



FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE BIOGÁS A
BASE DE ESTIÉRCOL DE GANADO BOVINO EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA PAZ.**

PRESENTADO POR:

11811106 NELSON RENÁN HERNÁNDEZ FIGUEROA.

ASESOR METODOLÓGICO: ING. RAFAEL AGUILAR VILLAFRANCA.

ASESOR TEMÁTICO: ING. EMILIO MEDINA

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

INGENIERÍA EN ENERGÍA

CAMPUS TEGUCIGALPA M.D.C., JULIO, 2022

DEDICATORIA

A mi papa, Nelson Ríos, por su apoyo incondicional durante cada etapa de mi vida, persona que con mucho esfuerzo me ha brindado su mano en mi vida estudiantil, cosa que jamás voy a poder pagarle, pero si recompensarle.

A mi mama, Lourdes Figueroa, por ser una madre pendiente de mi vida en todos los aspectos.

A mi abuela Aurora Ríos y Amelia Mayen, por orar por mí en cada momento complicado de mi vida, y de igual forma cuando las cosas marchan bien.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las familias propietarias de ganado en el municipio de San Juan, La Paz, por brindarme la información requerida para hacer posible el desarrollo de la investigación, de la misma manera, agradezco a el presidente de la asociación de ganaderos y al alcalde municipal de San Juan.

RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático y la salud humana son los principales motivos para el uso de un biocombustible, como ser el biogás, en la cocción de los alimentos. El biogás es un combustible renovable con la capacidad de entregar horas de calor, producir energía eléctrica o energía mecánica. El estiércol del ganado bovino es materia prima para la producción de biogás a partir de la digestión anaeróbica, por lo tanto, las familias ganaderas representan una oportunidad para generar este biocombustible a partir de sus desechos diarios.

La presente investigación parte de la necesidad mundial de lograr una reducción en el consumo de leña para la cocción de los alimentos, la correcta gestión de los recursos orgánicos y la promoción de las energías limpias, mediante un estudio de potencial en generación de biogás a partir del estiércol de ganado bovino. El desarrollo del proyecto se llevó a cabo realizando una gira de campo, en la cual se obtuvieron datos importantes que representan la parte total del trabajo una vez analizados estos datos, fue posible determinar la factibilidad del proyecto, determinando las familias potenciales en base a la cantidad de estiércol disponible, además de esto, fue posible determinar de forma cuantitativa la reducción de kilogramos de leña que representarían las familias factibles al proyecto y los actores claves para poder llevar a cabo esta labor social, ambiental y de impacto económico en las familias. Por último, se hizo un análisis de la gestión de los residuos (de forma general) en el municipio, y se recomiendan actividades a realizar para mejorar en este aspecto importante.

ABSTRACT

Climate change and human health are main reasons for the use of a biofuel, such as biogas in the cooking foods. Biogas is a renewable fuel that is capable of providing hours of heat, produce electrical energy or mechanical energy. Bovine manure is raw material to produce biogas from anaerobic digestion, therefore, livestock families represent an opportunity to generate this biofuel from the manure produced by their animals daily.

This research is based on the global need to achieve the reduction of firewood consumption for cooking food, the correct management of organic resources and the promotion of clean energies, through a study of the potential in the generation of biogas to from bovine manure.

The development of the project was carried out by carrying out a field visit, in which important data was obtained that represents the total part of the work, once these data were analyzed, the feasibility of the project could be determined, determining the potential families based on the amount of manure available, in addition to this, it was possible to quantitatively determine the reduction in kilograms of firewood that the feasible families would represent for the project and the key factors to be able to carry out this social, environmental and economic impact work on families.

Finally, an analysis of waste management (in general) in the municipality was made, and activities to be carried out to improve this important aspect are recommended.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I	Introducción.....	1
II	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1	Precedentes del problema	3
2.2	Definición del problema.....	3
2.3	Justificación.....	4
2.4	Preguntas de investigación:.....	5
2.5	OBJETIVOS.....	5
2.5.1	Objetivo General:.....	5
2.5.2	Objetivos Específicos:.....	5
III	MARCO TEÓRICO.....	7
3.1	Sector energía honduras.....	7
3.1.1	Clasificación de Energéticos, en el sistema energético nacional.....	7
3.1.2	Matriz energética sector residencial.....	8
3.2	Los Bosques a Nivel Mundial	10
3.2.1	Importancia de los bosques	10
3.2.2	Deforestación a Nivel Mundial	10
3.3	Descripción de la Superficie Forestal de Honduras	11
3.3.1	Deforestación en Honduras.....	12
3.4	Sub-sector leña en honduras	12
3.4.1	Estadísticas de Consumo de Leña en Honduras.....	13
3.4.2	Consecuencias del Consumo de Leña en la Cocción de los Alimentos	14
3.4.3	Consumo de leña Per-Cápita en Honduras.....	15

3.4.4	Precios por Consumo de leña.....	16
3.4.5	Relación número de personas con consumo de leña.....	17
3.5	Derivados del petróleo	17
3.5.1	Gas licuado de petróleo	18
3.5.2	Correlación de los derivados del petróleo con el precio del crudo en el mercado internacional.....	20
3.6	Electricidad.....	21
	22
3.7	Fertilizantes químicos.....	23
3.7.1	Situación Fertilizantes Químicos en Honduras.....	23
3.8	Ganado vacuno incitador del cambio climático.....	25
3.8.1	Fuente de emisiones.....	26
3.9	Biogás.....	26
3.9.1	Características del Biogás	27
3.9.2	Producción de Biogás	28
3.9.3	Fundamentos de la producción de biogás	29
3.9.4	Parámetros importantes de la digestión anaeróbica	31
3.10	Biol.....	33
3.10.1	Ventajas del y desventajas del biol	33
3.10.2	Aplicabilidad del biol.....	34
3.11	Biodigestores.....	34
3.11.1	Factores claves del uso de un biodigestor.....	35
3.11.2	Factores que pueden incurrir en la no aceptación de un biodigestor	36

3.11.3	Biodigestor tubular	36
IV	Metodología	39
4.1	Enfoque:	39
4.2	Variables de investigación.....	39
4.3	Técnica e instrumentos aplicados:	40
4.3.1	DISEÑO DEL INSTRUMENTO.....	41
4.4	Materiales	46
4.5	Población y muestra	46
4.6	Metodología de estudio.....	48
4.7	Cronograma de actividades.....	49
V	Resultados y Análisis.....	50
5.1	Energéticos usados para la cocción de los alimentos, en los hogares ganaderos	50
5.1.1	Sector leña.....	51
	52
5.1.2	Sector gas	53
5.1.3	Sector electricidad.....	54
5.2	Factibilidad en el potencial de biogás por familia	55
5.2.1	Identificación de familias potenciales en generación de biogás.....	55
5.3	Factibilidad recurso agua.....	57
5.4	Biodigestores.....	59
5.4.1	Tamaño de biodigestor	59
5.5	Actores vinculados al proyecto	67
5.6	Factibilidad económica.....	69

5.7	Beneficios ambientales	70
5.8	Mejora en materia inorgánica.....	71
5.8.1	Propuesta de mejora residuos orgánicos.....	71
VI	Conclusiones.....	72
VII	Recomendaciones	74
VIII	Aplicabilidad/Implementación	75
IX	Bibliografía.....	76
X	Anexos.....	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - imagen de energéticos utilizados en el sector residencial	9
Ilustración 2 Descripción de superficie forestal de Honduras	12
Ilustración 3-Consumo de leña en América y Honduras, 1970-2019.....	14
Ilustración 4 - Derivados de petróleo importados Honduras 2020	18
Ilustración 5 - Precios GLP 2018-2020, 25libras domestico.....	20
Ilustración 6 - Comportamiento mensual del precio internacional del barril de crudo versus el precio del galón de diésel.....	21
Ilustración 7 – consumo promedio mensual de electricidad por equipo	22
Ilustración 8 - consumo promedio mensual de electricidad por equipo	22
Ilustración 9 - Precios promedios fertilizantes químicos 2019 - 2022.....	24
Ilustración 10 - Emisiones de Co2-eq por especie	25
Ilustración 11 - Equivalencia biogás con otros combustibles	28
Ilustración 12 - aplicación del biol.....	34
Ilustración 13 - Esquema biodigestor tubular.....	37
Ilustración 14 - componentes de un biodigestor tubular.....	37
Ilustración 15 – Cronograma de actividades 20/04/22-10/06/22	49
Ilustración 16 Cronograma de actividades 10/06/22-19/06/22	49
Ilustración 17 composición de energéticos en cocción de alimentos	50
Ilustración 18 Porcentaje de formas de adquisición de la leña	52
Ilustración 19 Servicio de agua potable en hogares.....	57
Ilustración 20 Definición de inclinación de la zanja.....	63

Ilustración 21 Circunferencias comunes para el biodigestor.....	64
Ilustración 22 Cotización Ferretería Jazmín.....	90
ilustración 24-Alcalde municipal	91
ilustración 23-Presidente asociación de ganaderos.	91
Ilustración 25 Encuesta Roberto Velásquez	91
Ilustración 26 encuesta Herminio Almendares.....	91
Ilustración 27 Encuesta Melitón Hernández	92
Ilustración 28 Ecuesta Alfredo Canales	92
ilustración 29 Rancho Carlos Medina	92
ilustración 29 Rancho Carlos Medina	92

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1-Consumo de leña en 4 municipios de Honduras	16
Tabla 2 - Resultado encuesta de precios de la leña en 4 comunidades de Honduras.....	17
Tabla 3 - Determinación de precio promedio de kg de leña	17
Tabla 4 - Precios promedios GLP domestico 25 libras 2018-2022.....	19
Tabla 5 - Precios de fertilizantes 2019 – 2022.....	24
Tabla 6 - Gases presentes en el biogás	27
Tabla 7 - desventajas del biodigestor tubular.....	38
Tabla 8 Consumo de leña promedio en el sector ganadero de San Juan La Paz.....	51
Tabla 9 Gasto anual por familia que usa gas.....	54
Tabla 10 Consumo y gasto por uso de estufa eléctrica	54
Tabla 11 Familias potenciales para produccion de biogas	56
Tabla 12 Requerimiento de agua por familia	58
Tabla 13 Tiempos de retención según temperatura.....	60
Tabla 14 Carga diaria al biodigestor.....	61
Tabla 15 Volumen liquido en metros cúbicos.....	62
Tabla 16 Dimensiones del biodigestor por familia	65
Tabla 17 Componentes principales para la instalación de un biodigestor	66
Tabla 18 Presupuesto materiales del biodigestor	67
Tabla 19 Resultados entrevista alcaldía municipal	68
Tabla 20 Entrevista presidente asociación de ganaderos.....	68
Tabla 21 Precio total para 11 biodigestores	69

Tabla 22 Consumo de leña en familias ganaderas del municipio de San Juan.....	83
Tabla 23 Potencial de biogás por familia	88
Tabla 24 Cotizacion ferretería Jasmin.....	89

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 probabilidad para poblaciones definidas.....	47
Ecuación 2 Relación kg disponibles, por hora de ganado estabulado.....	55
Ecuación 3 Determinación del volumen líquido.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Consumo de leña por familias, definido por encuestas	83
Anexo 2-Entrevista al alcalde municipal.....	84
Anexo 3-Entrevista a presidente de la asociación de ganaderos.....	86
Anexo 4-Demanda y producción de biogás por familia, definido de encuesta.....	88
Anexo 5-Cotizacion ferretería Jazmín.....	89
Anexo 6-Evidencia Entrevista realizadas a actores potenciales.....	91
Anexo 7-Evidencia encuestas realizadas familias ganaderas.	91

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

AV jet	Combustible de aviación
BCH	Banco Central de Honduras
BEN	Balance Energético Nacional
CD	Carga Diaria (al biodigestor)
CH4	Metano
CO2	Dióxido de Carbono
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
INE	Instituto Nacional de Estadística
ICF	Instituto de conservación forestal
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y El Espacio
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
Ph	Potencial de Hidrogeno

PVC Policloruro de Vinilo

SEN Secretaria de Estado en el despacho de Energía

SIMPAH Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras

SNV Netherlands Development Organization

TRH Tiempo de Retención Hidráulico.

Biol: Sub-producto obtenido de la digestión anaeróbica del estiércol de Ganado bovino, en la producción de biogás.

Carga diaria: Mezcla de agua más estiércol que es introducida en el biodigestor cada día.

I INTRODUCCIÓN

El sector energético de un país es el motor de su economía y calidad de vida de sus habitantes, este está compuesto de fuentes primarias y secundarias. En Honduras, el sector residencial juega un papel importante en la demanda energética, en donde la leña representa el consumo predominante de dicho sector.

La leña se utiliza principalmente para la cocción de los alimentos, siendo un recurso codiciado especialmente en las zonas rurales, debido a su bajo costo y rápida accesibilidad, sin embargo, su uso indiscriminado atenta con el medio ambiente y la salud de quienes lo utilizan a diario.

Es necesario promover y poner en marcha proyectos que tengan una clara vinculación social y tecnológica, el sector rural necesita nuevas alternativas que suplan su demanda energética, el biogás se perfila como una fuente de energía valiosa especialmente para los hogares que presentan desechos orgánicos como ser el estiércol del ganado bovino.

El biogás es una fuente de energía renovable, que puede ser usado para la cocción de los alimentos y de esa forma mitigar la deforestación y problemas pulmonares en mujeres y niños de las zonas rurales.

Por otro lado, el estiércol de ganado bovino representa uno de los mayores índices de contaminación ambiental, debido a su alto grado de emisiones de GEI, especialmente metano, llegando a influir en un 32% del total de emisiones de este gas a la atmosfera, sin embargo, la materia orgánica es la fuente de vida del biogás, por lo tanto, el estiércol representa una alternativa energética.

San Juan, La Paz se perfila como un municipio que puede marcar la pauta en la correcta gestión de los desechos orgánicos, debido a sus condiciones estructurales, contando con una asociación que involucra a todos los ganaderos y agricultores del municipio, por lo tanto se presenta una oportunidad en realizar un programa de biogás a base de excremento de ganado bovino, con la

finalidad de innovar, mejorar la calidad de vida de cada propietario de dicha especie, y servir de ejemplo a otros pueblos.

La presente investigación abordara un estudio socioeconómico y técnico, con el fin de determinar la factibilidad de la implementación de un programa de biogás, utilizando como materia prima el estiércol de ganado bovino. En la sección II, se mostrarán los precedentes del proyecto, identificando el problema, la justificación y los objetivos que se pretenden desarrollar y cumplir. La sección III, será el desarrollo del marco teórico, el cual servirá de base para el desarrollo del proyecto. La sección IV, representara la metodología a usar, con la finalidad de hacer cumplir el objetivo general de la investigación. En la sección V se detallarán los resultados obtenidos y su respectivo análisis. Por último, la sección VI y VII, mostraran las conclusiones del proyecto y recomendaciones de este.

II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

En el sector residencial, en Honduras, los principales energéticos usados, corresponden a leña, electricidad, GLP y Kerosene, en donde el mayor porcentaje de utilización como principal fuente de energía lo tiene la leña, con un 80% en dicho sector, seguido de la electricidad con un 14%, esta energía demandada corresponde principalmente a la cocción de los alimentos.

La leña es un energético primario, de acceso a bajo costo, sin embargo, al pasar del tiempo su accesibilidad no es igual de fácil que en años anteriores, producto de la deforestación y el crecimiento demográfico, por otro lado, los problemas de salud que produce la inhalación del humo emitido al quemar leña juega un papel importante en la decisión para lograr una transición a otro combustible en la cocción de los alimentos.

En las áreas rurales, que cuentan con ganado, los propietarios de los animales no hacen una correcta gestión del estiércol, produciendo un foco contaminante, de malos olores, y emisiones de gases de efecto invernadero, como ser el metano.

Los biodigestores son una cámara hermética, que actúan sin la presencia de oxígeno, descomponiendo la materia orgánica, y gracias a esto, se obtiene biogás y biol, siendo el primero una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, y el segundo, un componente líquido fertilizante natural, esta tecnología, es prometedora en el ámbito de reducción de leña y gestión de los residuos orgánicos, especialmente en el área rural.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El sector residencial juega un papel importante en el consumo de leña en el país, especialmente en áreas rurales, lo que se traduce a un aumento de casos de problemas de salud, debido a la inhalación del humo emitido al quemar leña, 4000 mil muertes anuales, producto de esto. Las áreas rurales viven especialmente de ganadería y agricultura, sin embargo, las tecnologías de gestión de residuos y energía aun no son ni siquiera conocidas por los habitantes, lo que produce un desperdicio de la materia orgánica que ellos generan, por ejemplo, el estiércol del ganado, el

cual produce una contaminación ambiental, por malos olores y por emisión de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, la dependencia del petróleo trae consecuencias a la economía del país, por la volatilidad de su valor en dinero, reportando para el 2022 alto precio en sus derivados, como ser: gasolina, diésel, GLP, entre otros, lo que provoca de manera directa, un aumento en los productos de cada sector, por ejemplo, el sector agropecuario con sus fertilizantes químicos.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La deforestación es una acción que involucra directamente al cambio climático, siendo este un tema de vital importancia en la actualidad. El uso de leña juega un papel importante en la economía de los hogares especialmente en los países en vías de desarrollo, siendo el energético predominante en el sector residencial. Sin embargo, la utilización de este energético trae consecuencias graves a la salud de las personas, especialmente a las amas de casa, por otro lado, trae consecuencias medio ambientales, esto debido a la deforestación que causa, e inclusive, problemas sociales, por invasión de recolección de leña en zonas privadas.

Por otro lado, los agricultores y ganaderos hoy en día viven una pesadilla, con los altísimos precios de fertilizantes químicos, los cuales han venido siendo un producto fundamental en sus cosechas y en muchos casos se torna impagable.

Es necesario establecer tecnologías alternativas, con el fin de contrarrestar lo antes mencionado, los biodigestores podrían ser la solución, especialmente en las áreas rurales.

San Juan, La Paz, cuenta con una estructura ganadera ya conformada, lo que es la asociación de ganaderos del municipio, siendo esta una oportunidad para presentar la tecnología, e implementarla.

Los biodigestores accionan la producción de biogás, siendo este un energético capaz de suplir las necesidades de cocción de alimentos en el hogar, también cabe destacar que, mediante el proceso de digestión anaeróbica, además del biogás, se obtiene un sub producto, el biol, el cual es un fertilizante natural, que sin duda alguna sería de gran beneficio en la sustitución de los fertilizantes químicos.

Por lo tanto, se pretende realizar un estudio de factibilidad, para la implementación de un programa de biogás, en el municipio de San Juan, con el fin de marcar la ruta a los ganaderos, mejorando su productividad y salud.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

¿Cuál es la cantidad de leña que consume el sector ganadero, en el municipio de San Juan, La Paz?

¿Cuál es la cantidad promedio de ganado de ordeno, por cada propietario, en el municipio de San Juan, La Paz?

¿Cuál es el potencial de producción de biogás por cada propietario de ganado, en el municipio de San Juan, La Paz?

¿Qué tipo de biodigestor es el ideal, para el clima de San Juan La Paz?

¿Cuáles son las ventajas, del uso de biogás para la cocción de los alimentos, en comparación con el uso de leña y GLP?

¿Qué procesos existen en cuanto a la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos, por parte de la municipalidad de San Juan, La Paz?

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar la implementación de un programa de biogás, a base de excremento de ganado bovino, a los ganaderos del municipio de San Juan La Paz.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar los procesos de gestión de residuos orgánicos e inorgánicos que implementa la municipalidad de San Juan La Paz.
2. Determinar mediante encuesta la cantidad de leña usada, por cada propietario de ganado del municipio de San Juan, La Paz.

3. Definir los procesos de obtención del biogás, a base de excremento de ganado bovino.
4. Identificar el potencial de producción de biogás, a base de excremento de ganado bovino, por cada propietario, en el municipio de San Juan, La Paz.
5. Identificar los factores que pueden ser motivos de una posible no aceptación de los biodigestores en el lugar.
6. Definir los factores que ayudan a la aceptación de la tecnología.
7. Realizar un análisis económico de la implementación de la tecnología, tratándolo como proyecto de corporación municipal.

