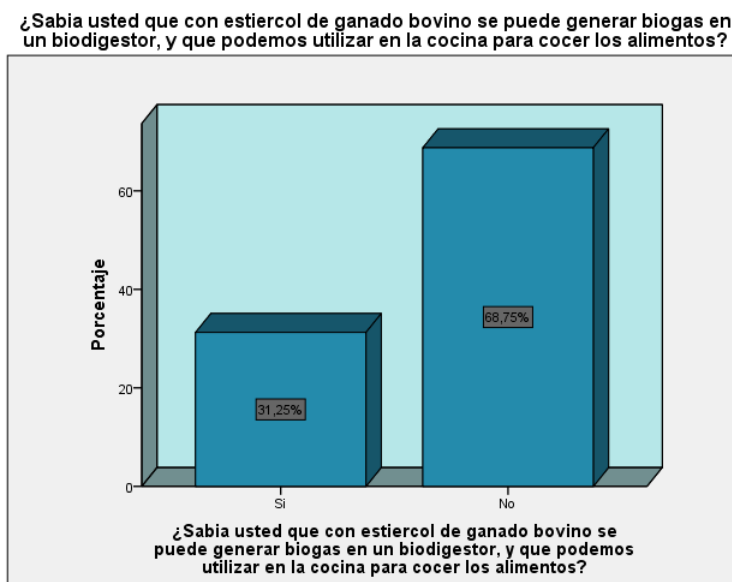
Respecto a la pregunta N° 4, de las 16 familiares encuestadas el 100% de ellas desconocen por completo que es un biodigestor.

Tabla 13 Datos obtenidos de la pregunta N° 5 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Sabía usted, que con el estiércol de ganado bovino se puede generar biogás en un biodigestor, y que podemos utilizar en la cocina para cocer los alimentos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	5	31,3	31,3	31,3
No	11	68,8	68,8	100,0
Total	16	100,0	100,0	

Grafico 7 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 5 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras



Con relación a la pregunta N° 5, de las familias encuestadas el 31,25% manifestó conocer que el estiércol de ganado bovino puede ser utilizado como combustible, el

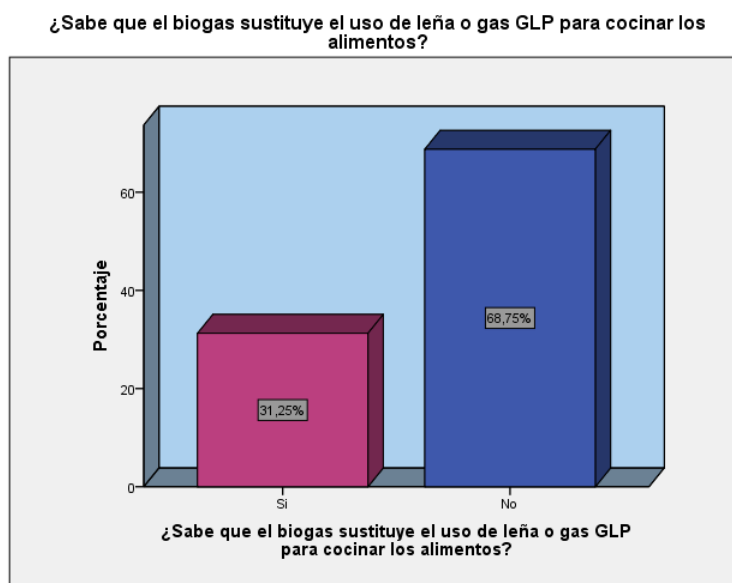
68,75% dijo no tener idea que el estiércol se puede aprovechar para generar biogás y que se puede utilizar para cocinar los alimentos.

Tabla 14 Datos obtenidos de la pregunta N° 6 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Sabe que el biogás sustituye el uso de leña o gas GLP para cocinar los alimentos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	5	31,3	31,3	31,3
No	11	68,8	68,8	100,0
Total	16	100,0	100,0	

Grafico 8 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 6 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras



Con relación a la pregunta N° 6, el 31,25% de las familias encuestadas manifestó conocer que el biogás es un combustible alternativo, y que evitaría quemar leña y consumir gas GLP, el 68,75% expreso no saber la existencia de otros combustibles alternativos.

