

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION DE  
FERTILIZANTES LIQUIDOS (BIOL) A PARTIR DE RESIDUOS  
ORGANICOS GENERADOS EN EL BARRIO VISTA HERMOSA,  
PARROQUIA AMAGUAÑA**

**PRODUCCION DE BIOGAS Y BIOL A PARTIR DE RESIDUOS  
ORGANICOS DOMESTICOS Y SU PLAN DE NEGOCIOS PARA LA  
IMPLEMENTACION**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN  
INGENIERIA AMBIENTAL**

**DIANA CAROLINA SALAZAR BAUTISTA**

**diana.salazar@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: PABLO ALEJANDRO PINTO GAIBOR**

**ppinto@tech.epn.edu.ec**

**DMQ, Febrero 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, DIANA CAROLINA SALAZAR BAUTISTA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**DIANA CAROLINA SALAZAR BAUTISTA**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por DIANA CAROLINA SALAZAR BAUTISTA, bajo mi supervisión.

---

**PABLO ALEJANDRO PINTO GAIBOR**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

DIANA CAROLINA SALAZAR BAUTISTA

PABLO ALEJANDRO PINTO GAIBOR

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IIII
RESUMEN .....	IIV
ABSTRACT .....	V
1 DESCRIPCION DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	¡Error! Marcador no definido.1
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Agricultura sostenible.....	3
1.4.2 Fertilizantes orgánicos.....	5
1.4.3 Biodigestor.....	6
1.4.4 Obtención de biogás y sus usos.....	8
1.4.5. Plan de negocios.....	9
2 METODOLOGÍA .....	10
2.1. Reconocimiento del lugar.....	10
2.2. Elaboración del fertilizante orgánico .....	11
2.2.1 Fabricación de biodigestores .....	11
2.2.2 Elaboración de la mezcla .....	15
2.2.3 Monitoreo de temperatura .....	17
2.2.4 Monitoreo de generación de gas .....	18
2.2.5 Etiquetado de tanque .....	19
2.2.6 Dificultades y alternativas .....	22
2.2.7 Ensayo de laboratorio .....	24
3 PLAN DE NEGOCIO .....	27
4 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	29
4.1 Resultados.....	29
4.2 Conclusiones.....	31
4.3 Recomendaciones.....	31
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
6 ANEXOS .....	33
ANEXO I.....	33
ANEXO II .....	33
ANEXO III .....	34
ANEXO IV .....	36
ANEXO V .....	38

## RESUMEN

El trabajo de investigación realizado tuvo como objetivo la fabricación de biodigestores tipo Batch para la obtención de biol y biogás en un proceso de fermentación bajo condiciones naturales, utilizando los desechos generados en los hogares y excrementos de animales domésticos. A lo largo de proceso se monitoreo la temperatura del lugar (día 15-30 °C, noche 11-9°C) donde fueron instalados los biodigestores y en tres de ellos se instaló boyas que sirvieron de almacenamiento para el gas generado. Al cumplir con el periodo de 60 días se toman muestras de los biodigestores para análisis de laboratorio donde se obtuvo que las muestras hechas con estiércol de vaca (tanque 1,2) tienen conductividades de 12.15, 14.8 ms/cm, en nitratos 0.08, 0.03 mg/L, en ortofosfatos 1.24, 1.33 mg/L, en potasio 0.79, 0.98 mg/L y un pH de 4.84, 5.07; Para la mezcla de estiércol de conejo (tanque 3) tiene una conductividad de 16.47 ms/cm, 0.07 mg/L en Nitratos, ortofosfatos 1.27 mg/L, potasio 1.84mg/L y pH de 5.98; para la mezcla de estiércol de vaca - conejo (tanque 4,6, EXT) tienen conductividad de 14.7,14.9,15.3 ms/cm, Nitratos 1.1,1.5,1 mg/L, ortofosfatos 1.22,1.11,1.4 mg/L, para potasio 0.93,0.95,1.93 mg/L y pH de 5.76,5.65,5.34. En el proceso de realizo la verificación de gas generado mediante la instalación de una cocineta pequeña siendo un gas resultante no inflamable. Al final del proceso se abrieron los tanques para observar la colada en cada tanque y si cumple con las características esperadas de un buen biol. Con toda la información adquirida y los resultados de calidad se elaboró un plan de negocios para la familia Suquillo, donde se les describe los costos de elaboración (\$849,20) de un amañera experimental, y haciendo aproximaciones reales se tiene que el costo de fabricación \$939.70. Por último, se elaboró los costos para 12 tanques de 100ltr (1año), con un PVP de \$3.25, un ingreso total anual de \$10237.50, es decir un 52% de ganancia anual, dentro de un mercado del sector poco competitivo y muy interesado en la adquisición del fertilizante orgánico.