III MARCO TEÓRICO

3.1 SECTOR ENERGÍA HONDURAS

Un Sistema energético es la base de la economía y el desarrollo de un país, ya que es el encargado de dinamizar a cada uno de los sectores, como ser, transporte, salud, educación, comercios, industrias, sector agropecuario, residencial, entre otros y este viene compuesto desde la producción, transformación, transmisión, distribución y consumo de energía (SEN, 2020).

En un sistema energético existen dos factores importantes que lo componen, y son quienes le dan vida, como ser la oferta y la demanda, cuando se hace referencia a la oferta, significa la cantidad de energía que el sistema energético está en condiciones de entregar a sus clientes, demanda, es la cantidad de energía necesaria requerida por los clientes (sector residencial, comercial, industrial), para satisfacer sus necesidades (SEN, 2019).

El sistema energético nacional está compuesto de energías primarias y secundarias, es decir, fuentes que se pueden usar directamente, como ser la leña, y fuentes que necesitan una determinada transformación para poder usadas por el usuario final, como lo es el diésel, o los derivados del petróleo.

3.1.1 CLASIFICACIÓN DE ENERGÉTICOS, EN EL SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL

3.1.1.1 *Energía primaria*

Se hace referencia al tipo de energía que no necesita de ningún tipo de transformación para ser usada por el usuario final, es decir, un tipo de fuente energética que la naturaleza misma ofrece, directamente para su uso energético (SEN, 2020).

En este tipo de clasificación podemos encontrar las siguientes:

1. Energía hidráulica
2. Fotovoltaica
3. Eólica
4. Geotermia

5. Bagazo
6. Combustibles vegetales
7. leña

3.1.1.2 *Energía secundaria*

Hace referencia a aquel tipo de energía, que necesita la intervención humana, para llevar a cabo un proceso de transformación, en la cual quede lista para su uso energético por el usuario final, es decir, se obtiene la materia prima energética entregada por la naturaleza, pero como tal esta no puede ser usada directamente para los fines antes mencionado (SEN, 2020).

En este tipo de energías podemos encontrar las siguientes:

1. GLP
2. Gasolinas
3. Kerosene AV Jet
4. Diésel
5. Fuel oil
6. Coque de petróleo
7. Carbón vegetal
8. Asfalto (no energético)
9. Electricidad

En cuanto a energéticos primarios, la leña, es una fuente de energía que genera preocupación, por las consecuencias en la salud y medio ambientales que conlleva, por lo tanto, es necesario realizar su análisis, ya que de cierto modo está colaborando a la terminación de los bosques de nuestro país, al usarla de manera indiscriminada.

3.1.2 MATRIZ ENERGÉTICA SECTOR RESIDENCIAL

El sector residencial hace referencia a los hogares del país, tanto de la zona rural como urbana, es necesario tener claro de que energéticos está compuesto, y analizar en qué áreas del sector el

consumo de energía adquiere un mayor porcentaje, esto con la finalidad de un posterior cambio de tecnología.

El consumo de la energía en el sector residencial se da para cocción de alimentos, iluminación, electrodomésticos, fuentes de entretenimiento, climatización, u otros equipos que cumplen una función importante, como ser una bomba eléctrica (SEN, 2020).

La caracterización de los energéticos utilizados en el sector residencial se presentan en la ilustración número 1.



Ilustración 1- imagen de energéticos utilizados en el sector residencial

Fuente: (SEN, 2020).

En la ilustración 1, imagen proveniente del balance energético nacional para el 2020, se puede observar un consumo masivo de leña en el sector residencial, con un 81% respecto a los otros energéticos, los cuales son electricidad (14%), GLP (4%) y kerosene (1%).

El consumo de leña es preocupante, debido a las consecuencias de su uso, tanto en la parte ambiental como en la salud de las personas, por lo tanto, es necesario realizar un análisis a profundidad de este recurso.

3.2 LOS BOSQUES A NIVEL MUNDIAL

En los bosques habitan el 80% de la flora y fauna, además de esto, son la fuente de vida y energía de las personas que habitan en zonas rurales, ya que son los portadores de materia prima como ser leña, la cual usan para la cocción de alimentos, además son la fuente agua de los ríos, los bosques representan a 1600 millones de personas, de los países más pobres del mundo, quienes sobreviven de la flora y fauna de los mismos (ICF, 2021).

3.2.1 IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES

En extensión territorial, los bosques representan 4060 millones de hectáreas (ha), del área total del planeta, es decir, el 31% de la superficie total de la Tierra. siendo este un porcentaje significativo, del cual nos lucramos todos y es vital para la vida, tal cual la conocemos hoy en día (FAO, 2020).

La importancia de estos es alta, ya que emiten oxígeno, absorben dióxido de carbono, son fuente de vida la fauna y tienen el poder de lograr la regulación de temperatura.

Sin embargo, a pesar de la importancia de estos, la mano humana a destruido miles de hectáreas forestales a lo largo de los años, la Tierra a perdido 178 millones de hectáreas de bosques, esto desde el año 1990 (FAO, 2020).

3.2.2 DEFORESTACIÓN A NIVEL MUNDIAL

Deforestación es eliminar la superficie cubierta de bosque, y en una definición más exacta "eliminar la cobertura de los árboles en pro de la agricultura, las actividades mineras, las represas, la creación y mantenimiento de la infraestructura, la expansión de las ciudades y otras consecuencias debidas a un crecimiento rápido de la población" (Marin, 2016).

Para el desarrollo de ciudades, municipios, aldeas, la deforestación ha sido un sacrificio que se ha entregado, poniendo en riesgo el aseguramiento de los medios de la vida, la cultura y la supervivencia de las poblaciones que viven de los bosques.

3.2.2.1 *Causas de la Deforestación*

En el último siglo, a ocurrido la deforestación más grande en la historia de la Tierra, en datos cuantificados, en este periodo de tiempo, se ha perdido un 15% de la superficie forestal del mundo, esto debido a múltiples causas, las cuales se mencionarán en este apartado. (Geographic, 2021).

La causas de deforestación son múltiples, de las cuales podemos decir que algunas son en pro del desarrollo, en donde de una u otra forma la vegetación es sacrificada para implementar innovación a un país o determinada región, como ser, la construcción de edificios, implementación de hidroeléctricas, desarrollo de parques solares fotovoltaicos, construcción de vías de comunicación, entre otras, en este tipo de trabajos, existen regulaciones ambientales, las cuales los contratistas deben de acatar.

Por otro lado, la mano del hombre, de forma insostenible es la causante de desastres en la superficie forestal de la Tierra, es decir, deforestación de forma criminal, en donde se puede encontrar la siguiente: Incendios forestales provocados por el hombre, utilización de tierras para pastizales, o el llamado pastoreo intensivo, utilización intensiva de la tierra para la agricultura, llevando a cabo un proceso de desmonte inadecuado, como ser la quema, además de estos, también se encuentra la comercialización insostenible de madera. (Marin, 2016).

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL DE HONDURAS

Se a logrado una estimación de 6,314,814 .59 hectáreas, en donde se encuentran distribuidas de la siguiente forma: bosque latifoliado, equivalente a 4,312,771.59 hectáreas, lo que representa el 68.30% del área forestal, también se encuentra el bosque conífero, equivalente a 1,951,977.30.91%, y por último la distribución cierra en bosques de mangle, equivalente a 50,065.14 hectáreas, lo que representa un 0.79% del bosque total del país. Debido a esto, en Honduras, la superficie forestal es de 56.06% del total del territorio. (ICF, Anuario estadístico forestal, 2020).

En la ilustración número 2 se muestra la descripción forestal de Honduras.

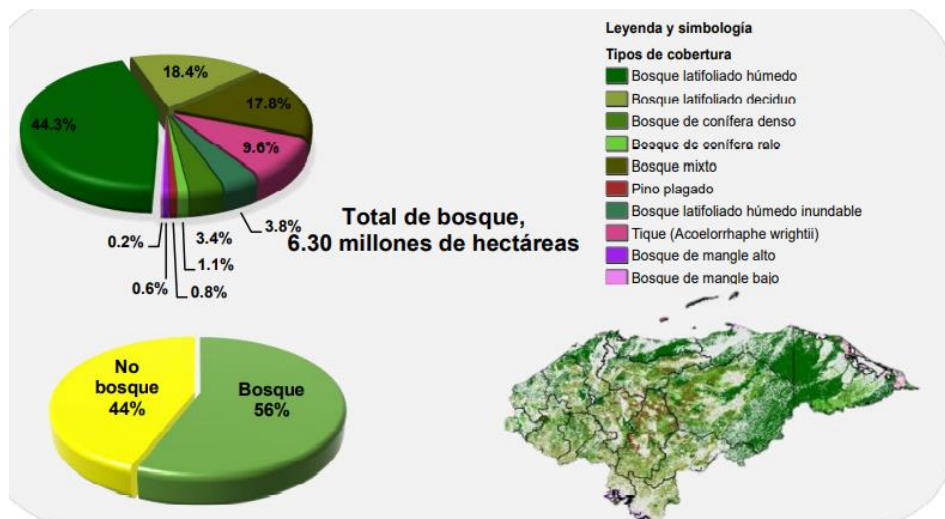


Ilustración 2 Descripción de superficie forestal de Honduras

Fuente: (ICF, Anuario estadístico forestal, 2020).

3.3.1 DEFORESTACIÓN EN HONDURAS

Se encontró que la deforestación bruta del país, para el periodo 2016-2018, es de 36,911.59 ha, lo que corresponde a una pérdida forestal promedio anual de 18,455.80 hectáreas por año. Se encontró una variación positiva de deforestación, la cual se realizó por la comparación, de los índices de deforestación en el periodo 2000-2016 con el periodo 2016-2018, en donde se determinó, que existió una reducción de 4,239.78 hectáreas por año, en la destrucción de la superficie forestal de Honduras (ICF, Anuario estadístico forestal, 2020).

3.4 SUB-SECTOR LEÑA EN HONDURAS

En Honduras la mayoría de la población tiene la cultura del uso de leña, esto especialmente para la cocción de alimentos, y de forma mayoritaria en el sector rural, esto significa que grandes cantidades de los bosques, son echados al fuego. La leña es un energético altamente usado en el país, esto producto de su accesibilidad, bajo costo, cultura y la alza en los derivados del petróleo (ECOJURIS, 2011).

El consumo promedio de leña, con respecto al consumo energético total, es del 34% en la región centroamericana, sin embargo, se encontró que, si solo se analiza el sector residencial, este promedio crece a 79%, en dicha región (SEN, 2020).

En la recopilación de datos del uso de leña en Honduras, se encontró que el promedio de consumo es mayor, en comparación con el general de América latina, y América central. Por lo tanto, la realidad en el consumo de leña en Honduras es preocupante, ya que está muy cercano al promedio regional, por lo tanto, la participación del consumo de leña, con respecto al total de consumo energético en el país, representa aproximadamente el 40%, sin embargo, como se mencionó anteriormente para la región centroamericana, si esta se analiza solamente en el sector residencial, dicho porcentaje crece, y en Honduras no es la excepción, ya que el porcentaje de participación pasa del 40% al 81%, lo que significa que en el país, en el sector residencial, el energético más usado es la leña (SEN, 2020).

3.4.1 ESTADÍSTICAS DE CONSUMO DE LEÑA EN HONDURAS

El porcentaje de uso de leña en comparación al total de energía consumida es alto, esto es debido a múltiples factores, las personas obtienen este energético mediante la recolección o compra, en la zona rural, esta es una actividad secundaria de los hombres, quienes, de regreso de su trabajo, aprovechan para recolectarla o llevarla a sus casas, o una actividad principal de mujeres y niños. Los principales costos de acceso a la leña en un hogar son principalmente el transporte y la mano de obra, por lo tanto, en hogares rurales principalmente, es un atractivo para la cocción de alimentos, por sus bajos costos en comparación a otras fuentes de energía. Por otro lado, en zonas urbanas y semiurbanas, se utiliza el sistema de compra, en donde las familias, tienen mayor ingreso económico, y no tienen tiempo para la recolección de la misma. (OLADE, 2013).

La ilustración 3 muestra el consumo de leña en Honduras, en comparación con América Latina, El Caribe, y América Central, en donde claramente se puede notar que el consumo de leña en Centro América es elevado y si se le da un enfoque a Honduras, los índices de consumo de este energético primario son verdaderamente altos.

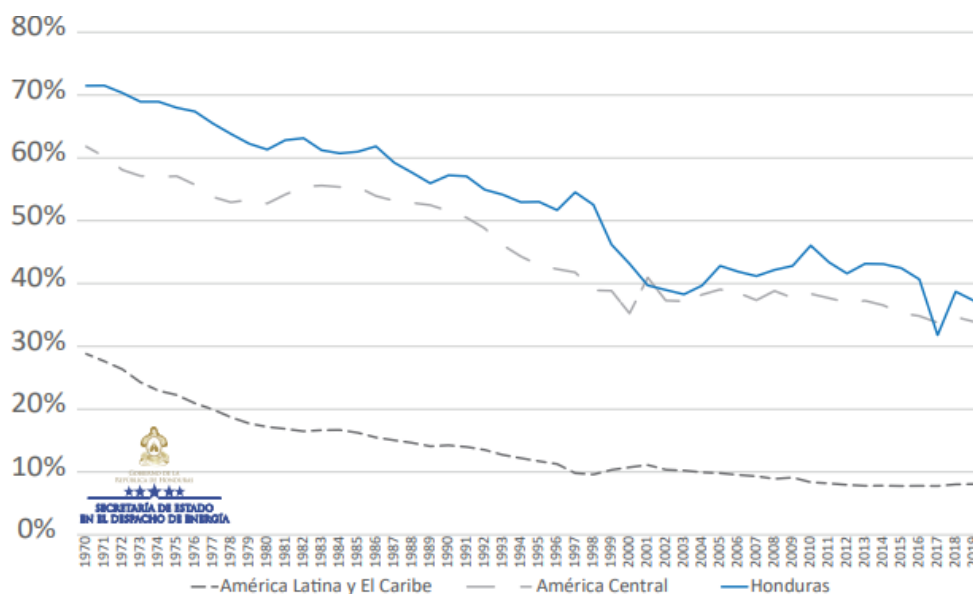


Ilustración 3-Consumo de leña en América y Honduras, 1970-2019

Fuente: (SEN, 2020).

También en la ilustración número 3, Se puede notar una reducción bien marcada en el año 2017, sin embargo, esto obedece a un cambio en la metodología, en la estimación de leña consumida, con la entrada de las hornillas mejoradas, se estimó, que cada una de ellas era usada por cada uno de los beneficiarios, lo que lograba una disminución en el consumo, cuando en la realidad, no fue así.

3.4.2 CONSECUENCIAS DEL CONSUMO DE LEÑA EN LA COCCIÓN DE LOS ALIMENTOS

El empleo de recursos como la leña, para la producción de fuego es un tema de relevancia socioeconómica a nivel mundial, en Honduras constituye la principal fuente de energía en las áreas rurales, sin embargo, existe un crecimiento demográfico, un aumento de la pobreza, aumento en incendios forestales, sean estos provocados o no por el hombre, lo que provoca una reducción en las superficies forestales, y por consecuencia de esto, el adquirir este recurso (leña), cada vez es más complicado. (Jimenez, 2021).

La quema de leña produce una alta cantidad de contaminantes, como lo son el monóxido de carbono, óxidos de azufre y partículas, los cuales ocasionan daños a la salud de las familias, siendo

los más afectados las mujeres y los niños por estar expuesto durante más tiempo a estos gases nocivos (OLADE, 2013).

En Honduras, se generan alrededor de 4 mil muertes anuales por el uso de leña, dicho cálculo se realizó bajo la normativa de la OPS (CEPAL, 2019).

Por lo tanto, se ha determinado que el uso de leña para la cocción de alimentos trae serios problemas para la salud, especialmente en las mujeres, ya que son las expuestas a diario a los contaminantes producidos por este energético, especialmente en las áreas rurales.

Además de esto, existen problemas económicos, si se traduce el tiempo a dinero, ya que hoy en día la accesibilidad a la leña no se da de manera tan fácil, por lo tanto, se deben invertir grandes cantidades de tiempo a diario para lograr su recolección, volviéndose este tema cada vez más insostenible, es decir, a medida pasa el tiempo la tendencia es en deforestación de las zonas que poseen el recurso, causando problemas ambientales marcados (Berrueta, 2008).

3.4.3 CONSUMO DE LEÑA PER-CÁPITA EN HONDURAS

Es necesario conocer el consumo de leña per-cápita en el país, ya que con este dato es posible, establecer la demanda de este recurso por hogar, siendo vital para establecer alternativas de ahorro o eliminación total de la leña para la cocción de los alimentos, mediante distintas tecnologías. Dicho consumo es posible obtenerlo de diferentes encuestas a nivel nacional, en donde se han realizado estudios en campo, con el fin de obtener los datos anteriores.

El consumo per-cápita tiene la capacidad de establecer la demanda total de leña en un hogar, en donde según datos estadísticos de INE, el promedio de personas en hogares de Honduras es de 4.2 (INE, 2019).

Por lo tanto, con el consumo per-cápita de este recurso energético, no es más que hacer una simple multiplicación por el número de personas en el hogar, y de esta forma se puede establecer la demanda total de energía leña que se requiere para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos.

Se realizó un análisis de consumo de leña en los municipios de Catacamas, La Esperanza, Márcala y Yuscarán, por parte de La Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, en donde se analizaron básicamente las características de los hogares rurales de Honduras, analizando variables como el consumo de leña en el hogar, así también el consumo per-cápita, con dicho estudio, se obtuvieron los siguientes resultados para las variables antes mencionadas:

Tabla 1-Consumo de leña en 4 municipios de Honduras

variable	Yuscarán	Marcala	Intibucá	Catacamas	Mediana
Consumo leña per-cápita (kg)	2.42	2.71	2.48	2.22	2.45

Fuente: (Yanchapaxi, 2015).

Por lo tanto, mediante la investigación se determinó que el consumo de leña por persona en un hogar tiende a ser de 2.45 kg, y se puede notar, que la variación entre municipios es corta.

Por otro lado, también es necesario analizar los tiempos de recolección de la leña, debido a que el tiempo se puede traducir en dinero, o en tiempo familiar. En general, un hogar recolecta una vez por semana, estableciendo un tiempo promedio de 2 horas para dicha actividad (Zamorano, 2011).

Sin embargo, haciendo un análisis más profundo, se puede determinar que estos tiempos de recolección de leña no son exactos o constantes, es decir, depende de la accesibilidad del producto, por ende, es necesario hacer un análisis en zona para determinar dichos tiempos promedios.

Por otro lado, al analizar el consumo de leña, es necesario establecer, factores económicos, con el fin de establecer futuras comparaciones, con gas lpg, electricidad y biogás, y de esta forma establecer una factibilidad económica ante posibles cambios de tecnología para la cocción de alimentos.

3.4.4 PRECIOS POR CONSUMO DE LEÑA

una encuesta realizada por la Escuela Agrícola El Zamorano, en ubicaciones como Zambrano, Lepaterique, Maraita y Santa Ana, se determinaron distintos precios de comercialización de la leña, especialmente en carga, como unidad de medida, en donde se determinó lo siguiente:

Tabla 2 - Resultado encuesta de precios de la leña en 4 comunidades de Honduras

UBICACIÓN	MADERA	Unidad de medida	Precio/unidad (lps)
Zambrano	PINO.	Leño (1.4 kg)	2.25
Lepaterique	PINO.	Leño (1.2 kg)	2.25
Maraita	CARBÓN	Leño (0.6 kg)	1.6
Santa Ana	ROBLE.	Leño (2 kg)	2.75

Fuente: (Russel Garay, 2019).

Se puede observar que los precios por tamaño de leño son bastante similares, tanto para ubicación como para tipo de madera. Con estos datos, haciendo un promedio general de los cuatro sitios estudiados, se puede obtener un precio por kilogramo de leña de **L.1.885**.

Tabla 3 - Determinación de precio promedio de kg de leña

UBICACIÓN	MADERA	Unidad de medida	Precio/unidad (lps)
Zambrano	PINO.	Leño (1) kg	1.61
Lepaterique	PINO.	Leño (1) kg	1.88
Maraita	CARBÓN	Leño (1) kg	2.67
Santa Ana	ROBLE.	Leño (1) kg	1.38
PRECIO PROMEDIO POR KG DE LEÑA: 1.885 LPS.			