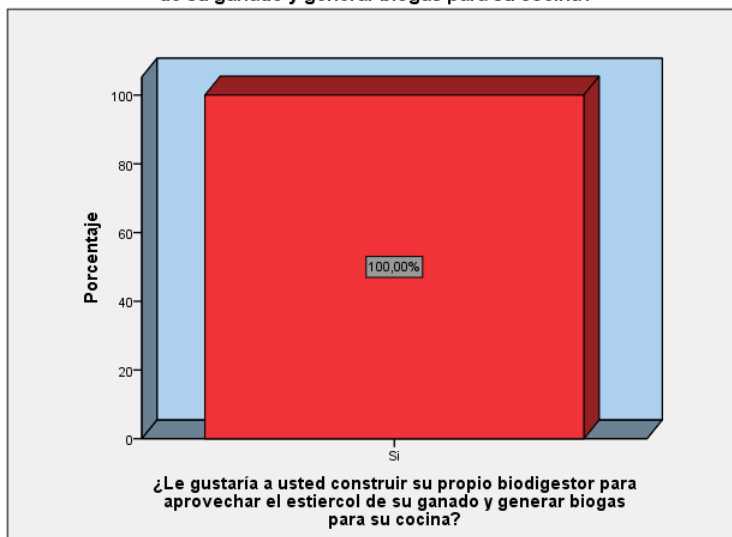
Tabla 15 Datos obtenidos de la pregunta N° 7 de las 16 familias encuestadas en la comunidad Las Piedras

¿Le gustaría a usted construir su propio biodigestor para aprovechar el estiércol de su ganado y generar biogás para su cocina?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	16	100,0	100,0	100,0

Grafico 9 Porcentaje obtenidos de la pregunta N° 7 de las 16 familias encuestadas en la Comunidad Las Piedras

¿Le gustaría a usted construir su propio biodigestor para aprovechar el estiércol de su ganado y generar biogás para su cocina?



Durante el proceso de la encuesta y las explicaciones dadas sobre la investigación el 100% de las familias encuestadas se manifestó entusiasmada con la idea de

construir su propio biodigestor para aprovechar el estiércol que genera su ganado y generar biogás para su cocina.

8.3. Análisis y Discusión de los Resultados

A través de los resultados obtenidos en la presente investigación para determinar la efectividad del biodigestor artesanal, en la producción de biogás para cocina, a partir del estiércol de ganado bovino, mediante las encuestas aplicadas a las 16 familias que se dedican a la cría de ganado bovino a pequeña escala, para determinar e identificar el grado de conocimiento sobre este tipo de tecnología alternativa, que permitió realizar el tratamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos (estiércol) que genera el ganado. Así mismo se realizó la observación directa antes y durante todo el proceso que duró la investigación.

En la sistematización de los datos obtenidos al inicio de la investigación se pudo obtener el siguiente análisis en cuanto a la percepción del productor en relación al uso del estiércol en la producción de biogás:

- ✓ Las familias que se dedican a la cría de ganado bovino no realizan ningún tratamiento al estiércol que se genera, y que se encuentra a libre disposición en el campo.
- ✓ La mayoría de estas familias no tenían conocimiento que el estiércol que permanece en el campo es una fuente de contaminación y proliferación de vectores que pueden afectar la sanidad del animal, y producir problemas de salud para los seres humanos.
- ✓ La mayor parte de estas familias no tienen ninguna idea de lo que es el biogás ni como se lo obtiene.

- ✓ No tienen conocimiento de lo que es un biodigestor.
- ✓ No conocían que el estiércol se puede utilizar para generar una fuente alternativa de combustible (biogás) mediante un biodigestor, y que puede ser utilizado para cocer algunos alimentos.
- ✓ No tenían conocimiento que este biocombustible obtenido de la degradación del estiércol, puede sustituir la quema de leña y el uso de gas GLP.
- ✓ Con las explicaciones dadas sobre la investigación, todas las familias mostraron el interés de construir su propio biodigestor para aprovechar el estiércol que genera su ganado y producir biogás.