### **PALABRAS CLAVE:**

Biodigestor, biogás, biol, desechos orgánicos, fertilizante orgánico.

## **ABSTRACT**

The project carried out aimed at the manufacture of Batch type biodigesters to obtain BIOL and biogas in a fermentation process under natural conditions, using the waste generated in homes and excrement of domestic animals. Throughout the process, the temperature of the place was monitored (day 15-30 °C, night 11-9 °C) where the biodigesters were installed and in three of them buoys were installed that served as storage for the gas generated. At the end of 60 days, samples are taken from the biodigesters for laboratory analysis where it was obtained that the cow manure samples (tank 1.2) conductivity of 12.15, 14.8 ms/cm, nitrates 0.08, 0.03 mg/L, orthophosphates 1.24 , 1.33 mg/L, potassium 0.79, 0.98 mg/L and pH of 4.84, 5.07; for the rabbit manure mixture (tank 3) conductivity of 16.47 ms/cm, 0.07 mg/L Nitrates, orthophosphates 1.27 mg/L, potassium 1.84mg/L and pH of 5.98; for the cow-rabbit manure mixture (tank 4.6, EXT) have conductivity of 14.7,14.9,15.3 ms/cm, Nitrates 1.1,1.5,1 mg/L, orthophosphates 1.22,1.11,1.4 mg/L, for potassium 0.93,0.95,1.93 mg/L and pH of 5.76,5.65,5.34. Also, in the process of verifying the gas generated by installing a kitchenette, the resulting gas being non-flammable. At the end of the process, the tanks were opened to observe the casting in each tank and if it meets the expected characteristics of a good BIOL. With all the information and the quality results, a business plan was prepared for the Suquillo family, where the production costs (\$849.20) are described in an experimental way, and making real approximations, the manufacturing cost is \$939.70. Finally, the costs for 12 tanks of 100ltr (1 year) were elaborated, with a PVP of \$3.25, a total annual income of \$10237.50, that is, a 52% annual profit, within a market of the sector that is not very competitive and very interested in the acquisition of organic fertilizer.

### **KEYWORDS:**

Biodigester, biogas, biol, organic waste, organic fertilizer

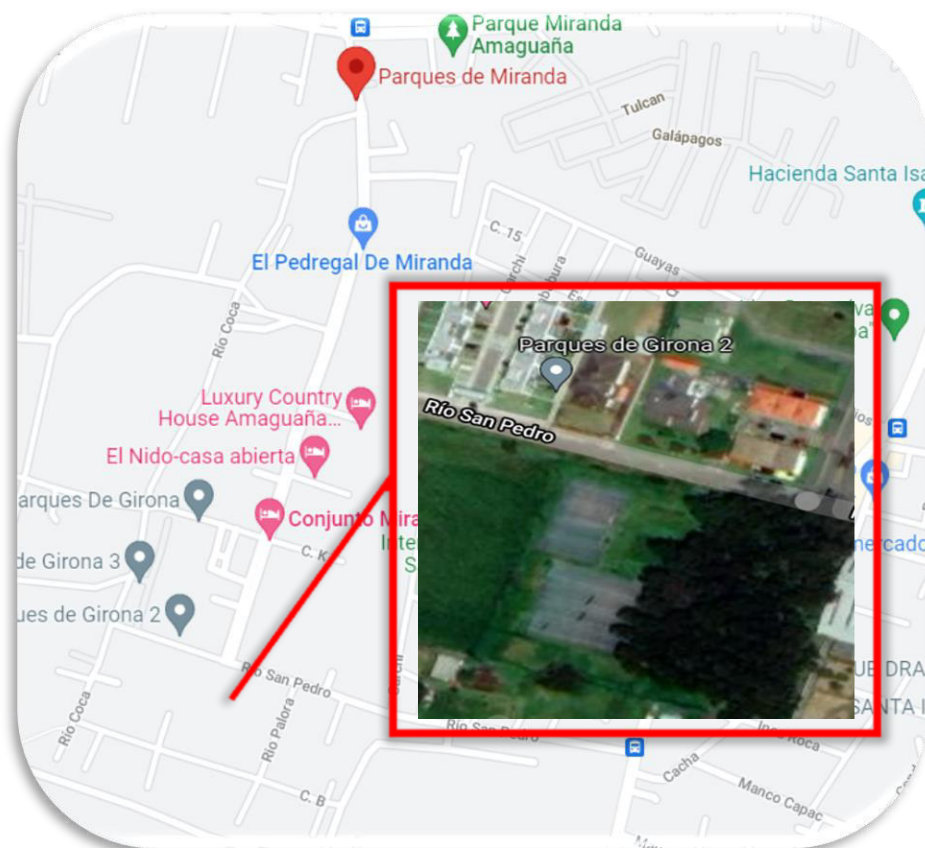
# 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El proyecto busca establecer la viabilidad técnica, económica y financiera de la elaboración de fertilizantes líquidos a partir de residuos orgánicos generados en una comunidad suburbana del cantón Quito, Provincia de Pichincha; para generar una agricultura sin el uso de fertilizantes químicos sintéticos, y que represente un ingreso económico para la comunidad por la venta del fertilizante. Para el desarrollo del proyecto se tiene previsto dos etapas:

Etapas 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN RELEVANTE, SOCIALIZACIÓN.

Recopilación de la información bibliográfica y empírica disponible, luego se procede a la síntesis de información generada de proyectos relacionados con el ensamblaje de biodigestores y la producción de biol. También se realiza la revisión de información sobre el uso y manejo de residuos sólidos para la preparación del fertilizante. [11]

Visitas de Campo al barrio "Vista Hermosa" ubicado en la provincia de Pichincha en la Vía Antigua Conocoto-Amaguaña en la parroquia de Amaguaña en donde se realizará todo el procedimiento de producción de biol.



**Imagen 1.** Ubicación espacial del lugar de instalación del proyecto

Separación y pesaje de las dosificaciones de los elementos constituyentes del fertilizante. Con toda la información adquirida se elaborará un plan de acción para integrar a toda la comunidad en el trabajo de separar los residuos sólidos en la fuente, para ser usados en la fabricación de biol.

## Etapa 2: FABRICACIÓN DE BIOL, PRUEBAS DE LABORATORIO, PRUEBA EN CULTIVOS DE CICLO CORTO Y ANÁLISIS FINANCIERO

En esta segunda etapa, se iniciará el proceso de recolección, clasificación, pesado y registro del tipo de residuos orgánicos obtenidos, para después almacenar en el centro de acopio. Paralelamente, se construirá los biodigestores tipo Batch. Hay que también recolectar los otros ingredientes que no son residuos domésticos, como melaza, leche, levadura y excremento de ganado. Con todos los elementos se empezará la preparación del fertilizante orgánico

Durante el proceso de fermentación que puede durar entre 60 y 90 días, hay que controlar la temperatura y el pH de la mezcla. También hay que monitorear los gases producidos y medir la capacidad de éstos para usarlos en combustible doméstico.

Finalmente hay que hacer los análisis de laboratorio para medir materia orgánica, macronutrientes (C, N,P,K) y metales pesados; es decir, se comprobará la calidad del producto terminado. Si estos parámetros son favorables, se elaborará los análisis económicos de producción, y el plan de negocios de implementación del proyecto.

### **1.1 Objetivo general**

Elaborar un estudio de factibilidad técnica, económica y financiera para la producción de fertilizantes orgánicos líquidos y biogás a partir de la construcción de biodigestores a base de residuos orgánicos que se genera diariamente en la comunidad.

### **1.2 Objetivos específicos.**

- Construir un biodigestor económicamente accesible para la comunidad.
- Clasificar los residuos orgánicos generados para ser utilizados en el biodigestor
- Conocer las propiedades necesarias para una óptima fermentación de la mezcla.
- Analizar las propiedades resultantes del BIOL que cumplan con los parámetros de un fertilizante comercial y no contaminante.
- Generar una fuente de ingresos para la comunidad con la venta del fertilizante orgánico.