Fuente: elaboración propia con datos de (Russel Garay, 2019).

3.4.5 RELACIÓN NÚMERO DE PERSONAS CON CONSUMO DE LEÑA

Siendo el promedio de consumo de leña per-cápita de 2.45 kg/ día, y el numero promedio de personas en hogar de 4.2, entonces, se puede determinar en base a la literatura indagada, que el consumo promedio de leña por hogar es de 10.29 kg/día, cabe mencionar, estos datos corresponden al uso de estufas tradicionales.

3.5 DERIVADOS DEL PETRÓLEO

Honduras es un país dependiente de los derivados del petróleo, en pocas palabras estos son el pilar de su economía. La matriz energética del país está compuesta tanto de energías renovables como no renovables, entre los derivados del petróleo que conforman dicha matriz se encuentran: Gasolina, Diesel, GLP, Fuel Oil, AV Jet, Keroseno y otros (BEN, 2020).

En la ilustración 4 se pueden observar los porcentajes de importaciones de los derivados del petróleo.

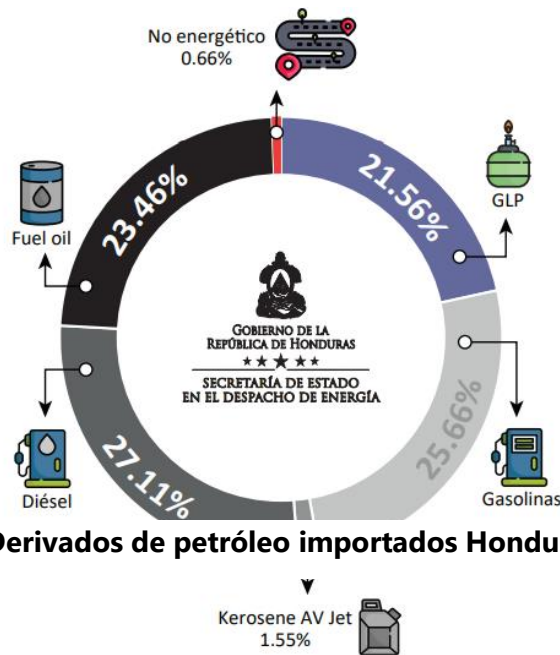


Ilustración 4 - Derivados de petróleo importados Honduras 2020

Fuente: (BEN, 2020).

Uno de los derivados del petróleo de interés para este proyecto el gas licuado de petróleo (GLP).

3.5.1 GAS LICUADO DE PETRÓLEO

El gas licuado de petróleo es un combustible compuesto por uno o más hidrocarburos livianos, principalmente propano, butano, etano, metano y sus mezclas. En cuanto a su comercialización, específicamente para uso doméstico, debe estar compuesto de un 100% de gas propano comercial (SEN, Competencia y definiciones de CAP, 2020).

Honduras obtiene el GLP, de Estados Unidos en un 95%, El Salvador 3%, Trinidad y Tobago 1%, otros países 1%, lo que muestra que el país no es productor de ningún derivado del petróleo, por lo tanto, depende de otros (BEN, 2020).

El gas licuado de petróleo es de importancia en el sector energético nacional, usado en distintos sectores del país.

Para fines de los objetivos de la presente investigación, el interés por estudiar el gas licuado de petróleo es debido a su uso en el sector residencial para la cocción de los alimentos.

El gas licuado de petróleo de una totalidad de energéticos utilizados en el sector residencial, le corresponde un 4%.

La diferencia de uso de leña (81%) en el sector residencial, con el uso de GLP (4%), es abismal, lo que permite analizar el por qué ocurre este fenómeno.

El LPG es un derivado del petróleo, por lo tanto, es un recurso finito en la naturaleza, para su obtención se deben explotar yacimientos de petróleo, Honduras no tiene este recurso, por lo tanto, los precios de los derivados del petróleo en el país dependen de los mercados internacionales.

3.5.1.1 Precios del LPG domestico al consumidor

Se hace una revisión del año 2018 al 2022, con el fin de conocer los precios y sobre todo sus variaciones.

Los datos son obtenidos de los balances energéticos proporcionados por la secretaria de energía, el Instituto Nacional de Estadística y los reportes del Banco Central de Honduras en precios al consumidor, el objetivo de esta revisión es mostrar la volatilidad de los precios en los derivados del petróleo.

Tabla 4 - Precios promedios GLP domestico 25 libras 2018-2022

Año	Precio promedio
2018	248.79
2019	268
2020	237.20
2021	233.1025
2022	243.13333

Fuente: elaboración propia con datos de BCH y SEN.

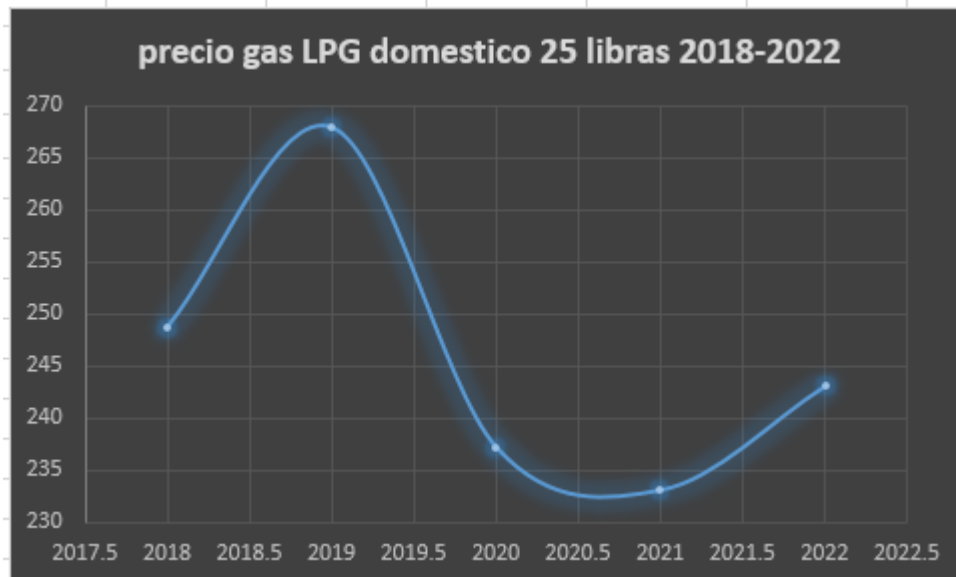


Ilustración 5 - Precios GLP 2018-2020, 25libras domestico

Fuente: elaboración propia con datos del Banco Central de Honduras y Secretaria de energía.

En este periodo de tiempo se puede notar una volatilidad en los precios, que es el objetivo de la revisión, sin embargo, a simple vista es posible pensar que la tendencia en los precios de los derivados del petróleo es en descenso, pero, es necesario evaluarlos desde años anteriores, en donde de forma clara, si se toma otro punto de partida, la tendencia es en aumento y depende en gran medida por sucesos económicos y sociales de los productores.

Por lo tanto, es necesario buscar nuevas alternativas, con el fin de no depender de este producto (petróleo), que tiene múltiples desventajas, como ser finito, y que en Honduras no se cuenta con yacimientos del mismo.

3.5.2 CORRELACIÓN DE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON EL PRECIO DEL CRUDO EN EL MERCADO INTERNACIONAL.

En el GLP se pudo ver la volatilidad de los precios derivados del petróleo, pero es necesario establecer una correlación clara que muestre y justifique que los precios del petróleo dependen

del mercado internacional, esto provoca alteraciones, y es la respuesta a la volatilidad del mismo.

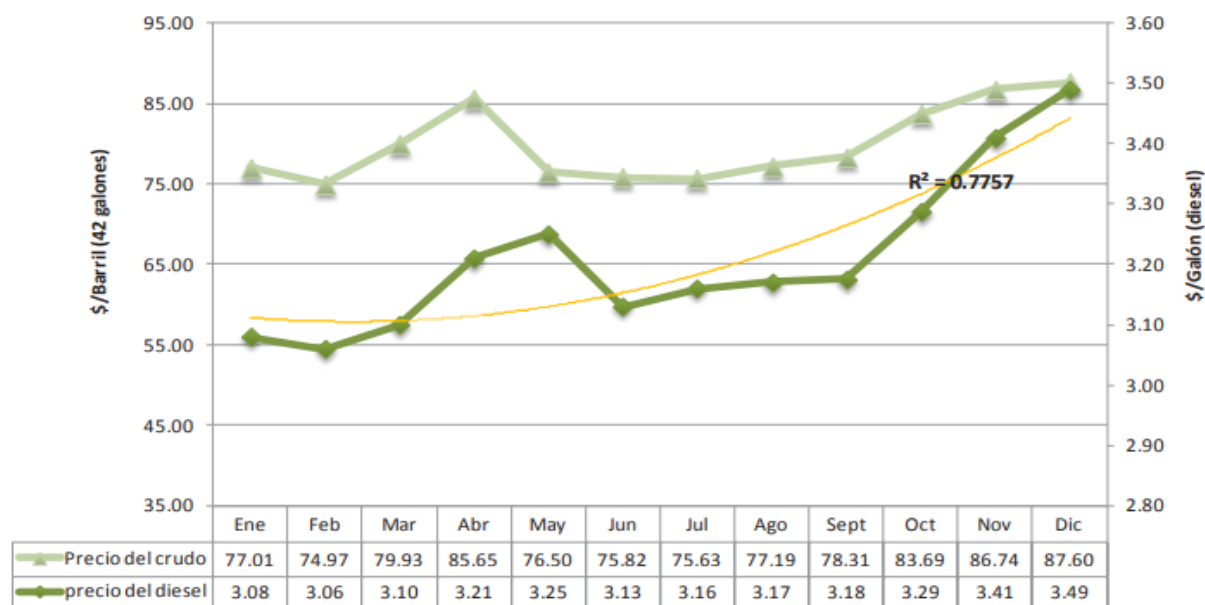


Ilustración 6 - Comportamiento mensual del precio internacional del barril de crudo versus el precio del galón de diésel

Fuente: (INE, Estadística de los combustibles en Honduras, 2010).

En la ilustración número 6, se puede observar la correlación existente entre el precio internacional del barril de crudo versus los precios de los derivados del petróleo a nivel nacional.

3.6 ELECTRICIDAD.

El sector a evaluar es el residencial, en este el consumo de electricidad es del 14%.

El consumo de electricidad en dicho sector viene dado por diferentes tipos de equipos, como televisores, aires acondicionados, electrodomésticos, entre otros, con el fin de establecer en que área ocurre el mayor consumo, se presenta la ilustración 7 y la ilustración 8, en donde se puede ver un estimado de consumo por electrodoméstico, dicha tabla es proporcionada por la ENEE.

Tipo	Potencia (W) Luces	Horas de uso por día	Días de uso por mes	Promedio mensual de consumo (kWh)
Lámpara incandescente	60	4	30	7.2
Lámpara fluorescente	32	4	30	3.8
Aire acondicionado				
Unidad 8,000 Btu	900	8	22	158
Unidad 10,000 Btu	1,100	8	22	194

Ilustración 7 – consumo promedio mensual de electricidad por equipo

Fuente: (ENEE, 2022).

Otros				
Refrigerador descongelador manual, 14 pies ³	300	7.5	30	67.5
Refrigerador descongelador automático, 14 pies ³	350	8.3	30	87.2
Microondas	1,200	0.3	30	11
Tostadora	800	0.1	30	2.4
Ventilador	60	11.3	22	15
Computadora e impresora	300	2.5	22	17
VCR	50	0.5	22	0.6
TV blanco y negro	100	3.5	30	11
TV Color	301	3.5	30	32
Estufa	1500	2	30	90

Ilustración 8 - consumo promedio mensual de electricidad por equipo

Fuente: (ENEE, 2022).

Con la información proveniente de la ilustración 7 y 8, se puede hacer el siguiente análisis:

El equipo con mayor consumo de electricidad es el aire acondicionado, sin embargo, este al ser costoso se identifica en un porcentaje no tan alto en los hogares del sector residencial, el proyecto de factibilidad de biogás es destinado a un sector rural, en donde el uso de este equipo es prácticamente nulo.

Por otro lado, se puede notar que la estufa es el principal consumidor de energía eléctrica en el sector residencial, y es el electrodoméstico que marca la demanda en dicho sector, por lo tanto, con esto queda constatado que el área de cocción de alimentos es la principal demandante de energía.

3.7 FERTILIZANTES QUÍMICOS

Es necesario establecer la necesidad de fertilizantes en los cultivos, debido a que estos aportan los nutrientes necesarios por las plantas para lograr una producción satisfactoria, por lo tanto, una siembra fertilizada tiende a producir más alimento y cultivo comercial (FAO & IFA, Los fertilizantes y su uso, 2002).

Sin embargo, el problema es que este tipo de fertilizantes puede alterar las condiciones del suelo de forma negativas, e incluso llegar a volverlo improductivo, el uso de un fertilizante químico hace que la estructura del suelo se vuelva deficiente (Bolanos, 2014).

Por lo tanto, esa contaminación del suelo se presenta como una limitante a seguir usando este tipo de abono a gran escala.

3.7.1 SITUACIÓN FERTILIZANTES QUÍMICOS EN HONDURAS

La necesidad de fertilizante es evidente entre los agricultores y ganaderos del país, en Honduras el uso de fertilizante químico se da a gran escala, inclusive por los problemas ambientales que estos marcan, sin embargo, al día de hoy, los precios de este tipo de abono han incrementado en forma exponencial, lo que produce un duro golpe a los agricultores y ganaderos.

3.7.1.1 Precios Históricos Fertilizantes Químicos 2019-2022.

La tabla 5, representa un histórico de precios de los fertilizantes más usados en la zona rural, especialmente en zonas de cultivo de maíz. Cabe recalcar que son precios promedios y para el año 2022, el promedio puede variar, debido a que se hizo hasta mayo.

Tabla 5 - Precios de fertilizantes 2019 – 2022

Producto	2019	2020	2021	2022
12-24-12	547.33	567.5	583.94	1067.5
18-46-0	667.3194	683.9	858.44	1214.5
Sulfato de Amonio	351.35	371.5	400.94	682.19
Urea 46%	475.79	481.5	665.40	1297.5

Fuente: (SIMPAH, 2022).

En la ilustración número 9, se puede ver de forma clara el incremento en este tipo de productos agrícolas.

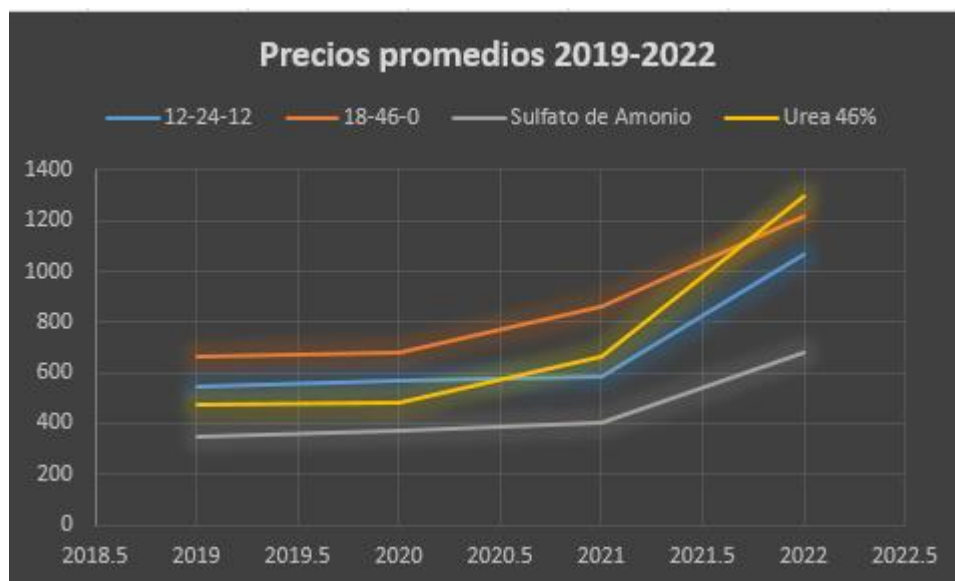


Ilustración 9 - Precios promedios fertilizantes químicos 2019 - 2022

Fuente: elaboración propia con datos de SIMPAH (2022).

Lo mostrado en la gráfica es una problemática, de índole económico y de seguridad alimentaria.

Por lo tanto, es necesario buscar alternativas que logren la sustitución de los productos químicos en la estimulación del crecimiento y fortalecimiento de las plantas.

3.8 GANADO VACUNO INCITADOR DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

El tema del cambio climático es de vital importancia en la actualidad, ya que es perjudicial para La Tierra, y por ende para todos los que habitan en ella, dicho cambio climático se da producto de las malas decisiones de los seres humanos, que van desde tirar una botella platica a la superficie terrestres, hasta provocar derramamientos de petróleo, sin embargo, existe un incitador silencioso del cambio climático que contribuye a las emisiones aportadas por el ser humano.

El sector ganadero tiene una contribución significativa en las emisiones de gases de efecto invernadero, en donde el ganado vacuno es el principal contaminante, llegando a aproximadamente 5 giga toneladas de Co₂-eq, dicho valor representa el 62% en las emisiones totales de las especies (FAO, Modelo de evaluacion ambiental de la ganaderia mundial, 2022).

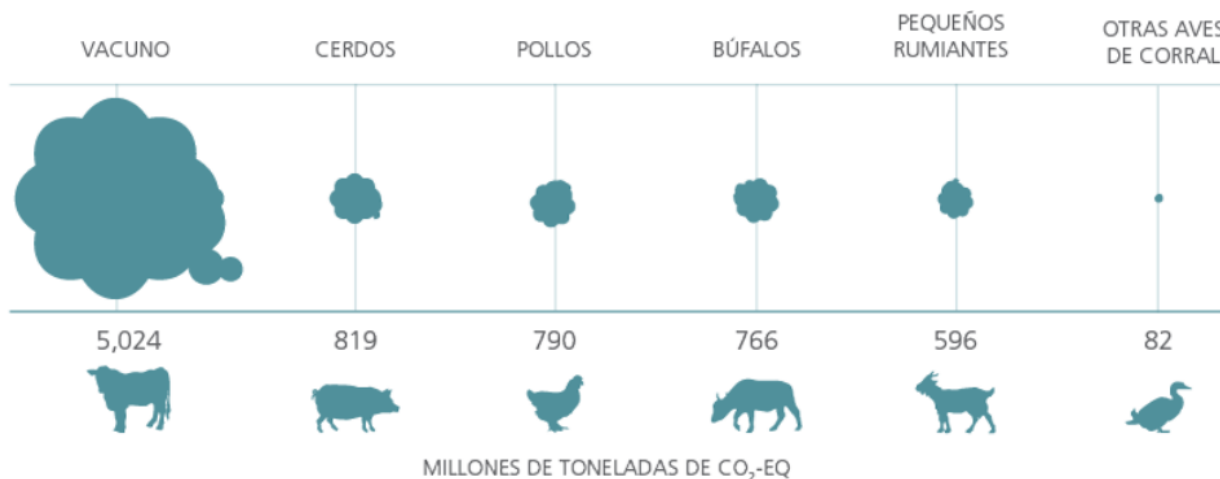


Ilustración 10 - Emisiones de Co₂-eq por especie

Fuente: (FAO, Modelo de evaluacion ambiental de la ganaderia mundial, 2022)

En la ilustración 10 es posible identificar el potencial de contaminación ambiental que tiene el ganado vacuno, cabe mencionar, que ese potencial es atribuible a toda la cadena de valor.

3.8.1 FUENTE DE EMISIONES

Es necesario identificar de donde provienen las grandes emisiones del ganado vacuno, esto con el fin de implementar técnicas y buenas prácticas con el fin de mitigarlas.

El ganado vacuno presenta su principal fuente de emisiones de GEI en la llamada fermentación entérica, en otras palabras, debido al metano (CH₄), dicho metano se produce debido al estiércol de los animales y de liberaciones gastroentéricas (FAO, Evaluación de los recursos forestales mundiales, 2020).

Por lo tanto, el metano (CH₄) es de los principales gases de efecto invernadero y en el sector de ganado vacuno se produce aproximadamente el 32% de este gas como contaminante (ONU, 2022).