En busca de obtener una idea para tratar el estiércol que se genera y minimizar la quema de leña, se optó por la propuesta de un biodigestor artesanal o casero valorando el aporte que este brinda en el cuidado del medio ambiente y la salud familiar y su fácil aplicación dentro de la Población.

Después de ser aplicada la propuesta de investigación y obtener los resultados durante los 5 meses que duro esta investigación se pudo observar las siguientes deducciones de acuerdo a los objetivos planteados, para determinar la efectividad del biodigestor artesanal, en la producción de gas para cocina, mediante el estiércol bovino.

- ✓ Cuantificar la potencialidad y disponibilidad de la biomasa existente (estiércol bovino)

Mediante la aplicación de la entrevista y la observación realizada a las familias que se dedican a la cría del ganado bovino se pudo evidenciar la cantidad de ganado con la que cuenta cada productor, llegando a deducir que cuentan con la biomasa suficiente para alimentar un biodigestor y producir su propio biogás. En promedio cada productor puede obtener una producción diaria de estiércol humedo igual a 30kg, lo cual es suficiente para la transformación en biogás por medio del biodigestor.

Más del 70% de la población de la comunidad Las Piedras tiene una parcela donde pueda criar 3 cabeza de ganado lo cual se traduce en la cantidad mínima para alimentar un biodigestor.

- ✓ En cuanto al tiempo de conversión del estiércol bovino a biogás, en este tipo de biodigestor, se determinó el tiempo de retención de la biomasa para producir biogás, de acuerdo a los resultados, estamos de acuerdo con la afirmación de Martí, 2018, en que el estiércol demora en degradarse y generar biogás en 20 días a temperatura ambiente en clima tropical.

- ✓ Evaluar la eficiencia del biodigestor y conversión del estiércol bovino a biogás.
El biodigestor casero es una alternativa para producir biogás, es eficiente y factible para las familias, ya que aunque no se cuantificó el volumen de producción se comprobó que después de los 20 días aproximadamente se tiene entre 3 a 4 horas disponible de gas por día.

9. Conclusiones

La mayoría de las familias interesadas con la información recibida durante el proceso investigativo mostro gran interés en este tipo de tecnología que les ´permitirá generar su propio combustible aprovechando al máximo el estiércol que genera el ganado, así mismo dar una disposición final de los mismos.

Se ha comprobado que la aplicación y la implementación de los biodigestores en la Comunidad Las Piedras son factible desde el punto de vista ambiental, social, técnico y económico.

La presente investigación muestra que es necesario implementar propuestas que coadyuven a una mejor aplicación de esta tecnología con un financiamiento por parte de las autoridades municipales.

Al finalizar la investigación se pudo verificar la generación de biogás mediante un biodigestor casero que permitió alcanzar satisfactoriamente los objetivos propuestos durante este proceso, por lo tanto se logró incentivar a las personas a apropiarse de este tipo de tecnología alternativa y que resulta viable su aplicación.

10. Recomendaciones

- ✓ Promover el uso de este tipo de tecnología alternativa ecológica en la comunidad que incentive el aprovechamiento de los residuos orgánico que genera el ganado.
- ✓ Coordinación con autoridades de instancias locales y/o municipales para implementar esta tecnología como parte de un proyecto productivo que garantice su sostenibilidad.
- ✓ Favorecer la difusión de la información hacia todos los productores de ganado bovino en el municipio.
- ✓ Recomendamos la realización de estudio que demuestre las ventajas económicas de la utilización de biogás versus utilización de combustible vegetal (leña) en la cocción de alimento en las familias productoras de ganado.
- ✓ Aplicar la tecnología en diversos módulos de producción bovina y porcina.