Por lo tanto, el sector ganadero, los ganaderos y agricultores como tal, pueden contribuir a la reducción de un 32% de gases de efecto invernadero como ser el metano, esto optando por tecnologías que permitan una correcta gestión del estiércol del ganado, e inclusive sacándole proyecto a esto.

Por otro lado, existen otras fuentes de contaminación el sector de ganado vacuno, como ser el sistema de gestión que se utilice, esta está estrechamente relacionada con la fermentación entérica, también se puede encontrar la producción de piensos y el consumo de energía (FAO, Modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial, 2022).

3.9 BIOGÁS

El biogás es un biocombustible compuesto por la mezcla de diferentes gases, que se genera a partir de la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno (Cepero, Savran, Palacios, & Suarez, 2012).

La materia orgánica aprovechable puede ser: estiércol de animales, desechos de frutas, plantas, e incluso excremento humano. Dicha materia orgánica se descompone en un biodigestor, produciendo los siguientes gases:

Tabla 6 - Gases presentes en el biogás

GAS	Porcentaje
Metano	40 - 70%
Dióxido de carbono	30 - 60%
Hidrogeno	0.1%
Nitrógeno	0.5%
Monóxido de carbono	0.1%
Oxigeno	0.1%
Sulfuro de hidrogeno	0.1%

Fuente: (Cepero, Savran, Palacios, & Suarez, 2012).

Podemos notar que el principal gas equivale a metano (CH₄), siendo este el que será transformado en gas, ya sea para producción de calor o vapor, generación de electricidad o combinación de calor y electricidad, y combustión para vehículos. (FAO, 2011)

El biogás representa una alternativa a los altos costos de los derivados del petróleo y sobre todo a la erradicación del uso de leña en el sector residencial, especialmente en el área urbana.

3.9.1 CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS

Para fines de este proyecto el uso de biogás está centrado en la cocción de los alimentos, en el área rural, aprovechando el estiércol del ganado bovino, por lo tanto, una característica importante a tener clara es el poder energético de este biocombustible, esto con el fin de tener una estimación de cuanto biogás se necesitaría producir para satisfacer las necesidades energéticas de un hogar en la cocción de los alimentos.

Mediante la revisión de literatura que tratan de determinar la característica anteriormente mencionada, es posible llegar a un valor aproximado.

Un estudio realizado en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, se demostró lo siguiente:

1 metro cubico de biogás es igual a 3.86 kg de leña (Villier, 2021).

Por otro lado, en un estudio realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería en Nicaragua, se demostró lo siguiente:

1 metro cubico de biogás = 1.16 kg de leña (Umaña, 2018).

Por lo tanto, en la indagación de información relacionada al tema, se constató que no hay una forma exacta de determinar la equivalencia de biogás a leña, esto depende del tipo de madera que se utilice en la cocción de los alimentos, y del tipo de materia orgánica usada para la producción de biogás, por dicha razón, con la información presentada por las dos investigaciones antes mostradas, se realiza un promedio de ambos resultados, llegando a que **1 metro cubico de biogás = 2.51 kg de leña**, dicho dato será el utilizado para el desarrollo de este proyecto de investigación.

De igual forma es necesario establecer una equivalencia del biogás con otros combustibles, en la ilustración número 7 se puede obtener esa información.

Valores	Biogás*	Gas Natural	Gas Propano	Gas Metano	Hidrog.
Valor Calorífico (Kwh/ m ³)	7.0	10	26	10	3
Densidad (t/m ³)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Limite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10	5-15	4-80
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m ³ /m ³)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

Ilustración 11 - Equivalencia biogás con otros combustibles

Fuente: (FAO, manual de biogás, 2011).

3.9.2 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Para la producción de biogás se puede utilizar todo tipo de materia orgánica, sin embargo, la finalidad de este proyecto es la evaluación a base de excremento bovino, por lo tanto, es necesario establecer una relación, cantidad de estiércol con metros cúbicos de biogás producido.

Para lograr disponer de 2 a 3 horas de gas para cocinar, es necesario producir 1 m³ de biogás y para lograr ese metro cubico de biogás, es necesario disponer de 24 kg de estiércol de ganado bovino al día (SNV, 2010).

El dato anterior es muy valioso para la investigación, y con este a lo largo de la investigación se estarán haciendo relaciones, con el fin de estimar la producción de biogás.

3.9.3 FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

La producción de biogás se da gracias al cumplimiento de 4 etapas que componen la digestión anaeróbica.

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo, en donde, parte de la materia orgánica de un substrato, es decir, residuos animales y vegetales, son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano, con trazas de otros elementos, siendo todo este proceso en ausencia de oxígeno. (FAO, manual de biogas, 2011).

Al hacer uso de este proceso bioquímico, es posible convertir, grandes cantidades de residuos orgánicos, como ser: residuos vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria, entre otros, en subproductos útiles, como ser, el biogás, y el biofertilizante (FAO, manual de biogas, 2011).

Las cuatro etapas de la digestión anaeróbica son: hidrolisis, acidogénesis, acetogénesis y metalogénesis (Huertas, 2015).

La digestión anaeróbica involucra 4 etapas, las cuales actúan en sinergia, con el objetivo de lograr la degradación de la materia orgánica, hasta llegar al producto final, el biogás y biofertilizante en cada etapa de la digestión anaeróbica, intervienen microorganismos hidrolíticos, dentro de los cuales están: Clostridium, acetovibrio, micrococcus, staphylococcus y bacillus, de igual forma microorganismos acidogenos, como ser, Acinetobacter Lwoffii, Acinetobacter sp, Actinomyces sp, Alcaligenes, Pasteurella sp, Staphylococcus hominis, Bacillus, y Klebsiella oxytoca, y los metanógenos como Methanosarcina y Methanosaeta (Huertas, 2015).

3.9.3.1 *Hidrolisis*

El hidrolisis es la descomposición biológica de polímeros orgánicos en moléculas más pequeñas, a las cuales se les llama monómeros y dímeros. Esta es la primera etapa de los 4 procesos de digestión anaeróbica, y es aquí en donde se involucran las enzimas, que actúan como catalizadores, capaces de solubizar la materia orgánica y romper enlaces específicos con ayuda de agua para poder ser utilizadas (Corrales, Romero, & Vargas, 2015).

Las enzimas son mediadoras de la transformación de materiales orgánicos solubles y componentes de masa molecular como lípidos, polisacáridos, proteínas, grasas y ácidos nucleicos, entre otros (Huertas, 2015).

Para llevar a cabo el proceso de hidrolisis, es decir, esa degradación de la materia orgánica, de pedazos grandes a pequeños, aparecen distintos tipos de enzimas, las cuales son secretadas por microorganismos que actúan en el proceso, estas enzimas son las extracelulares, las cuales tienen la función de cortar, moléculas grandes, en pedazos pequeños, esto con el objetivo de que los organismos puedan tomar esas moléculas como fuente de nutrición y energía (Huertas, 2015).

La etapa hidrolisis, puede ser un paso limitante de la velocidad total del proceso, esto, sobre todo, cuando se trata de residuos con un alto contenido sólido, la hidrolisis no depende de sí misma, depende de múltiples factores, como ser, la temperatura del proceso, el tiempo de retención hidráulico, de qué forma está compuesto el sustrato, el nivel de pH, entre otros (Huertas, 2015).

3.9.3.2 *Acidogénesis*

Aquí aparece un grupo de bacterias fermentativas, las cuales, tienen la función de tomar las moléculas orgánicas solubles producidas en la fase de hidrolisis, y transformarlas en fuentes de alimento para el beneficio de las bacterias contenidas en los siguientes procesos, el alimento que surge del proceso son: acético, fórmico y compuestos orgánicos más reducidos (propiónico, butírico, valérico, láctico y etanol principalmente).

Además, el grupo de bacterias acidogénicas o fermentativas, tienen la capacidad de eliminar cualquier traza de oxígeno disuelto en el sistema (FAO, manual de biogas, 2011).

3.9.3.3 *Acetogénesis*

En esta etapa, los microorganismos se encuentran con productos ocasionados por la etapa fermentativa, en donde se encuentra ácido butírico, propiónico, acético, hidrógeno y dióxido de carbono.

El hidrogeno y el acético, tienen la capacidad de pasar directamente a la fase, la etapa metanogénica.

Los productos que no pueden ser tomados directamente por las bacterias metanogénica, tienen que pasar por un proceso de conversión, en donde se transforman en ácidos grasos volátiles y alcoholes, los cuales, una vez obtenidos, son oxidados en sustratos metanogénicos como ser el acetato, hidrogeno y el dióxido de carbono.

Básicamente lo que se hace es una colaboración de las bacterias acetogénicas, con el fin, de obtener productos utilizables por las bacterias de la etapa posterior, sin embargo, esta colaboración tiene una limitante, siendo esta la presión parcial del hidrogeno en el sistema (Huertas, 2015).

3.9.3.4 *Metanogénesis*

Esta es la etapa final de la digestión anaeróbica, siendo una etapa crítica en el proceso, y es donde se da la obtención de metano y dióxido de carbono por dos rutas principales, la primera es la acetoclastica, las cuales transforman el acetato, en metano y dióxido de carbono, produciendo un 70% del metano total, la segunda son las arqueas hidrogenotróficas, las cuales aprovechan el hidrogeno y el dióxido de carbono para producir el 30% del metano restante (Corrales, Romero, & Vargas, 2015).

3.9.4 PARÁMETROS IMPORTANTES DE LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA

El proceso de digestión anaeróbica, es producido dependiendo de las condiciones en las que se dé, es decir, puede o no verse alterado, esto depende de factores que son tanto de carácter ambientales, como operacionales.

Los primeros 5 parámetros mostrados, corresponden a un entorno ambiental, es decir, funcionamiento de microorganismos, en base a distintas situaciones en su entorno, como ser la temperatura ambiental, ingreso o no de tóxicos al proceso de digestión anaeróbica, alteraciones en pH, entre otros.

3.9.4.1 Ph

Los niveles de pH, inclusive en pequeños cambios, tienen el poder de afectar adversamente la producción de biogás, por lo tanto, existen rangos de pH óptimos para el buen funcionamiento de un proceso anaeróbico (FAO, manual de biogas, 2011).

Los metanógenos realizan su trabajo de forma correcta, en rango de pH de 6.5 a 8.2, siendo un pH óptimo 7.0, sin embargo, debido a múltiples estudios y prácticas de diferentes autores, el máximo rendimiento en producción de biogás, se da en pH en el rango de 6.5 a 7.5 (Huertas, 2015).

3.9.4.2 Presión de hidrogeno

Es esencial que el hidrogeno no se acumule en el proceso de digestión anaeróbica, ya que, si esto llegase a pasar, produce una inhibición en la etapa de acetogénesis, y acumulación de ácidos grasos (FAO, manual de biogas, 2011).

3.9.4.3 Temperatura

La digestión anaeróbica es un proceso dependiente de la temperatura, donde los fenómenos de transferencia de materia, energía y cantidad de movimiento se ven influenciados por las condiciones atmosféricas de su entorno, y por la configuración del biodigestor en el cual se desarrolla (Sosa & Alvarez, 2016).

3.9.4.4 Tiempos de retención

Este factor está relacionado con la temperatura, y de igual forma con la productividad del biodigestor para la producción de biogás, este determina la cantidad de días que tardara la materia orgánica en comenzar a producir el combustible deseado (Huertas, 2015).

3.9.4.5 *Velocidad de carga orgánica*

Esta representa la cantidad de alimento suministrado a un digestor por día, bajo condiciones continuas de alimentación. Con el incremento de la velocidad de carga orgánica, la producción de biogás también se hace mayor, sin embargo, esto es sin exceder, ya que, en exceso, los microorganismos de metanogénesis, al ser esta una fase lenta, se saturarían, provocando una inhibición del proceso, y afectando la producción de biogás (Huertas, 2015).

3.10 BIOL

El biol es un biofertilizante, el cual se presenta en estado líquido, a partir de la descomposición de materia orgánica, como ser estiércol de animales, frutas, verduras, entre otros, dicha descomposición se realiza en un reactor o biodigestor, de forma anaeróbica (INIA, 2008).

La función de este biofertilizante es estimular el crecimiento, actividades fisiológicas y proteger de enfermedades y plagas a las plantas, además de esto mantiene el vigor de la misma (FONCODES, 2014).

En cuanto a sus propiedades, estas dependen de la materia orgánica utilizada, sin embargo, para fines de este trabajo, la materia es el estiércol de bovino, por lo tanto, para este tipo de residuos orgánicos, el biol contiene en su composición química materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, estos nutrientes son vitales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo tanto, es una muestra de la efectividad de este producto (Santin, 2017).

Al ser el biol un producto que se genera a partir de desechos orgánicos, permite una mayor rentabilidad para el propietario de la finca o el pequeño agricultor, dándole excelentes beneficios en su producción a bajo costo, además de mejorarle las condiciones y la fertilidad del suelo.

3.10.1 VENTAJAS DEL Y DESVENTAJAS DEL BIOL

Según el Instituto de Investigación Agraria, en Lima Perú, el biol presenta las siguientes ventajas: tiene bajo costo, es producto de los desechos orgánicos de la finca o del hogar, mejora el vigor del cultivo y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima.

Y entre sus desventajas se encuentra los tiempos largos de producción.

3.10.2 APLICABILIDAD DEL BIOL

En la ilustración número 12, se presenta la dosis de biol necesario para diferentes cultivos, así como el intervalo de tiempo de cada dosis.

Cultivo	Dosis para mochila de 15 litros (litros)	Agua (litros)	Intervalo de aplicación (días)
Frutales <i>Durazno, ciruelos, otros.</i>	2 a 3	13 a 12	10 a 15
Leguminosas <i>Haba, arveja, alfalfa, otros.</i>	1,5 a 2	13,5 a 13	15
Tubérculos <i>Papa, olluco, oca, otros.</i>	2 a 3	13 a 12	10 a 15
Hortalizas <i>Zanahoria, cebolla, rábano, otros.</i>	1,5	13,5	10
Cereales <i>Trigo, cebada, avena, otros</i>	3	12	15
Maíz	2	13	10

Ilustración 12 - aplicación del biol

Fuente : (FONCODES, 2014)

En la ilustración número 12 se puede notar la aplicabilidad del biol de forma general.

En la Zona sur de Honduras, especialmente en el municipio de San Juan La Paz, el cultivo de mayor consumo y producción es el maíz, en donde según la ilustración número 12, la aplicabilidad del biol por parte de los agricultores y ganaderos, sería una dosis de 2 litros de biol y 13 litros de agua (en una mochila o bomba de 15 litros), cada 10 días.

3.11 BIODIGESTORES

Un biodigestor es una tecnología simple, este es el reactor o depósito en donde ocurre la digestión anaeróbica, es decir, es aquí en donde se procesa la materia orgánica, que dará como resultado la obtención de biogás y biofertilizante, logrando una correcta gestión de los desechos de familias y sobre todo convirtiéndolos en algo tan valioso como lo es energía (Lozano, Sanchez, & Marin, 2020).

Los biodigestores constituyen una valiosa alternativa en el tratamiento de materia orgánica, sin embargo, existe una desinformación por parte de la población, esta tecnología presenta una

oportunidad para las empresas agropecuarias o pequeños ganaderos, quienes producto de su ganado contienen desechos como lo es el estiércol, sin embargo la falta de conocimiento los lleva a despreciar este valioso recurso, que sin duda alguna presenta una oportunidad en el hogar y en sus fincas, si se le da el tratamiento adecuado, produciendo energía con la cual pueden calentar agua, cocer alimentos, generar electricidad, entre otras, además de un fertilizante rico en nutrientes (Campos, 2011).

3.11.1 FACTORES CLAVES DEL USO DE UN BIODIGESTOR

Se sabe que el uso de leña en la cocción de los alimentos es perjudicial para la salud humana, como para el medio ambiente, de igual forma se conoce que el estiércol si no es tratado de la forma correcta se convierte en un foco contaminante emitiendo gases de efecto invernadero como lo es el metano, y por último las importaciones de fertilizantes químicos han aumentado en precios, impactando en la producción de los agricultores y ganaderos.

Por lo tanto, los biodigestores son una solución a lo anterior.

Entre los factores claves que abalan el uso de los biodigestores se tienen los siguientes:

1. Energía.
2. Producción de biofertilizante.
3. Salud Familiar.
4. Higiene Baja inversión.
5. animal.
6. Medio ambiente.
7. Carga de trabajo y economía.
8. Tecnología sostenible.

Cada uno de estos factores descritos por Herrero (2008) representan una oportunidad potencial para ganaderos y agricultores que día a día desperdician la poderosa fuente de energía como lo es la materia orgánica.

Un programa de biogás a base de excremento de ganado bovino para pequeños y medianos ganaderos, involucra biodigestores a bajo costo, pero eficientes, por lo tanto, debido a eso, el biodigestor tubular representa una oportunidad potencial.

3.11.2 FACTORES QUE PUEDEN INCURRIR EN LA NO ACEPTACIÓN DE UN BIODIGESTOR

Uno de los principales factores es la cultura de las personas, es difícil lograr una transición de un energético a otro, por ejemplo, en el sector rural, se han dado proyectos de estufas mejoradas, con el fin de reducir el consumo de leña, sin embargo, la cultura de las personas en la mayoría de los casos las lleva a seguir usando las hornillas ineficientes.

Por lo tanto, la cultura es un factor determinante.

3.11.3 BIODIGESTOR TUBULAR

Este tipo de biodigestor nació en Taiwán en 1985, debido a los altos costos de otras tecnologías, como ser el biodigestor modelo hindú y el modelo chino. El biodigestor tipo Taiwán o Tubular, es el del costo más bajo, sin embargo, posee una eficiencia alta, volviéndose atractivo para los agricultores y ganaderos (García, Viera, & Marcelo, 2017)

Tiene un método de alimentación semi-continuo, es decir se alimenta diariamente, pero no de forma continua durante el día, por esa razón es diseñado para agricultores o ganaderos que lo requieran usar en sus fincas, con la finalidad de aprovechar la producción de biogás y biofertilizante. Este tipo de biodigestor consiste en un fermentador y cámara de almacenamiento de biogás, dichos elementos están contruidos de polietileno de alta densidad o PVC, su instalación se hace en una zanja, la cual se dimensiona en torno a la capacidad de almacenamiento que tendrá el biodigestor, la zanja cumple una función de aislante térmico, de la entrada de efluentes y la salida de los mismo, ya convertidos en fertilizante orgánico (García, Viera, & Marcelo, 2017).

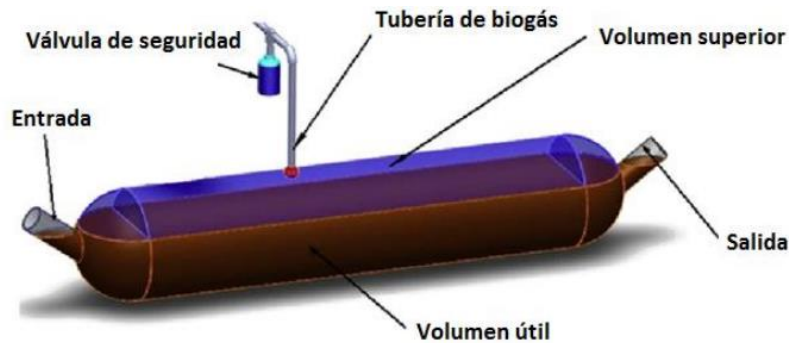


Ilustración 13 - Esquema biodigestor tubular

Fuente: (García, Viera, & Marcelo, 2017).

3.11.3.1 Componentes de un biodigestor tubular

Componente	Descripción	¿Obligatorio?
Reactor	No es más que una “bolsa” de plástico que contendrá toda la materia orgánica que atravesará el proceso de digestión. Suele estar fabricado de Polietileno (PE) o geomembrana de policloruro de vinilo (PVC), que es más sólida y por ende, más cara.	Sí
Tuberías	Son de PVC. Conducen el gas desde el reactor hasta la cocina o algún otro equipo que sirva para comprobar la obtención del biogás.	Sí
Invernadero	También se le conoce como carpa solar y protege al reactor de los daños que suelen ocasionar los rayos UV. Su uso es imprescindible en las regiones frías de la sierra o altiplano para poder elevar la temperatura del reactor y evitar el helamiento de la materia orgánica.	No
Válvulas	Se colocan en varios sitios de las tuberías, siendo la válvula de seguridad la de mayor importancia, ya que garantiza que la presión en el reactor sea más o menos constante. De esta manera, la válvula de seguridad impide que el reactor se dañe cuando el biogás producido no es utilizado durante un cierto tiempo y también, que el aire entre al biodigestor.	Sí
Manómetro	Nos da la posibilidad de poder controlar la producción de biogás.	No
Reservorio	Sirve para almacenar el biogás producido. Debe estar colocado de tal manera que sea fácil darle presión y no tan alejado de la instalación hará uso del biogás.	Sí

Ilustración 14 - componentes de un biodigestor tubular

Fuente: (García, Viera, & Marcelo, 2017).

Se puede notar que se trata de una tecnología sencilla, y accesible, por lo tanto, la implementación de este tipo tecnología tiende a ser positiva en áreas rurales en las cuales se cuenta con los desechos, pero no con alto poder adquisitivo de dinero, el biodigestor tubular brinda economía y eficiencia.

3.11.3.2 *desventajas de un biodigestor tubular*

Se mencionarán cada una de sus ventajas, como ser bajo costo, alta eficiencia, entre otras, sin embargo, toda tecnología tiene sus desventajas, y en la tabla número 7 se presentan algunas.

Tabla 7 - desventajas del biodigestor tubular

Numero	DESVENTAJA
1	Sensible a danos, debido al tipo de material usado para su construcción.
2	No genera fuentes de trabajo en las comunidades, si se considera ya en la etapa de funcionamiento.
3	Presenta una vida corta de utilidad.

Fuente: elaboración propia con datos de (Filomeno, Bron, & sosa, 2010).

IV METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE:

En Honduras, el mayor uso de energía se da en el sector residencial especialmente para la cocción de los alimentos, en donde, de todos los energéticos utilizados en dicho sector, la leña es el predominante con más de un 80%, traducándose en deforestación y problemas de salud, por otro lado, existe una falta de conocimiento por parte de los ganaderos en hacer una correcta gestión de los residuos orgánicos, como lo es el estiércol del ganado, por lo tanto, dado esta problemática, se presenta este trabajo investigativo como una oportunidad para mejorar la vida de los agricultores, ganaderos y sus familias, que presentan desechos de estiércol con potencial de generación de biogás y biofertilizante en sus establos.

El proceso de la investigación se realiza bajo un enfoque mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo, con el fin de recolectar y analizar información valiosa, que ayude a determinar la magnitud del problema actual, las oportunidades y limitantes del proyecto.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de la investigación se evaluarán los siguientes elementos:

1. Leña: este se refiere al consumo de leña por hogar, para la cocción de los alimentos, determinada por kg.
2. Ganado: Se refiere a la cantidad de vacas, terneros, y toros, en establos cercanos a los hogares.
3. Clima: referente a las condiciones climáticas promedio al año en la ubicación del proyecto.
4. Costos energéticos: Se refiere a la comparación de costos de los diferentes energéticos para la cocción de los alimentos, en el área de estudio.
5. Economía: Se refiere a los costos del programa y aporte de los actores vinculados.

6. Actores vinculados al programa: Se refiere a las posibles organizaciones de interés en el proyecto de biogás, con el fin de llegar a un financiamiento de este.

4.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS APLICADOS:

Estas se realizan con el fin de conocer información necesaria, que determinará la viabilidad del proyecto, por lo tanto, al tener un enfoque mixto, se desarrollará una encuesta y dos entrevistas, en donde la primera va destinada a los propietarios del ganado en el municipio de San Juan La Paz, lo que permitirá conocer datos cuantificables como cantidad de ganado, gastos por familia en energía, estatus económico, entre otros factores que son vitales para la investigación.

Por otro lado, las entrevistas van destinadas a organizaciones como ser la asociación de ganaderos como tal, y la alcaldía municipal, con el fin de conocer lo que hacen actualmente en temas de gestión de residuos y proyectos en pro de los agricultores y ganaderos del municipio. También, se realiza la entrevista a estas organizaciones, ya que son consideradas valiosas para la implementación de un programa de biogás en el municipio.

Dichas encuestas y entrevistas tienen la capacidad de mostrar datos cualitativos y cuantitativos que ayudaran a determinar si el proyecto es factible o no.

La encuesta se realizará de forma presencial, ya que en forma virtual existe la experiencia de que las preguntas son contestadas al azar, dando resultados no del todo ciertos.

Por otro lado, se llevará a cabo una investigación en el software NASA POWER, con el fin de definir la climatología promedio del sitio de evaluación del proyecto, ya que este es un dato muy importante para la implementación de una tecnología de digestión anaeróbica.

Además, Se llevará a cabo una investigación de forma virtual, vía redes sociales o correo electrónico, con el fin de cotizar precios de construcción de biodigestores, dato que servirá para la evaluación del factor económico del proyecto.

Y por último se hará una presentación a la asociación de ganaderos, mostrando el análisis de resultados del proyecto.

4.3.1 DISEÑO DEL INSTRUMENTO

4.3.1.1 *Encuesta a propietarios de ganado*

1. Nombres de jefes de hogar.
2. Número de personas en el hogar.
3. Energéticos usados para la cocción de los alimentos:
 - a. Leña.
 - b. leña + gas.
 - c. leña + electricidad.
 - d. electricidad.
 - e. electricidad + gas.
 - f. gas.

En caso de consumir leña para la cocción de los alimentos

4. Cantidad de consumo de leña diaria en el hogar.
5. ¿Cuál es la forma de adquisición de la leña en el hogar?
 - a. Comprada.
 - b. Recolectada.
6. **En caso de comprar la leña** ¿cuál es el precio monetario del producto?
7. **En caso de recolectar la leña** ¿Cuántas horas a la semana dedica a dicha actividad?
8. **En caso de recolectar la leña** ¿Quién o quiénes son los encargados de hacer dicha actividad?
9. Considera usted que la adquisición de la leña es más difícil hoy en día (si su respuesta es sí, explique su situación actual)
10. ¿Qué tipo de fogón utiliza?
 - a. Tradicional.
 - b. Mejorado.
11. ¿Sabía usted que la cocción de alimentos usando leña de forma prolongada trae consecuencias a la salud y medio ambiente?
 - a. Sí

- b. No
- 12. ¿algún miembro de la familia ha tenido problemas respiratorios o pulmonares?
 - a. Si
 - b. No
- 13. En caso de que la respuesta a la pregunta 12 sea si, ¿dicho miembro de la familia pasa expuesto al fogón en el cual se cocinan los alimentos?
 - a. Si
 - b. No

En caso de consumir electricidad para la cocción de los alimentos

- 14. ¿Cuál es la potencia de su estufa eléctrica?
- 15. ¿Cuántos quemadores utiliza generalmente a la hora de cocinar?
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
- 16. ¿Cuántas horas utiliza la estufa eléctrica al día?

En caso de consumir gas para la cocción de los alimentos

- 17. ¿Cuál es la capacidad del chimbo que utiliza?
 - a. 15 libras.
 - b. 20 libras.
 - c. 25 libras.
- 18. ¿Cuál es la duración de su chimbo con gas?

IDENTIFICACION DE POTENCIAL DE ESTIERCOL Y OPORTUNIDADES

- 19. ¿Cuál es la cantidad promedio continuo de vacas de ordeño en el hogar?
- 20. ¿El ordeño se lleva a cabo en un establo?
 - a. Si

- b. No
- 21. En caso que la respuesta a la pregunta 23 sea si, ¿Qué distancia existe del establo a la casa?
- 22. En caso que la respuesta a la pregunta 23 sea si, ¿Cuánto tiempo permanece el ganado en el corral?
- 23. En caso que la respuesta a la pregunta 23 sea si, ¿el establo de ordeño contiene piso de cemento u otro material?
 - a. Si
 - b. No

Gestión actual del estiércol en el hogar

- 24. ¿Cuál es su experiencia con los desechos de estiércol en el establo de ordeño?
- 25. ¿Qué hace con el estiércol desechado en el establo?
 - a. Lo deja en el mismo lugar.
 - b. Lo recoge con palas y cubetas, para desecharlo en cualquier parte.
 - c. Lo utiliza como abono para el suelo.

Gestión de residuos con biodigestores.

- 26. ¿Sabía usted, que el estiércol de ganado bovino es una fuente energética y productor de biofertilizante?
 - a. Si
 - b. No
- 27. ¿Estaría dispuesto a utilizar el desecho de estiércol de su ganado, con el fin de producir biogás para la cocción de sus alimentos y biofertilizante para sus pastizales y siembra?
 - a. Si
 - b. No

Disponibilidad de agua

28. ¿Dispone de agua potable en su hogar?
- Si
 - No
29. ¿Dispone de estructuras de almacenamiento de agua, en su hogar o cercano dicho lugar?
- Si
 - No
30. **En caso de que la respuesta 35 sea si, ¿De qué tipo de estructuras dispone? Seleccione:**
- Pila
 - Tanque cisterna o rotoplas
 - Laguna
 - a y b.
 - b y c
 - a y c
 - a, b y c.

4.3.1.2 *Entrevista a asociación de ganaderos (Presidente)*

El objetivo de la entrevista es conocer la organización de la administración, además de la capacidad económica de la misma y la visión en innovación en el rubro del ganado.

Nombre del entrevistado: _____

Fecha: _____

- ¿Cuál es la cantidad de miembros que conforman la asociación?
- ¿Existe una estructura organizacional completa en la asociación?
- ¿Cuál es la cantidad de tiempo de haberse fundado la asociación?
- ¿El balance de ingresos y egresos monetarios, ha ido en aumento desde que se fundó la organización?

5. ¿Qué tipo de actividades realizan para obtener ingresos?
6. ¿Con el dinero recaudado, que tipo de actividades o proyectos han realizado a beneficio de los asociados?
7. ¿Actualmente, cuentan con un plan de gestión de desechos orgánicos, como ser el estiércol?
8. ¿Cómo organización, en su estructura jerárquica, tienen una visión al futuro por una ganadería sustentable con cero desperdicios y menos dependencia de productos químicos para sus cosechas?
9. ¿conoce de los beneficios de la implementación de biodigestores en la ganadería?
10. ¿Estarían dispuestos a recurrir a sus fondos como asociación, para la implementación de biodigestores a asociados con potencial de aprovechamiento de estiércol de ganado bovino?

4.3.1.3 *Entrevista al alcalde municipal de San Juan, La Paz.*

Nombre del entrevistado: _____

Fecha: _____

1. ¿La municipalidad de San Juan, cuenta con una estructura que tenga como finalidad la protección del medio ambiente?
2. ¿La municipalidad de San Juan La Paz conoce cifras de deforestación del municipio y sus causas?
3. Como organización municipal, ¿en la alcaldía de San Juan La Paz existe un plan para controlar la deforestación del municipio?, de ser así coméntelo.
4. En cuanto a la gestión de los residuos que desecha el municipio, tanto orgánicos como inorgánicos, ¿cuál es el tratamiento que le dan a estos?
5. ¿Considera usted, como representante de la corporación municipal, que hay oportunidad de mejora en la gestión de los residuos desechados en el municipio?

6. ¿La alcaldía municipal de San Juan La Paz, ha logrado hacer alianzas con instituciones en pro del medio ambiente y el desarrollo sostenible?
7. En cuanto a la asociación de ganaderos, ¿existe algún vínculo entre la alcaldía y dicha asociación?, es decir, ¿trabajan en conjunto?
8. En caso de un programa de gestión de residuos orgánicos, como ser el estiércol de ganado bovino, para la producción de biogás y biofertilizante, destinado a los ganaderos de San Juan La Paz, la corporación como administradora de los fondos municipales, ¿estarían dispuestos a llevar a cabo el proyecto, financiando una contra parte del valor total?

4.4 MATERIALES

La investigación como tal no tiene un factor experimental, se trabaja con bibliografía y siendo la parte total del proyecto las encuestas y entrevistas, las cuales ayudan a conocer la problemática actual, potencial del proyecto, limitantes y oportunidades.

Sin embargo, como herramientas facilitadoras de información para llevar a cabo el proyecto, se usaron las siguientes:

NASA POWER: dicha herramienta ayuda a conocer características climatológicas de un determinado sitio.

En el proyecto de investigación, se utiliza dicho software NASA POWER con el fin de obtener datos de temperatura promedio para el municipio de San Juan La Paz, los cuales serán de vital importancia en la aplicación de una tecnología de digestión anaeróbica.

EXCEL: en dicho programa se realizará un análisis de factibilidad financiera del proyecto, además del análisis de datos de entrevista y encuestas.

4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio principalmente es enfocada a los propietarios de ganado bovino, cabe mencionar que la cifra de propietarios de este tipo de ganado está vinculada en su totalidad a la asociación de ganaderos del municipio de San Juan La Paz.

Por lo tanto, la encuesta a realizar es en base a una población de **40** asociados.

La cantidad de asociados es el parámetro necesario para la obtención de la muestra, para llegar a dicha variable es necesario aplicar la siguiente formula:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{Z^2PQ + e^2\{N - 1\}}$$

Ecuación 1 probabilidad para poblaciones definidas

Fuente: (Hernandez, Zapata, & Mendoza, 2013).

Se utiliza la probabilidad definida, ya que el estudio es para una población finita, es decir número limitado de propietarios de ganado.

En dicha fórmula se presentan distintas variables, en donde cada una de ellas tiene su significado, es necesario definir las con el fin de una mejor comprensión de la ecuación:

1. n: indica la cantidad de la muestra.
2. N: indica el universo total.
3. P: indica la probabilidad a favor.
4. Z: grado de confianza.
5. Q: (1-P) probabilidad en contra.
6. e: indica el error de la muestra.

Una vez teniendo claro el uso de la formula, es necesario definir los valores a cada variable, se sabe que el total de la población es de 40 asociados, se implementa un nivel de confianza del 95%, probabilidad de certeza a favor de 50% y error de muestra de 5%.

Teniendo lo siguiente: **N: 40, P: 50%, Q: 50%, Z:95% y e: 5%.**

Se utiliza 50% en probabilidad de certeza, debido a que no se conoce de forma exacta esa probabilidad para este tipo de estudios.

Al aplicar la fórmula:

$$n = \frac{NZ\alpha^2PQ}{Z\alpha^2PQ + e^2\{N - 1\}}$$

$$n = \frac{40 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 + (0.05)^2 * \{40 - 1\}}$$

$n = 36.31$

Debido a que el numero encontrado no es entero, se procederá a realizar **37 muestras**.

4.6 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La investigación del proyecto surge debido a la problemática actual en los costes de energía y cambio climático, en donde se involucra la gestión de los residuos.

Para la implementación de un programa de biogás a base de excremento de ganado vacuno, es necesario conocer la tecnología, esto se lleva a cabo mediante la indagación en distintas literaturas, compuestas de artículos científicos, manuales y proyectos anteriores que se vinculan a esta investigación.

Además de conocer la tecnología, sus ventajas y limitantes, es necesario hacer una revisión de antecedentes que justifiquen por qué es necesario el programa, dichos antecedentes suelen ser de carácter negativo, como lo son el uso masivo de leña e incrementos de derivados del petróleo y fertilizantes, donde de igual forma la información es obtenida por parte de balances energéticos de Honduras y reportes de precios al consumidor de productos agrícolas.

Una vez obtenida la información se realiza un trabajo de campo con el fin de validar la información anterior y conocer la realidad de la población de estudio, es aquí la parte toral de la investigación, ya que gracias a esto se llega a la posible factibilidad del proyecto.

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

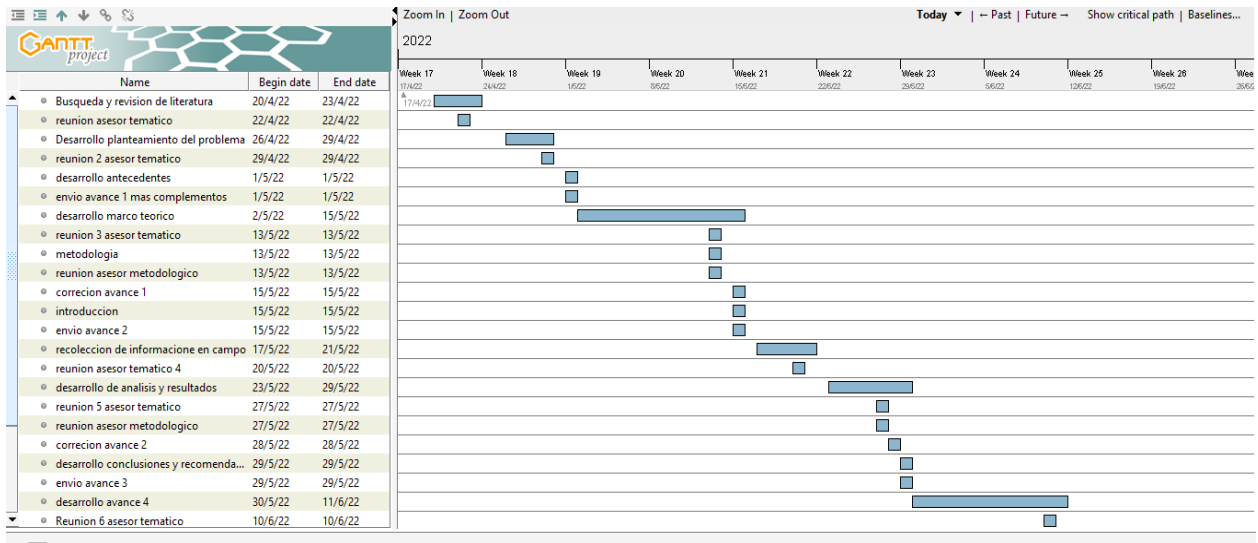


Ilustración 15 – Cronograma de actividades 20/04/22-10/06/22

Fuente: elaboración propia.



Ilustración 16 Cronograma de actividades 10/06/22-19/06/22

Fuente: elaboración propia.

V RESULTADOS Y ANÁLISIS

La metodología sirvió como base para el resultado de la investigación, la cual se llevó a cabo en el municipio de San Juan La Paz, realizando 1 encuesta compuesta de 37 muestras, enfocada a los propietarios de ganado bovino, dos entrevistas, destinadas al alcalde municipal y al presidente de la asociación de ganaderos, además de esto, se realizó una investigación con dos empresas que poseen experiencia en el desarrollo de biodigestores, por lo tanto, fue esa la parte total del proceso investigativo.

5.1 ENERGÉTICOS USADOS PARA LA COCCIÓN DE LOS ALIMENTOS, EN LOS HOGARES GANADEROS

El consumo de energía tiene alta demanda especialmente en el sector residencial, en donde se puede identificar principalmente el área de cocina, como la principal causa de esto. El desarrollo de la investigación consistió en visitar cada hogar correspondiente al sector ganadero del municipio, en donde se pudo obtener los energéticos utilizados, prevaleciendo la leña como el más demandado, en la ilustración número 17 se presentan los porcentajes correspondientes a cada energético, para 37 muestras.



Ilustración 17 composición de energéticos en cocción de alimentos

Fuente: elaboración propia, basado en datos de encuesta.

En la ilustración número 17 se puede observar un 87% de consumo de leña en el sector, lo que ratifica que es la principal fuente energética en Honduras para la cocción de los alimentos y San Juan La Paz no es la excepción.

Por lo tanto, es necesario hacer un análisis del sector leña en el municipio, con el fin de determinar el consumo por hogar y el por qué se da la preferencia de la leña en comparación con los demás energéticos, como ser el gas y la electricidad.

5.1.1 SECTOR LEÑA

5.1.1.1 *Consumo de leña*

En la tabla número 8, se presenta de manera sintetizada el consumo de leña promedio en los hogares y en formato per-cápita, en la sección anexos se podrá ver la tabla detallada.

Tabla 8 Consumo de leña promedio en el sector ganadero de San Juan La Paz.

Consumo promedio en hogares, KG/hogar	Consumo per-cápita promedio
11.48 KG/hogar	2.69 Kg/persona

Fuente: elaboración propia, con datos de la encuesta.

Se puede observar que el consumo de leña per-cápita encontrado es similar al mencionado en otras literaturas, por ejemplo, Yanchapaxi (2015) afirma que el consumo de leña per cápita es de 2.45 kg.