Bibliografía

- Bernal Torres, C. A. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Pearson Educacion.
- Campero Rivero, O. (2009). BIOGAS EN BOLIVIA PROGRAMA “VIVIENDAS AUTOENERGÉTICAS”. *Desarrollo Local Sostenible*, 2-3.
- Instituto de Investigaciones Eléctricas de México 1980, Citado por Botero & Preston (Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizantes a partir de excretas)
- Londres. (18 de Marzo de 2012). <https://feriadelasciencias.unam.mx>. Obtenido de <https://feriadelasciencias.unam.mx>: https://feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria254_01_biodigestor_alternativa_energetica.pdf
- Marti, J. (Marzo de 2013). www.ideassonline.org. Obtenido de www.ideassonline.org: <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BiodigestoresBoliviaESP.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2015). *Ley 755 de Gestion Integral de Residuos*. La Paz.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.*, 4.
- Suarez Churipuy, E. (15 de Octubre de 2018). Entrevista sobre metodos empiricos. (E. Salinas Sanchez, Entrevistador)
- Unidad de Planeacion Minero Energetico. (1 de Marzo de 2003). www.scribd.com. Obtenido de www.scribd.com: <https://www.scribd.com/document/65569720/Guia-Implementacion...>
- Vamero, (2012). Citado por (Rodríguez & García, 2017), Diseño y construcción de un Biodigestor para la producción de biogás a partir de heces caninas

ANEXO

Registro fotográfico de la encuesta y entrevista realizada a las familias que se dedican a la cría del ganado vacuno

Gráfico 10 Encuestando al productor de ganado bovino



Gráfico 11 Realizando la entrevista



Gráfico 12 Materiales utilizados en la construcción del biodigestor



Grafico 13 Adaptador de tanque o flanchi de 1/2''



Grafico 14 Codo PVC 1/2''



Gráfico 15 Llave de paso metálico 1/2"



Gráfico 16 Llave de paso PVC 1/2"



Gráfico 17 Tambor o bidón de 150 Lts.



Registro fotográfico de construcción del biodigestor

Gráfico 18 Tapa del biodigestor



Grafico 19 Colocando el adaptador o Flanchi



Gráfico 30 Colocado de la llave de paso



Gráfico 41 Cañería que conducirá al biogás



Recojo del estiércol del ganado

Gráfico 22 Balde de 20 Lts. utilizado para recoger y transportar el estiércol



Gráfico 53 Recogiendo el estiércol



Gráfico 6 Balde lleno estiércol



Gráfico 25 Biodigestor con carga líquida
estiércol agua



Grafico 26 Biodigestor listo para empezar
a operar



ESTRUCTURA DE LA ENCUESTA

A las familias que se dedican a la cría de ganado bovino en la comunidad Las Piedras

Nombres y Apellidos:.....

Fecha.....de.....de 2018

1.- ¿Realiza usted algún tratamiento al estiércol que genera su ganado?

SI

NO

2.- ¿Sabe usted que el estiércol de ganado es una fuente de contaminación ambiental y un foco infeccioso para los propios animales y los seres humanos?

SI

NO

3.- ¿Sabe usted que es el biogás?

SI

NO

4.- ¿Sabe usted que es un biodigestor?

SI

NO

5.- ¿Sabía usted, que con el estiércol de ganado bovino se puede generar biogás en un biodigestor, y que podemos utilizar en la cocina para cocer los alimentos?

SI

NO

6.- ¿Sabe que el biogás sustituye el uso de leña o gas GLP para cocinar los alimentos?

SI

NO

7.- ¿Le gustaría a usted construir su propio biodigestor para aprovechar el estiércol de su ganado y generar biogás para su cocina?

SI

NO

ENTREVISTA

A las familias que se dedican a la cría de ganado bovino en la comunidad Las Piedras

Nombres y Apellidos:.....

Fecha.....de.....de 2018

1.- ¿Qué tipo de combustible utiliza para cocer sus alimentos?

a) Leña

b) Gas GLP

2.- ¿Dónde usted se abastece de gas GLP?

R.-

3.- ¿cuánto le llega a costar una garrafa de gas y cuanto consume en el mes?

R.-

4.- ¿Cuántos metros de leña utiliza al mes y que tiempo le lleva en abastecerse?

R.-

5.- ¿Usted cree que la utilización de leña para cocer los alimentos causa daños a la salud, por qué?

R.-

6.- ¿Con cuantas cabezas de ganado cuenta?

R.-

7.- ¿Qué hace con el estiércol que genera su ganado?

R.-

8.- ¿Qué opina en utilizar el estiércol de su ganado para producir biogás para su cocina?

R.-