5.1.1.2 *Forma de adquisición de la leña*

En la ilustración número 18 se muestran los resultados del proceso que se lleva a cabo para la adquisición de la leña en el universo estudiado.

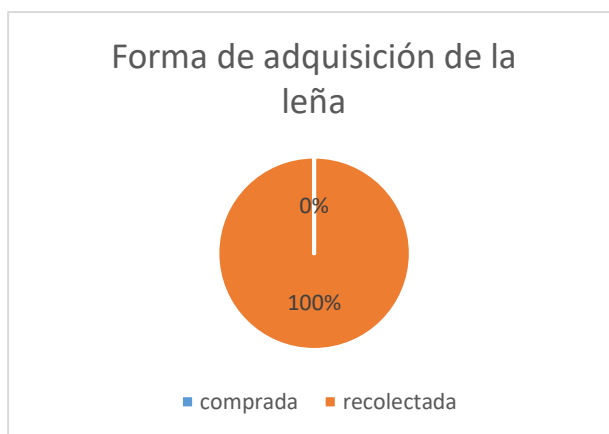


Ilustración 18 Porcentaje de formas de adquisición de la leña

Fuente: elaboración propia, basado en datos de encuesta.

Se puede observar que un 100% del universo estudiado, recolecta la leña, en donde, para dicha actividad invierten aproximadamente 30 minutos al día en promedio, dicho dato es obtenido del trabajo de campo.

Y además de eso, se pudo encontrar que el uso de este tipo de hornilla es molesto, ya que causa malestares en el interior de la cocina, producto del humo, por otro lado, se determinó que del universo estudiado (37 familias), un total de 5 personas tienen problemas pulmonares, producto del humo recibido al cocinar con leña.

5.1.1.3 Fogones utilizados

Es necesario hacer un análisis enfocado en el tipo de fogón utilizado por las familias, tomando en cuenta el tradicional y el mejorado.

En la ilustración número 19, se puede identificar el porcentaje de la población que utiliza fogones tradicionales, y porcentaje de fogones mejorados, esto con la finalidad de observar el comportamiento cultural de las personas, en seguir usando una tecnología antigua y no eficiente.



Ilustración 19 Porcentaje de uso en fogones

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

se puede observar la preferencia en el uso del fogón tradicional, en comparación del mejorado, esto obedece a razones culturales por parte de las personas, ya que durante el proceso de trabajo de campo se pudo notar fogones mejorados "embodegados", sin darles ningún uso, por lo tanto aquí se puede ver que los datos del consumo de leña por parte del balance de energía nacional, deben ser mayores y están errados, ya que no todas las personas utilizan las hornillas mejoradas donadas por el gobierno de la república.

5.1.2 SECTOR GAS

Por otro lado, se muestra el consumo de gas en el municipio, el cual se visualiza en la ilustración número 17, que representa un 8% del consumo total de energía para la cocción de los alimentos.

5.1.2.1 *Costos por consumo de gas*

El cilindro de gas utilizado en el 100% de los encuestados es de 25 libras, por lo tanto, se realizó una investigación en el único negocio que dispone de la venta de este producto, constatando que el precio del cilindro antes mencionado es de 288 lempiras.

Por lo tanto, es necesario evaluar el gasto anual de cada uno de los usuarios de este producto, en la tabla número 9 se muestra el gasto anual para cada una de las familias que usan este energético.

Tabla 9 Gasto anual por familia que usa gas

Familia	energético	Duración (días)	Precio actual lps	Gasto anual lps
3	gas (25 libras)	30	L.288.00	L.3,456.00
6	gas (25 libras)	30	L.288.00	L.3,456.00
7	gas (25 libras)	22	L.288.00	L.4,896.00

Fuente: elaboración propia con resultados de las encuestas.

El gasto promedio es de L.3,936.00 anuales.

5.1.3 SECTOR ELECTRICIDAD

Es necesario establecer los gastos energéticos de las familias que cocinan con estufa eléctrica, en este caso, solo 2 hogares consumen este tipo de energético para la cocción de los alimentos.

Para el desarrollo de esta sección, se utilizó la potencia de 1.25 KW por quemador para la estufa de 4 discos, y 1 kW para la estufa de 2 discos, en la parte de anexos se podrán visualizar dichas imágenes de las especificaciones eléctricas de cada uno de estos equipos.

También se utilizaron los precios vigentes de la energía eléctrica, para los primeros 50 kwh 4.41 lempiras por kwh y mayores a 50 kwh 5.74 lempiras por kwh.

Tabla 10 Consumo y gasto por uso de estufa eléctrica

No. Familia	cantidad de quemadores	quemadores usados	Tiempo de uso hora/día	Potencia por quemador kw	Primeros 50 kwh lps	Mayores a 50kwh lps	Gasto total al mes por consumo lps
4	2	2	3	1	L.220.50	L.746.20	L.966.70
32	4	3	2	1.25	L.220.50	L.1004.50	L.1,225.00

Fuente: elaboración propia con resultados de la encuesta y datos de recibo EEH del mes de mayo.

La tabla número 10 indica que las estufas eléctricas deben ser eliminadas de los electrodomésticos en un hogar, la razón es que la mayoría usan ineficientes, y el gasto energético es muy alto, si estos valores se comparan con los resultados obtenidos por cocinar con gas, es evidente que genera un impacto en el bolsillo de las familias.

5.2 FACTIBILIDAD EN EL POTENCIAL DE BIOGÁS POR FAMILIA

Se realizó una gira de campo de forma presencial en el municipio de San Juan La Paz, visitando a 37 hogares propietarios de ganado bovino, a las cuales se le aplicó la encuesta descrita en la sección de metodología, obteniendo resultados importantes para el desarrollo de la investigación.

En el desarrollo de la encuesta se identificaron variables importantes como ser: tiempo del ganado en el establo o corral y cantidad de ganado bovino por familia, estas variables son necesarias para determinar el potencial de estiércol y posteriormente la generación de biogás.

Para determinar si una familia tiene el potencial para la generación de biogás se analizará el estiércol disponible, la demanda de biogás que requerirá la familia y sobre todo el potencial de generación de biogás.

De las 37 familias solo serán potenciales aquellas que suplan la demanda requerida.

5.2.1 IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS POTENCIALES EN GENERACIÓN DE BIOGÁS

Para esto es necesario identificar el estiércol disponible, demanda de biogás y producción de biogás por familia.

El estiércol disponible hace referencia al desechado en el establo o corral.

Para estimar el estiércol disponible se acudió a la metodología utilizada por (SNV, 2010) la cual afirma: que por cada 8 horas que permanezca una vaca estabulada, se tendrán 5 kilogramos de estiércol disponible.

Por lo tanto, la ecuación número 2 detalla la relación existente entre kg de estiércol disponible por horas de ganado estabulado.

$$Relacion = \frac{5 \text{ kg}}{8 \text{ h}}$$

Ecuación 2 Relación kg disponibles, por hora de ganado estabulado

Fuente: elaboración propia, con datos de SNV (2010).

Dicha relación no aparece como tal en el trabajo investigativo de SNV para el programa de biogás en Honduras, sin embargo, en el programa desarrollado para Nicaragua, toman como base un

resultado de campo, en el cual encuentran una relación aplicando la ecuación 2, y de esa forma determinan los demás escenarios, por lo tanto, de esta manera se determinará la disponibilidad de estiércol dependiendo las horas del ganado en el establo.

Por otro lado, para la estimación de la demanda de biogás requerida por familia, se estableció lo siguiente: en un hogar que cocinen los 3 tiempos de comida, la demanda de biogás será equivalente a $0.15 \frac{m^3}{persona}$, por tiempo de comida, es decir, que cada persona requerirá de $0.45 \frac{m^3}{biogas\ diario}$ (Arrieta, 2016).

De igual forma es necesario determinar el potencial de producción de biogás, esto a partir del estiércol disponible, este parámetro se estimará de la siguiente manera: por cada 24 kilogramos de estiércol disponible, se producirá $1 m^3$ de biogás SNV (2010).

En la tabla número 11 se identifican las familias que pasen el primer filtro de factibilidad, el cual indica lo siguiente: **De las 37 familias solo serán potenciales aquellas que suplan la demanda requerida.**

Los hogares se identifican con un numero el cual será su ID, en los anexos se mostrará el nombre de la persona correspondiente al número que fue identificada.

Tabla 11 Familias potenciales para produccion de biogas

ID	Estiércol disponible $\frac{kg}{hogar}$	Demanda de biogás m^3	Producción de biogás m^3
2	35	1.35	1.458333333
3	31.25	0.9	1.302083333
11	60	2.25	2.5
16	60	2.25	2.5
18	60	2.25	2.5
22	40	1.35	1.666666667
23	62.5	2.25	2.604166667
25	34.375	0.9	1.432291667
29	45	1.8	1.875
32	45	1.8	1.875
33	50	1.35	2.083333333

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que de un total de 37 familias solo 11 de ellas son factibles para el programa, en cuanto al factor de producción de biogás, ya que suplen el 100% de su demanda energética en cocción de alimentos.

5.3 FACTIBILIDAD RECURSO AGUA.

El agua juega un papel importante en el desarrollo de un programa de biogás, ya que es necesaria en todo el proceso.

La materia prima (estiércol de ganado bovino) debe de ser mezclada con agua para introducirla al biodigestor, por lo tanto, es un requerimiento indispensable.

Para la determinación de este recurso, en la encuesta de investigación se destinó una pregunta enfocada en la disposición de agua potable y estructuras de almacenamiento del vital líquido.

En la ilustración número 20 se muestra el porcentaje de familias que cuentan con agua potable, en un universo de 11 hogares (hogares factibles del primer filtro).



Ilustración 19 Servicio de agua potable en hogares

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se puede observar que el recurso de agua potable está disponible en cada familia, sin embargo, es necesario evaluar la constancia de este, en la investigación realizada se determinó que el agua potable solo llega a los hogares una vez por semana durante 3 horas, esto indica que cada familia debe contar con estructuras de almacenamiento del vital líquido.

El estiércol es mezclado con el agua en una relación de 1:3, es decir por cada kg de estiércol disponible agregar 3 litros de agua (Herrero, 2019).

Por lo tanto, es necesario identificar la cantidad de agua que requerirá cada familia.

En la tabla número 12 se muestran dichos resultados.

Tabla 12 Requerimiento de agua por familia

ID	Estiércol disponible $\frac{kg}{hogar}$	Agua requerida a diario en litros
2	35	105
3	31.25	93.75
11	60	180
16	60	180
18	60	180
22	40	120
23	62.5	187.5
25	34.375	103.125
29	45	135
32	45	135
33	50	150

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que los requerimientos de agua son elevados, por lo tanto, es necesario contar con dispositivos de almacenamiento.

En la investigación se destinó una pregunta para determinar dicho requerimiento, en la tabla número 12 se muestra la estructura que poseen en el hogar cada una de las 11 familias potenciales en la generación de biogás.

Tabla 13 Estructuras de almacenamiento de agua

ID	Pila	Tanque cisterna o rotoplas	Laguna
2	Si	Si 1,100 litros	No
3	Si	Si 1,100 litros	No
11	Si	Si 1,100 litros	No
16	Si	Si 1,100 litros	No
18	Si	Si 1,100 litros	No
22	Si	No	Si
23	Si	Si 1,100 litros	No
25	Si	No	No
29	Si	No	No

32	Si	2,500 litros	Si
33	Si	2500 litros	Si

Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que el agua almacenada en los tanques identificados en la tabla 13, tienen el mismo destino que el agua almacenada en las pilas, el cual es el uso doméstico para 7 días, que involucra ducharse, lavar trastes, aseo del hogar, aseo de ropa, entre otras actividades, por lo tanto, no es factible destinar estas estructuras para utilizarlas en el biodigestor, ya que ahora mismo suplen las necesidades primordiales.

Sin embargo, la familia 32 y 33 tienen sobre dimensionamiento de estructuras de almacenamiento, en la investigación se constató que no usan ni la mitad del agua almacenada, es decir les sobra aproximadamente 1250 litros de agua, los cuales perfectamente pueden ser usados en el biodigestor, en donde requieren 135 y 150 litros diarios respectivamente.

Por otro lado, las lagunas son primordialmente para el uso del ganado.

Por lo tanto, existe la necesidad de dispositivos de almacenamiento de agua, con una capacidad mínima de 1100 litros de agua, recurso que debe ser almacenado para el uso de 7 días.

Hasta este punto, aun no serán descartadas las familias que no cumplan con este requisito, ya que será evaluado este factor con los actores potenciales.

5.4 BIODIGESTORES

5.4.1 TAMAÑO DE BIODIGESTOR

Para realizar el dimensionamiento del biodigestor se tienen que tomar en cuenta parámetros importantes como la carga diaria (compuesta de la mezcla 1:3) y tiempo de retención hidráulico (Herrero, 2019).

5.4.1.1 Tiempo de retención hidráulico

Este factor es obtenido a partir de las condiciones climatológicas de la ubicación en donde se desarrollará el proyecto, indica el tiempo en el que la materia orgánica logrará su descomposición.

Ubicación del proyecto:

Municipio: San Juan La Paz.

Latitud: 13.9579.

Longitud: -87.6956.

En base a las coordenadas antes descritas, se determinó la temperatura promedio para el sitio ubicado, usando el software NASA POWER.

Dicho análisis se tomó desde el 2010 al 2021, dando como resultado una temperatura promedio de 23.09 grados centígrados.

Por lo tanto, es necesario ubicar ese rango y compararlo con los elaborados en otros trabajos relacionados a este, de esa forma se determinará el tiempo de retención necesario.

Los tiempos de retención se clasifican en 3 tipos:

Tabla 13 Tiempos de retención según temperatura

Tipo de fermentación	Temperatura	Tiempo de retención
Fermentación psicofílica	10-20 C	Más de 100 días
Fermentación mesofílica	20 – 35 C	30-40 días
Fermentación termofílica	50- 60	Más o menos 8 días

Fuente: (Arboleda & Salcedo, 2009).

Por lo tanto, se puede notar que la temperatura promedio de San Juan La Paz, está dentro del rango 20-35 grados centígrados, lo que significa 30-40 días de retención.

Para este estudio se supondrá un tiempo de retención de 35 días, el cual está dentro del rango encontrado.

5.4.1.2 *Carga diaria*

Es necesario establecer la mezcla estiércol disponible más agua.

En la tabla número 17 se muestran los resultados de la carga diaria requerida por cada hogar.

Tabla 14 Carga diaria al biodigestor

ID	Estiércol disponible $\frac{kg}{hogar}$	Agua requerida en litros	Carga diaria, relación 1:3 litros
2	35	105	140
3	31.25	93.75	125
11	60	180	240
16	60	180	240
18	60	180	240
22	40	120	160
23	62.5	187.5	250
25	34.375	103.125	137.5
29	45	135	180
32	45	135	180
33	50	150	200

Fuente: elaboración propia.

5.4.1.3 Volumen líquido del biodigestor

El biodigestor se parte en dos segmentos una vez está en funcionamiento, es decir, tiene una parte en donde se concentra la materia prima (mezcla estiércol y agua), y otra en donde se almacena el biogás, a cada segmento le corresponde un porcentaje teórico del total del biodigestor, ubicándolo con un 80% para el segmento de la mezcla contra un 20% para el segmento de almacenamiento de biogás (Herrero, 2019).

Por lo tanto, es necesario analizar cada segmento por separado.

Volumen líquido, así se le llamara a la mezcla agua más estiércol, y para lograr su determinación se realiza la ecuación número 3.

$$VI = TR * CD$$

Ecuación 3 Determinación del volumen líquido.

Fuente: (Herrero, 2019).

En donde:

VI : Volumen liquido m³.

TR: Tiempo de retención hidráulico, dado en días.

CD: carga diaria (mezcla de agua más estiércol disponible) dado en litros.

En la tabla número 15 se mostrará el volumen líquido necesario para cada hogar analizado.

Tabla 15 Volumen líquido en metros cúbicos

ID	Carga diaria, relación 1:3 litros	TR en días	Volumen líquido en metros cúbicos
2	140	35	4.9
3	125	35	4.375
11	240	35	8.4
16	240	35	8.4
18	240	35	8.4
22	160	35	5.6
23	250	35	8.75
25	137.5	35	4.8125
29	180	35	6.3
32	180	35	6.3
33	140	35	4.9

Fuente: elaboración propia.

5.4.1.4 Dimensiones del biodigestor

Es necesario establecer las dimensiones que tendrán los biodigestores, ya que, a la hora de cotizar material, mano de obra o directamente la construcción de la tecnología, se requiere indicar las medidas que este llevara.

Para determinar esto son necesarios distintos parámetros y consideraciones, que paso a paso se indicaran en la investigación.

Es necesario trabajar la superficie en donde se colocará el biodigestor, es decir la zanja.

Existe un parámetro llamado Inclinación del talud de la zanja, el cual es el punto de partida para el dimensionamiento del biodigestor, se tienen las siguientes consideraciones:

$\alpha = 30^\circ - 45^\circ$ Terrenos sueltos y arenosos. (característica San Juan La Paz).

$\alpha = 7.5^\circ - 30^\circ$ Terrenos arcillosos.

Una vez definida la inclinación del talud de la zanja se procede a verificar la ilustración número 21, la cual marcara la pauta del dimensionamiento.

α (°) desde vertical	% VL	%VB	a (m)	b (m)	p (m)	A_{zanja} (m ²)	A_{biogas} (m ²)	A_{total} (m ²)
0	88	12	1.49 x r	1.49 x r	1.57 x r	2.34 x r ²	0.32 x r ²	2.65 x r ²
0	83	17	1.41 x r	1.41 x r	1.57 x r	2.22 x r ²	0.45 x r ²	2.67 x r ²
0	80	20	1.34 x r	1.34 x r	1.57 x r	2.10 x r ²	0.53 x r ²	2.63 x r ²
7.5	80	20	1.23 x r	1.63 x r	1.54 x r	2.20 x r ²	0.55 x r ²	2.75 x r ²
15	76	24	1.02 x r	1.82 x r	1.49 x r	2.12 x r ²	0.69 x r ²	2.80 x r ²
30	75	25	0.72 x r	2.26 x r	1.33 x r	1.98 x r ²	0.66 x r ²	2.64 x r ²
45	65	35	0.43 x r	2.57 x r	1.07 x r	1.61 x r ²	0.86 x r ²	2.47 x r ²

Ilustración 20 Definición de inclinación de la zanja

Fuente: (Herrero, 2019).

En San La Paz la inclinación elegida es de 30-45°.

Una vez hecho esto, es necesario conocer la ilustración número 22.

En la ilustración número 22 se describen diferentes parámetros del dimensionamiento, todo partiendo de la inclinación que se le dará a la zanja, en base al tipo de terreno que se tiene.

La ilustración describe la circunferencia en metros que tendrá la forma tubular del biodigestor, y con esto se determina su radio, ancho y diámetro.

Circunferencia (m)	Ancho de rollo (m)	Radio (m)	Diámetro (m)	Longitud biodigestor tubular		
				mínima (m)	máxima (m)	óptima (m)
2	1	0.32	0.64	3.2	6.4	4.8
3	1.5	0.48	0.95	4.8	9.5	7.2
4	2	0.64	1.27	6.4	12.7	9.5
5	2.5	0.80	1.59	8.0	15.9	11.9
6	3	0.95	1.91	9.5	19.1	14.3
7	3.5	1.11	2.23	11.1	22.3	16.7
8	4	1.27	2.55	12.7	25.5	19.1
9	4.5	1.43	2.86	14.3	28.6	21.5
10	5	1.59	3.18	15.9	31.8	23.9
14	7	2.23	4.46	22.3	44.6	33.4

Ilustración 21 Circunferencias comunes para el biodigestor

Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de los biodigestores en San Juan La Paz se usarán las inclinaciones de terreno arenoso y suelto, de igual forma se probará con todas las circunferencias, hasta llegar al diseño óptimo o aceptable.

Existe una relación longitud con diámetro, la cual determina el nivel de aceptación de un diseño.

El diseño debe cumplir las siguientes especificaciones para poder ser tomado en cuenta:

$$\frac{L}{D} > 5 \quad \frac{L}{D} < 10$$

Consideración para un diseño adecuado.

Fuente: (Herrero, 2019).

Esta consideración se da debido a que, si el resultado es menor que 5, la forma del diseño es demasiado corta, y los efluentes saldrán rápido, impidiendo la digestión anaeróbica, si son demasiado largo los efluentes se estancaran.

Existe una relación óptima para el diseño, $\frac{L}{D} = 7.5$ (Herrero, 2019).

Teniendo en cuenta esto, se procede al diseño del biodigestor, aplicando formulas geométricas, como ser radio, circunferencia, y áreas.

Se hará un diseño para cada volumen liquido por familia.

En la tabla número 16 se muestran los resultados del diseño, los cuales fueron realizados en base a la ilustración número 22 y 21.

Tabla 16 Dimensiones del biodigestor por familia

ID	Inclinación	C (m)	r (m)	a (m)	b (m)	P (m)	A zanja (m ²)	L (m)	D (m)
2	45	4	0.64	0.27	1.64	0.68	0.65	7.51	1.27
3	45	4	0.64	0.27	1.64	0.68	0.65	6.70	1.27
11	30	4	0.64	0.46	1.44	0.85	0.80	10.47	1.27
16	30	4	0.64	0.46	1.44	0.85	0.80	10.47	1.27
18	30	4	0.64	0.46	1.44	0.85	0.80	10.47	1.27
22	45	4	0.64	0.27	1.64	0.68	0.65	8.58	1.27
23	30	4	0.64	0.46	1.44	0.85	0.80	10.90	1.27
25	45	4	0.64	0.27	1.64	0.68	0.65	7.38	1.27
29	30	4	0.64	0.46	1.44	0.85	0.80	7.85	1.27
32	30	4	0.64	0.46	1.44	0.85	0.80	7.85	1.27
33	45	4	0.64	0.27	1.64	0.68	0.65	7.51	1.27

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se pueden observar los requerimientos del biodigestor para cada familia, en donde, debido a que ciertas familias tienen el mismo recurso (volumen liquido), de 11 familias, se tienen 7 biodigestores distintos.

5.4.1.5 Presupuesto biodigestores

Se realizó enviando correos electrónicos, mensajes por distintas redes y llamadas telefónicas a empresas como Equinsa Energy, Sistema.bio y Cinelsa, empresas que se dedican al rubro tratado en este proyecto, pero solo Equinsa Energy dio respuesta, sin embargo, no realizan este tipo de proyectos de biodigestores tubulares, y una limitante que tienen es que la carga diaria mínima para poder abordar un proyecto es de 100 kg, lo cual excluye a las condiciones del programa.

Debido a esto, fue necesario evaluar un presupuesto elaborado en base a los principales materiales, siguiendo la metodología de (Herrero, 2019), esto con la finalidad de poder hacer una estimación económica del proyecto.

Por lo tanto, (Herrero, 2019) afirma que los materiales importantes son los presentados en la tabla número 17.

Tabla 17 Componentes principales para la instalación de un biodigestor

COMPONENTE	Descripción	Cantidad
Plásticos viejos, lonas o sacos	El objetivo será recubrir la zanja para no dañar al biodigestor al momento de introducirlo.	Lo necesario.
Manga tubular	Puede ser plástico de invernadero tubular o geomembrana de polietileno.	$L_{manga} = (L_{zanja} + 1m + p_{zanja})$ en el caso de ser plástico, el doble de L_{manga} .
Tubería PVC de desagüe	De 6 pulgadas	3 metros
Adaptador de tanque en PVC	Tamaño ½ pulgada	1 unidad
Tubería de agua	½ PVC, el uso será conectar la salida de biogás a la válvula de alivio.	3 metros
Accesorios PVC	De rosca o de pegar.	Lo necesario para unir el adaptador de tanque con la tee de la válvula de alivio.
Cuerda	Plástica de ¼ de pulgada	2.5 veces en metros la longitud del biodigestor
Teflón	Para adaptador de tanque	1
Válvula de alivio	Este es el primer elemento que encuentra la conducción de biogás al salir del biodigestor.	Requiere de 1 tee de PVC, una botella de refresco de 2 litros vacía, una llave de paso plástica.
Conducción de biogás		
Tubería de agua	Tubería de ½ pulgada.	Metros necesarios para llevar el biogás desde el biodigestor hasta la cocina.
Llaves de bola	De ½ pulgada	Mínimo 2
Tee	½ pulgada	Mínimo 1
Codo	½ pulgada	Mínimo 1
Unión Universal	½ pulgada	Mínimo 1
Teflón	10 vueltas en donde se use.	1 o 2.
Cocina	Cocina de biogás.	2 quemadores.
Reservorio	Usar geomembrana de PVC	2 metros de largo y 2 metros de circunferencia.

Fuente: (Herrero, 2019).

El presupuesto de los biodigestores va dado por el tamaño de cada uno de ellos, en el costo neto no se tomará en cuenta la construcción de la zanja, ya que ese será un aporte que deberá realizar por completo el propietario.

En la tabla número 18 se muestran los presupuestos por cada biodigestor cabe mencionar que se muestran los precios de forma general, en el apartado de anexos será mostrado de forma detallado, dichos precios fueron obtenidos de ferreterías locales y de comercios extranjeros, esto en el caso del polietileno de alta densidad.

Tabla 18 Presupuesto materiales del biodigestor

VL de biodigestor	Costo (sin zanja y mano de obra, mínimo)
4.9	L.2,667.90
4.375	L.2,578.80
8.4	L.3,012.20
5.6	L.2,785.60
8.75	L.3,059.50
4.8125	L.2,653.60
6.3	L.2,724.00

Fuente: elaboración propia, con datos de precios en ferreterías locales y extranjeras.

5.5 ACTORES VINCULADOS AL PROYECTO

Los actores vinculados son necesarios en el proyecto, debido a que son quienes aportan la parte financiera, es decir, sin estos el proyecto no se hace.

Cabe recalcar que la intención del proyecto es de carácter municipal, es decir, la única aportación del beneficiario será en la mano de obra.

Entre los actores potenciales se tiene a la alcaldía municipal de San Juan La Paz y a la asociación de ganaderos del municipio, a cada una de las organizaciones se le realizó una entrevista, con el fin de establecer su posible interés en el desarrollo de un proyecto de este tipo.

Los actores vinculados serán los encargados de financiar el proyecto, por esa razón es de vital importancia conocer la voluntad de tratar este tipo de temas, ya que sin ellos la factibilidad no es posible.

En la tabla número 19 y 20 se muestran los resultados relevantes obtenidos de las entrevistas realizadas, cabe mencionar que dichas entrevistas fueron realizadas de forma presencial en la casa

de habitación de cada uno de los representantes, tanto de la alcaldía municipal como de la asociación de ganaderos del municipio, en la sección de anexos se presentara la entrevista completa de cada uno de ellos.

Tabla 19 Resultados entrevista alcaldía municipal

Información requerida	Información obtenida
¿Estructura de protección del ambiente?	Si, organizaciones en cada comunidad.
¿Plan para controlar la tala de bosques?	No, solo contra incendios forestales.
¿Plan de recolección de basura inorgánica?	Si, recogerla en un carro pagado por la municipalidad y llevarla al crematorio en donde se quema.
¿Alianza con instituciones en pro del ambiente?	Si, con programa mi cuenca.
Vínculo con la asociación de ganaderos?	Si, fue fundada por la corporación municipal.
¿Presupuesto municipal para ganadería?	L.175,000.00 anuales.
¿apoyo a un programa de biogás? Como un proyecto municipal a beneficio de los ganaderos y agricultores	siempre y cuando este dentro del porcentaje de presupuesto.

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 19 se puede obtener la disposición de la alcaldía municipal al desarrollo de un programa de biogás en el municipio, para beneficio de los ganaderos factibles.

Tabla 20 Entrevista presidente asociación de ganaderos

Información requerida	Información obtenida
¿Balance económico positivo?	Si, se hacen actividades para recaudar fondos económicos, actualmente se tienen 200,000 lempiras.
¿Proyectos a beneficios de los asociados, por parte de la organización de ganaderos?	Si, se realizan pilas a quienes no tienen, ese es uno de los proyectos abordados.
¿Plan para manejo de los desechos orgánicos como ser el estiércol?	No, ese tema nunca se ha tomado.
¿Dispuestos a formar parte de un programa de biogás, con apoyo financiero al proyecto?	Depende de la cantidad económica, preferible no sobre pase los L.30,000.00.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en la tabla número 20 se puede observar las facilidades que ofrece la asociación a sus miembros, apoyando con L.30,000.00 como máximo al proyecto, y además la relación existente entre la alcaldía municipal y la asociación de ganaderos del municipio.

5.6 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Cabe aclarar que el objetivo del programa es para los factibles en generación de biogás, dicho requerimiento para factibilidad se identifica en que la familia sea capaz de cubrir en un 100% la demanda energética en cocción de alimentos, esto a base del biogás.

Con esto, solamente 11 familias de un universo de 37 aplican al programa, es decir un 29.73% del total de ganaderos.

En estas 11 familias, recaen responsabilidades en el proyecto, siendo el objetivo que se sientan parte de este.

Entre las responsabilidades están las siguientes: serán los encargados de realizar la zanja del biodigestor (en cada uno de los hogares habitan hombres), además, serán los encargados de tener disponible la carga diaria del biodigestor y darle el mantenimiento requerido.

Por otro lado, se analizó a los actores potenciales tentativos, los cuales son la alcaldía municipal y la asociación de ganaderos, en donde se observó la disponibilidad en apoyar el programa, y serán ellos los encargados del financiamiento.

En la tabla número 21 se presenta el presupuesto total en la construcción del proyecto.

Tabla 21 Precio total para 11 biodigestores

Presupuesto total en lempiras	L.30,897.9
-------------------------------	------------

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, es necesario evaluar el recurso agua, por lo tanto, se identificó que 9 familias requieren de tanque rotoplas o cisterna de 1100 litros de almacenamiento de agua, con el fin de suplir las necesidades diarias del biodigestor y no hacer uso del agua que gastan a diario en el hogar.

El precio de un tanque de 1,100 litros es de aproximadamente L.5,469.92, por lo tanto, la inversión es multiplicada por 9, dando un resultado de L.49,229.28.

La inversión total del proyecto, tomando en cuenta materiales y estructuras de almacenamiento de agua es de L.80,127.18

Teniendo en cuenta lo anterior, se sabe que la alcaldía municipal tiene disponibles L.175,000.00 para proyectos a ganaderos, y la asociación como máximo está dispuesta a aportar L.30,000.00.

Con el fin de apoyar a los ganaderos, se tomará la siguiente consideración, la alcaldía municipal hará un aporte del 70% del proyecto, contra un 30% por parte de la asociación de ganaderos.

Tomando las consideraciones anteriores, el aporte económico por la municipalidad sería de L.56,089.026, y el de la asociación correspondería a L.24,038.154.

Se identifica que la alcaldía solamente usaría un 32.05% del presupuesto total anual destinado a ganaderos del municipio y la asociación de L.200,000.00 disponibles solo usarían un 12.02%.

Por lo tanto, financieramente el proyecto es factible, para beneficiar a un 29.7% de familias ganaderas del municipio, quedando de esta manera presupuesto para realizar otros proyectos a beneficio de todas las familias de este rubro, ya que ambas organizaciones no llegan ni al 33% de sus presupuestos.

Por otro lado, existirá una disminución de L.3,456.00 en temas de gas a las familias que cocinan con este energético, una reducción de L.14,700.00 anuales a la familia 32 y L.11,600.40 a la familia 4, esto producto de consumo de electricidad en la cocción de alimentos, esto representa ahorros importantes en materia económica.

5.7 BENEFICIOS AMBIENTALES

Para los beneficios ambiental se tomarán en cuenta a 9 familias que son factibles para la producción de biogás, se toman 9 ya que de las 11 que se encuentran en la capacidad de generar este biocombustible que satisface la demanda de su hogar, 2 usan otros recursos energéticos distintos a la leña.

Usando a 11.48 kg/hogar como consumo promedio día, por 9 familias, se identifica que existe un consumo diario de 103.32 kg de leña, lo que significa que anualmente hay un consumo de 37,711.8 kg de leña en las familias factibles que cubren la demanda de cocción.

Por lo tanto, al usar biogás, existirá una disminución notable en el consumo de leña, traduciéndose en 37,711.8 kg menos anualmente.

Por otro lado, se identificó mediante encuesta que el 100% de los ganaderos dejan el estiércol en el mismo lugar o lo recogen para tirarlo nuevamente a la tierra como abono, esto causa contaminación ambiental por las emisiones de metano, por lo tanto, al darle un tratamiento adecuado al estiércol esa contaminación se transforma en energía y en un abono no contaminante ambientalmente, pero si nutritivo para las plantas, con esto además de reducir el impacto ambiental, las familias tendrán biogás para la cocción de los alimentos, y de igual forma biol, abono orgánico que podrían utilizar en sus cultivos.

5.8 MEJORA EN MATERIA INORGÁNICA

Se identificó que el municipio de San Juan La Paz, no tiene un plan de correcta gestión de los residuos inorgánicos, poseen un crematorio municipal en mal estado, en el que solo tiran la basura sin darle ningún tratamiento.

De igual forma se identificó que no existen basureros en ningún lugar público, y que el tren de aseo solo recoge la basura del centro del pueblo, con el mismo objetivo, tirarla en el crematorio.

Por lo tanto, es necesario identificar posibles mejoras, para una correcta gestión.

5.8.1 PROPUESTA DE MEJORA RESIDUOS ORGÁNICOS.

Se identifica que es necesario impartir charlas de gestión ambiental a los ciudadanos del municipio, ya que no existe una cultura en pro del ambiente, de igual forma es necesario que la alcaldía municipal coloque basureros en cada lugar público del municipio, los cuales estarán identificados para introducir plástico, latas y otros productos, con esto se lograra una fácil identificación de la basura depositada.

Con lo anterior, existe una oportunidad de determinar un potencial de plástico el cual se puede reciclar de forma energética, por ejemplo, produciendo biodiesel u otros energéticos alternativos, o un reciclaje común de toda la basura inorgánica, en el cual se tendría la oportunidad de emplear a familias para realizar dicha actividad, mejorando de esta forma la situación económica del municipio.

VI CONCLUSIONES

1. Se identificó que en San Juan La Paz no existe un plan de correcta gestión de residuos tanto orgánicos como inorgánicos, en cuanto a los residuos inorgánicos son llevados a un crematorio en donde no se les aplica ningún proceso de reciclaje, además de eso no hay depósitos de basura en los lugares públicos, por lo tanto, existe la oportunidad de poner un plan de correcta gestión de la materia inorgánica.

2. Mediante las encuestas realizadas se determinó que en San Juan La Paz existe un consumo promedio de leña de 11.48kg por hogar y un consumo per-cápita de 2.69 kg por persona, el cual es similar al consumo determinado en otros municipios de Honduras, además de esto, se determinó que en San Juan La Paz, el energético predominante en la cocción de los alimentos es la leña, con un consumo del 87%, lo que ratifica que en Honduras el consumo de leña es predominante en la cocción de los alimentos.

3. El biogás es un biocombustible que se genera a partir de la digestión anaeróbica, sin embargo se identificó que este proceso es complejo y en el actúan 4 etapas, en donde una depende de la otra, por lo tanto, si en el proceso una de las etapas falla existirá una inhibición en el biodigestor, ocasionando una falla en la producción, por lo tanto el proceso de obtención de biogás debe de cumplir múltiples parámetros, como ser estiércol limpio, temperatura ambiente idónea y una correcta dimensión del biodigestor.

4. Definir el potencial de biogás a base de excremento de ganado bovino fue un proceso largo, en el cual se realizó una encuesta por cada propietario identificando la cantidad de ganado en ordeno, y el tiempo de horas que lo tienen estabulado, con esto se determinó la cantidad de estiércol disponible y por lo tanto la capacidad de producción de biogás por familia, sin embargo, de las 37 familias estudiadas solo 11 son potenciales en producción, un requisito para determinar esto fue que con el biogás producido se pudiera satisfacer la demanda de cocción en el hogar.

5. Al momento de desarrollar un proyecto de biogás es necesario identificar factores relevantes para la posible factibilidad, uno de ellos es la disponibilidad de agua, ya que existe una relación de 1:3, es decir por cada kilogramo de estiércol se necesitan 3 litros de agua, por lo tanto el agua es primordial, por otro lado, existen razones culturales que tienden a que las personas o familias

se apeguen a una tecnología aunque esta sea ineficiente, esto se pudo ver durante la encuesta, en donde las familias en su mayoría tenían en bodegas las hornillas mejoradas, prefiriendo seguir cocinando en hornillas viejas y peligrosas.

6. De igual forma es necesario indicar los factores que alaban el uso de biodigestores, estos ayudan a la reducción de leña en los hogares y por ende en una determinada zona, se determinó que, al hacer el cambio de leña a biogás, en 9 familias factibles, se lograría una reducción de 37,711.8 kg de este recurso anualmente, siendo esto algo positivo y factible en temas ambientales.

7. El proyecto fue desarrollado en la pauta de un proyecto municipal, es decir, que el beneficiario solo aportara en mano de obra, en este caso para la excavación de una zanja, en cuanto a la factibilidad económica por parte de la corporación municipal, se identificó que tienen un presupuesto de L.175,000.00 anuales, los cuales nunca los han tocado, ya que es primera vez que los destinan a dicho rubro, por lo tanto, en el análisis financiero se determinó, que el aporte de la alcaldía municipal solo significaría el 32.05% de ese presupuesto destinado, ya que por otro lado se encuentra la asociación de ganaderos, quienes también son actores potenciales del proyecto, y están dispuestos a aportar L.30,000.00, lo cual representa un 25% del total de su dinero recaudado, sin embargo, su aportación sería del 30% del total del proyecto, significando esto un 12.02% del presupuesto total disponible en la asociación,.

El proyecto de generación de biogás a familias ganaderas de San Juan La Paz solo es factible en 11 hogares, lo que significa el 29.73% del universo que son 37 familias, siendo esta una factibilidad teórica positiva, y de igual forma la factibilidad económica y ambiental hace posible el desarrollo del proyecto a las familias identificadas.

VII RECOMENDACIONES

1. Para conocer con exactitud el consumo de leña en el municipio se debe hacer una gira de campo experimental, haciendo un inventario por familia de leños pesados, y de esa forma identificar el gasto de forma diaria.
2. Es necesario realizar un estudio económico por familia, y cambiar la metodología del programa, es decir, realizar un programa en el que el beneficiario aporte una contraparte del total del proyecto, con esto se lograra una mayor dedicación del usuario.
3. Realizar campañas de concientización sobre la gestión de los residuos orgánicos e inorgánicos, mostrando los impactos ambientales que estos ocasionan.
4. Se recomienda realizar un dimensionamiento de biodigestores en base a resultados de campo y no teóricos, esta es una limitante, ya que no se sabe a ciencia cierta si los resultados serán igual en la vida real.
5. En la implementación de un programa de biogás es necesario establecer alianzas con ONG o empresas que se dediquen a este rubro, de esta forma se obtendrá capacitación de calidad.
6. Promover programas de biogás en otros municipios, con esto, una vez implementados se reducirá el consumo de leña en el país.

VIII APLICABILIDAD/IMPLEMENTACIÓN

El proyecto sería aplicado en los hogares de los propietarios de ganado (potenciales), con el fin de disminuir la problemática del alto consumo de leña para la cocción de los alimentos y las consecuencias que esta actividad trae a las personas y al medio ambiente.

La implementación real dependería de los actores potenciales, ya que serían los entes financieros del proyecto, por lo tanto, el interés de ellos sería vital. En la presente investigación se muestran las pautas para la aplicabilidad e implementación de un proyecto de este tipo, en donde se determinan las familias potenciales, lo que restaría es buscar alianzas estratégicas con empresas dedicadas a este rubro, como ser Sistema.bio, con el fin de lograr obtener una capacitación de calidad para hacer una implementación responsable y certificada.

IX BIBLIOGRAFÍA

1. BEN. (2020). *Balance energetico nacional*. Tegucigalpa: secretaria de estado en el despacho de energia.
2. Berrueta, V. M. (2008). *Energy performance of wood-burning cookstoves in Michoacan, Mexico*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148107001371>
3. Bolanos, W. C. (2014). *Efecto de fertilizantes químicos y orgánicos sobre la agregación de un suelo cultivado con Musa acuminata* AA. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169943292007.pdf>
4. Campos, B. (2011). *Metodologia para determinar los parametros de diseno y construccion de biodigestores para el sector cooperativo y campesino*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000200007
5. CEPAL. (2019). *INFORME DE LA REUNIÓN DE EXPERTOS, SOBRE UNIVERSALIZACIÓN DEL ACCESO A COMBUSTIBLES MODERNOS PARA COCCIÓN DE ALIMENTOS, EN LOS PAÍSES DEL SICA: PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN, PARA GUATEMALA, HONDURAS Y NICARAGUA*. Obtenido de

<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44938/LCMEXSEM2472.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. Cepero, L., Savran, V., Palacios, A., & Suarez, J. (2012). *Produccion de biogas y biabonos a partir de efluentes de biodigestores*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200009#:~:text=El%20biog%C3%A1s%20es%20una%20mezcla,esti%C3%A9rcol%20y%20las%20basuras%20org%C3%A1nicas.
7. Corrales, L., Romero, D., & Vargas, A. (2015). *Bacterias Anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta*.
8. ECOJURIS. (2011). *Evaluacion preliminar, sobre causas de deforestacion y degradacion de bosques en Honduras*. Tegucigalpa, MDC.
9. ENEE. (2022). *Consumo promedio mensual por electrodomestico*. Obtenido de <http://www.enee.hn/index.php/atencion-al-cliente/110-consumo-electrico>
10. FAO. (2011). *manual de biogas*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
11. FAO. (2020). *Evaluacion de los recursos forestales mundiales*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/CA8753ES/CA8753ES.pdf>
12. FAO. (2022). *Modelo de evaluacion ambiental de la ganaderia mundial*. Obtenido de <https://www.fao.org/gleam/results/es/>
13. FAO, & IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

14. Filomeno, Bron, & Sosa, B. (2010). *Estudio de factibilidad para un programa de biogas en Honduras*. Obtenido de <http://www.bibalex.org/search4dev/files/419121/442095.pdf>
15. FONCODES. (2014). *Produccion y uso de abonos organicos: biol, compost y humus*. Obtenido de http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/Producci%C3%B3n%20y%20uso%20de%20abonos%20org%C3%A1nicos_%20biol,%20compost%20y%20humus.pdf
16. Garcia, R., Viera, V., & Marcelo, M. (2017). *Diseño de un biodigestor Tubular para zonas rurales de la region de Piura*. Obtenido de http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2017/12/Garcia-Rafael_biodigestor.pdf
17. Geographic, N. (2021). *Deforestacion*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/deforestacion#:~:text=La%20causa%20principal%20de%20este,y%20pastos%20para%20la%20ganader%C3%ADa>.
18. Hernandez, Zapata, N., & Mendoza. (2013). *Metodologia de la investigacion: Enfoque por competencias*. McGraw Hill.
19. Huertas, R. (2015). *Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552015000200014&script=sci_abstract&tlng=es
20. ICF. (2020). *Anuario estadístico forestal*. Obtenido de <https://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2022/04/Anuario-Estadistico-Forestal-de-Honduras-2020-1.pdf>

21. ICF. (2021). *Boletín estadístico forestal*. Tegucigalpa.
22. INE. (2010). *Estadística de los combustibles en Honduras*. Obtenido de <https://www.ine.gob.hn/images/Productos%20ine/Boletines/servicios%20publicos/Boletin%20de%20Combustible%20006%202010.pdf>
23. INE. (2019). *Encuesta permanente de hogares en propósitos múltiples*. Obtenido de https://www.ine.gob.hn/publicaciones/Hogares/EPHPM_2019/Resumen%20ejecutivo2019.pdf
24. INIA. (2008). *Producción y uso del biol*. Lima. Obtenido de http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf
25. Jimenez, N. D. (2021). *Clasificación y percepciones asociadas al conocimiento, de la leña utilizada, en una comunidad rural del chaco seco (Catamarca, Argentina)*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512021000100117&lang=es
26. Lozano, A., Sanchez, C., & Marin, J. (2020). *Diseño de un biodigestor de excremento para generación de biogas via simulación con el software SIMBA* (Vol. 24). Colombia.
27. Marin, M. G. (2016). *La deforestación, una práctica que agota nuestra biodiversidad*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000200014
28. OLADE. (2013). *Uso racional y sostenible de la leña en los países de SICA*. Obtenido de https://www.olade.org/wp-content/uploads/2021/03/UsoLena_OLADE-SICA-2013.pdf

29. ONU. (2022). *Las emisiones de metano estan acelerando el cambio climatico, que podemos hacer?* Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/las-emisiones-de-metano-estan-acelerando-el-cambio-climatico-como>
30. Russel Garay, L. M. (2019). *Factibilidad de provision y comercializacion de prototipos de lena como fuente de energia renovable para estufas mejoradas*. Tegucigalpa. Obtenido de https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/factibilidad_de_provision_y_comercializacion_de_prototipos_de_lena_em_compressed.pdf
31. Santin, E. (2017). *Efecto de la aplicación de Biol en el cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro, Zamorano Honduras*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6191/1/IAD-2017-041.pdf>
32. SEN. (2019). *Balance energetico nacional*. Tegucigalpa: secretaria de estado en el despacho de energia.
33. SEN. (2020). *Balance energetico nacional*. Tegucigalpa: secretaria de estado en el despacho de energia.
34. SEN. (2020). *Competencia y definiciones de CAP*. Obtenido de <https://sen.hn/wp-content/uploads/2020/08/SEN-001-2020-CAP.pdf>
35. SIMPAH. (2022). *Historial de reportes*. Obtenido de http://historicos.simpah.hn/reportes_varios/index.php?sort_by=name&sort_as=asc&dir=
36. SNV. (2010). *Estudio de factibilidad para un programa de biogas en Honduras*. Obtenido de <http://www.bibalex.org/search4dev/files/419121/442095.pdf>

37. SNV, & BID. (2010). Obtenido de <https://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36450652>
38. Sosa, J., & Alvarez, R. (2016). *Modelación matemática del proceso de digestión anaerobia en condiciones de clima frío utilizando biodigestores tubulares*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000100010
39. Umaña, C. (2018). *Prueba de habilitación y adaptación de una cocina de gas licuado de petróleo (GLP), para su funcionamiento con biogás, producido por el biodigestor de tipo salchicha instalado en el costado sur del comedor de la Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <https://ribuni.uni.edu.ni/2592/1/92209.pdf>
40. Villier, R. (2021). *Evaluación de los beneficios derivados de la implementación de un sistema de digestión anaeróbica para el tratamiento de residuos de alimentos generados en el hogar: El caso de la finca agroecológica el Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7189/1/IAD-2021-T022.pdf>
41. Yanchapaxi, G. (2015). *Análisis del consumo de leña en doce comunidades de los municipios de Catacamas, La Esperanza, Marcala y Yuscarán, Honduras*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4525/1/IAD-2015-033.pdf>
42. Zamorano, E. A. (2011). *Encuesta nacional de leña, consumo de leña en hogares y pequeñas industrias en Honduras*. Obtenido de <https://silo.tips/download/encuesta-nacional-de-lea-consumo-de-lea-en-hogares-y-pequea-industria-en-hondura>

43. Arboleda, A., & Salcedo, L. (2009). *Fundamentos para el diseño de biodigestores*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10762/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. Arrieta, W. (2016). *Diseño de un biodigestor domestico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado*.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2575/IME_200.pdf
45. Herrero, J. (2019). *Biodigestores tubulares, guía de diseño y manual de instalación*.
46. SNV. (2010). *estudio de factibilidad para un programa de biogás en ... - SNV*.
<https://www.yumpu.com/es/document/read/26368429/estudio-de-factibilidad-para-un-programa-de-biogas-en-snv>

X ANEXOS

Anexo 1 Consumo de leña por familias, definido por encuestas

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.

Tabla 22 Consumo de leña en familias ganaderas del municipio de San Juan

ID FAMILIA	Jefe (a) de hogar	No. Personas	Consumo leña en el hogar (kg)	Consumo per-cápita de leña (kg)
1	Leonila Fugón.	4	8.44	2.11
2	Alfredo Canales Medina.	3	22.73	7.57666667
3	Salvador Almendares.	2	0	0
4	Aurora Almendares Bonilla.	4	0	0
5	Marthy Suazo Gutiérrez.	9	15.9	1.76666667
6	Angélica Santos Velásquez.	7	0	0
7	Julio Misael Manzanares.	4	0	0
8	José Antonio Liconá.	4	22.73	5.6825
9	Adriana Orfilia Liconá.	4	18.18	4.545
10	Miguel Ángel Euceda.	4	11.36	2.84
11	Carlos Humberto Medina.	5	13.64	2.728
12	Herminio Almendares.	8	10	1.25
13	Daniel Ríos	5	13.63	2.726
14	Erlin Nain Almendares	5	11.36	2.272
15	Reinaldo Bonilla Velásquez.	5	13.64	2.728
16	Melitón Hernández	7	4.55	0.65
17	Edmin Naun Hernández	4	22.73	5.6825
18	Jorge Padilla Canales.	5	22.73	4.546
19	Neptalí Almendares	6	6.49	1.08166667
20	María Consevida Barquero.	6	9.09	1.515
21	Alex Alexander Bonilla	4	11.36	2.84

22	Osman David Morales	3	5.19	1.73
23	Roberto Velásquez	5	4.55	0.91
24	Segundo Gutiérrez Licon.	7	27.27	3.89571429
25	Melki Jonás Rodríguez	2	9.09	4.545
26	Carlos Velásquez	5	18.18	3.636
27	Trinidad Edgardo Ríos.	4	13.63	3.4075
28	Esnilda Montenegro.	5	15.91	3.182
29	Miguel Ángel Fugon	4	10.91	2.7275
30	Estanislao Rodríguez	5	11.36	2.272
31	Álvaro Moreno	4	13.64	3.41
32	Nelson Ríos	4	0	0
33	Lenin Ríos	3	9.09	3.03
34	Santos Hernández	5	10.9	2.18
35	José Antonio Acosta	3	13.64	4.54666667
36	Josué Manzanares	4	16	4
37	Elena Velásquez	2	6.82	3.41

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2-Entrevista al alcalde municipal.

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.

1. ¿La municipalidad de San Juan, cuenta con una estructura que tenga como finalidad la protección del medio ambiente?

R: Si, contamos con una organización de personas en cada comunidad, las cuales se encargan de cuidar los bosques especialmente de los incendios forestales.

2. ¿La municipalidad de San Juan La Paz conoce cifras de deforestación del municipio y sus causas?

R: Para ser sincero no, no conocemos eso.

3. Como organización municipal, ¿en la alcaldía de San Juan La Paz existe un plan para controlar la deforestación del municipio?, de ser así coméntelo.

R: La deforestación no, solo los incendios forestales, ponemos multas a quienes los causan, de esa forma las personas son más cuidadosas.

4. En cuanto a la gestión de los residuos que desecha el municipio, tanto orgánicos como inorgánicos, ¿cuál es el tratamiento que le dan a estos?

R: Solo tenemos un tren de aseo en San Juan Centro, la basura es llevada al crematorio en donde se deja por largo tiempo, y es quemada cuando ya está lleno el lugar.

5. ¿Considera usted, como representante de la corporación municipal, que hay oportunidad de mejora en la gestión de los residuos desechados en el municipio?

R: si, por que el crematorio es contaminante.

6. ¿La alcaldía municipal de San Juan La Paz, ha logrado hacer alianzas con instituciones en pro del medio ambiente y el desarrollo sostenible?

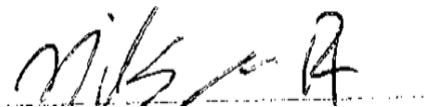
R: Si, tenemos una alianza con el programa mi cuenca, con quienes reforestaremos el cerro El Níspero, en los próximos meses.

7. En cuanto a la asociación de ganaderos, ¿existe algún vínculo entre la alcaldía y dicha asociación?, es decir, ¿trabajan en conjunto?

R: si, nosotros fundamos dicha asociación y apoyamos en lo que podemos.

8. En caso de un programa de gestión de residuos orgánicos, como ser el estiércol de ganado bovino, para la producción de biogás y biofertilizante, destinado a los ganaderos de San Juan La Paz, la corporación como administradora de los fondos municipales, ¿estarían dispuestos a llevar a cabo el proyecto, financiando una contra parte del valor total?

R: Si, estaríamos dispuestos, siempre y cuando no exceda el presupuesto de ganadería, el cual es 175,000 lempiras, este presupuesto hasta a principios de este año lo aprobamos.



Firma alcalde municipal

Nelson Renán Hernández Ríos.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3–Entrevista a presidente de la asociación de ganaderos.

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.

1. ¿Cuál es la cantidad de miembros que conforman la asociación?

Somos 40 miembros, pero 3 son de ganado porcino.

2. ¿Existe una estructura organizacional completa en la asociación?

Si, contamos con un presidente, vicepresidente, secretario y tesorero, además de asociados que hacen publicidad por Facebook de lo que vendemos y los eventos que organizamos.

3. ¿Cuál es la cantidad de tiempo de haberse fundado la asociación?

Llevamos 4 años de asociación.

4. ¿El balance de ingresos y egresos monetarios, ha ido en aumento desde que se fundó la organización?

Si, actualmente tenemos 20,000 lempiras en tesorería.

5. ¿Qué tipo de actividades realizan para obtener ingresos?

R: realizamos toreadas en tiempos de feria (tomamos toda la feria, desde bebidas, comida y fiestas), además de eso, alquilamos terrenos para alquilarlos a otras personas, y compramos silo de maíz para revenderlo.

6. ¿Con el dinero recaudado, que tipo de actividades o proyectos han realizado a beneficio de los asociados?

R: Se han realizado pilas a los asociados que no cuentan con almacenamiento de agua para su ganado, además de comprar silo de maíz y fertilizantes.

7. ¿Actualmente, cuentan con un plan de gestión de desechos orgánicos, como ser el estiércol?

R: No, pero generalmente el ganadero utiliza el estiércol como abono, lo tiran en los potreros o tierras en los cuales van a realizar la siembra.

8. ¿Cómo organización, en su estructura jerárquica, tienen una visión al futuro por una ganadería sustentable con cero desperdicios y menos dependencia de productos químicos para sus cosechas?

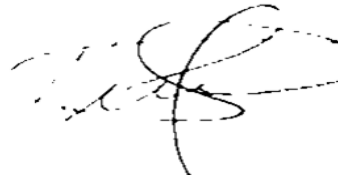
R: La verdad no tocamos esos temas, pero estamos abiertos a aprender.

9. ¿conoce de los beneficios de la implementación de biodigestores en la ganadería?

R: No, la verdad no tengo conocimiento de ese tema.

10. ¿Estarían dispuestos a recurrir a sus fondos como asociación, para la implementación de biodigestores a asociados con potencial de aprovechamiento de estiércol de ganado bovino?

Sí, claro, pero no tomaríamos todo el dinero, ya que no a todos nos beneficiaría, nosotros cuando es por ayudar a 10 asociados, tomamos más o menos 30,000 lempiras del presupuesto, lo demás pues buscamos que ellos mismos aporten, pero siempre los asociados tienen este apoyo financiero.



Firma presidente asociación de ganaderos.

Neptali Almendares.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4-Demanda y producción de biogás por familia, definido de encuesta.

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.

Tabla 23 Potencial de biogás por familia

ID FAMILIA	Jefe (a) de hogar	Demanda de biogás en M3	Potencial de producción de biogás en M3	Aplicabilidad al proyecto.
1	Leonila Fugón.	1.8	0.651041667	NO
2	Alfredo Canales Medina.	1.35	1.458333333	SI
3	Salvador Almendares.	0.9	2.604166667	SI
4	Aurora Almendares Bonilla.	1.8	0.390625	NO
5	Marthy Suazo Gutiérrez.	4.05	0.390625	NO
6	Angélica Santos Velásquez.	3.15	0.052083333	NO
7	Julio Misael Manzanares.	1.8	0.3125	NO
8	José Antonio Licona.	1.8	0.625	NO
9	Adriana Orfilia Licona.	1.8	1.5625	NO
10	Miguel Ángel Euceda.	1.8	1.041666667	NO
11	Carlos Humberto Medina.	2.25	5	SI
12	Herminio Almendares.	3.6	0.677083333	NO
13	Daniel Ríos	2.25	0.729166667	NO
14	Erlin Nain Almendares	2.25	0.364583333	NO
15	Reinaldo Bonilla Velásquez.	2.25	0.052083333	NO
16	Melitón Hernández	3.15	3.75	SI
17	Edmin Naun Hernández	1.8	0.520833333	NO
18	Jorge Padilla Canales.	2.25	6.25	SI
19	Neptalí Almendares	2.7	0.3125	NO
20	María Consevida Barquero.	2.7	1.171875	NO
21	Alex Alexander Bonilla	1.8	0.390625	NO
22	Osman David Morales	1.35	2.604166667	SI
23	Roberto Velásquez	2.25	3.90625	SI
24	Segundo Gutiérrez Licona.	3.15	0.911458333	NO
25	Melki Jonás Rodríguez	0.9	2.604166667	SI
26	Carlos Velásquez	2.25	0.625	NO
27	Trinidad Edgardo Ríos.	1.8	0.390625	NO
28	Esnilda Montenegro.	2.25	0.651041667	NO
29	Miguel Ángel Fugon	1.8	1.875	SI
30	Estanislao Rodríguez	2.25	1.302083333	NO
31	Álvaro Moreno	1.8	0.833333333	NO

32	Nelson Ríos	1.8	1.875	SI
33	Lenin Ríos	1.35	6.510416667	SI
34	Santos Hernández	2.25	0.625	NO
35	José Antonio Acosta	1.35	0.3125	NO
36	Josué Manzanares	1.8	0.416666667	NO
37	Elena Velásquez	0.9	0.520833333	NO

Fuente: elaboración propia con datos de tiempo en corral y cantidad de estiércol, identificados en la encuesta.

Anexo 5-Cotizacion ferretería Jazmín.

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.

Tabla 24 Cotizacion ferretería Jasmin

PRODUCTO	PRECIO UNITARIO
Tubo pvc 6"	650
Adaptador 1/2" pvc	12
Tubo 1/2 "	115
Lata pvc pegamento 1/16"	120
Cuerda nivel	55
Teflón	15
Tee 1/2"	12
Llave plástica 1/2" pvc	45
Llave de bola 1/2"	60
Codo 1/2" pvc	12
Unión universal pvc 1/2"	12
Polietileno 200 micrones 2 metros de ancho	52 el metro

Fuente: elaboración propia.

No. _____

NOMBRE: Nelson Hernández F.

DIRECCIÓN: El Llano San Juan.

CANT.	DESCRIPCIÓN	Precio Unit.	VALOR
	Tubo PVC 4	650	
	Adaptador 1/2	12	
	Tubo 1/2 PVC	125	
	Lota PVC 1/2 pulgadas	120	
	caerda nivel	55	
	12 lon	15	
	Tee 1/2	12	
	llave de plástico	45	
	llave de bola 1/2	60	
	ceda 1/2	12	
	goma universal 1/2	12	
	X metrolíctero 200 micras	52	
TOTAL			

FERRETERIA JAZMIN
CANCELADO
 EL LLANO SAN JUAN LA EST.

FERRETERIA JAZMIN
CANCELADO
 EL LLANO SAN JUAN LA EST.




Ilustración 22 Cotización Ferretería Jazmín

Fuente: elaboración propia.

Anexo 6-Evidencia Entrevista realizadas a actores potenciales

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.



ilustración 24-Presidente asociación de ganaderos.

Fuente: elaboración propia.



ilustración 23-Alcalde municipal

Fuente: elaboración propia.

Anexo 7-Evidencia encuestas realizadas familias ganaderas.

Municipio: San Juan, La Paz, Honduras.



Ilustración 26 encuesta Herminio Almendares.

Fuente: elaboración propia.



Ilustración 25 Encuesta Roberto Velásquez

Fuente: elaboración propia.



**Ilustración 27 Encuesta
Melitón Hernández**

Fuente: elaboración propia.



Ilustración 28 Ecuesta Alfredo Canales

Fuente: elaboración propia



**ilustración 29 Rancho Carlos
Medina**

Fuente: elaboración propia.