### **1.3 Alcance**

Este estudio pretende dar una alternativa para el manejo integral de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios en la etapa de disposición final. Estos residuos que se generan en el barrio "Vista Hermosa", serán aprovechados en la elaboración de un biofertilizante líquido (biol) por el método de digestión anaerobia, ya que este método permite una gestión mejorada de nutrientes, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, para utilizarlos como combustible doméstico y ayuda en el proceso de fermentación. Para este tratamiento, se utilizará biodigestores tipo Batch, por la facilidad de construcción, la sencillez en el proceso de digestión, y la facilidad de preparación, se carga una vez todos los ingredientes y la descarga se efectúa una vez cumplido el ciclo de biodigestión. Lo que, es más, este sistema no requiere de monitoreo constante y en principio sus costos de implementación son relativamente bajos. También se recuperará el biogás resultante, para uso doméstico.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 AGRICULTURA SOSTENIBLE**

La agricultura convencional se enfoca en un flujo lineal donde al agricultor no se le permite reciclar y esto conlleva a la contaminación y degradación del medio ambiente, frenando el desarrollo económico del sector agrícola. Se sabe que en países subdesarrollados la mano de obra y las tierras son factores disponibles para la agricultura ecológica y de esta manera involucra el desarrollo y progreso campesino, logrando también productos sanos y mejor demanda comercial. [10]

La agricultura sostenible es un sistema agrícola basado en innovaciones científicas que producen alimentos saludables con prácticas respetuosas para el suelo, aire, agua, y respetando los derechos y salud de los agricultores.

Para ser sostenible, la agricultura debe cubrir las necesidades alimentarias y textiles de las presentes y futuras generaciones a precios razonables para los consumidores y suficientes para mantener la economía del sector agrario sin poner en peligro la salud del medio ambiente, ni la cantidad de recursos naturales involucrados. [11]

Para conseguir una agricultura sostenible los agricultores deben:

- Anticiparse a los cambios: reconocer, aceptar, planificar y actuar en consecuencia.
- Reconocer e identificar recursos y limitaciones: crear estrategias para utilizar los recursos y superar las limitaciones.
- Maximizar la calidad en todas las etapas de la actividad agrícola, no conformarse con productos o servicios de calidad subóptima.
- Tener en cuenta que las granjas sostenibles son ante todo y principalmente negocios, en los cuales el beneficio obtenido se puede reinvertir internamente o para otros fines sociales u otras metas ambientales.
- Asumir los riesgos necesarios, incurrir en deudas asumibles e invertir considerando oportunidades y dificultades, tanto en el medio como en el largo plazo.



**Imagen 1.4.1.** Principios de una Agricultura de conservación. [1]

- **MODELOS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE:**

Los cuatro modelos de agricultura sostenible tienen el mismo objetivo: labrar la tierra conservando los ecosistemas naturales. Todos estos modelos de agricultura sostenible han surgido a consecuencia del grave impacto ambiental de la agricultura convencional, como por ejemplo la disminución de insectos en los cultivos, que afecta gravemente a la producción agrícola.

- Agricultura ecológica,
- Agricultura biodinámica,
- Permacultura
- Producción integrada

## 1.4.2 FERTILIZANTES ORGÁNICOS

El fertilizante orgánico es una sustancia que está libre de químicos dañinos al medio ambiente y se encuentra formada por nutrientes esenciales para que las plantas se desarrollen de mejor manera. Se aplica al suelo antes de ser cultivado ya que las plantas absorben por las raíces los nutrientes que beneficiaran el crecimiento y valor nutricional de la cosecha. [1]

Los fertilizantes orgánicos son indispensables para reponer la materia orgánica que se suele perder por las actividades humanas que se dan sobre el suelo, siendo así una alternativa sustentable. [2]

- TIPOS DE FERTILIZANTES ORGANICOS

- *Sólidos*: como el compost, humus, lombrices
- *Líquidos*: son de producción anaerobia como el BIOL
- *Ecológicos*: como excremento de animales, cenizas, resaca, lodos de depuración. [1]

- VENTAJAS DE USAR FERTILIZANTES ORGANICOS

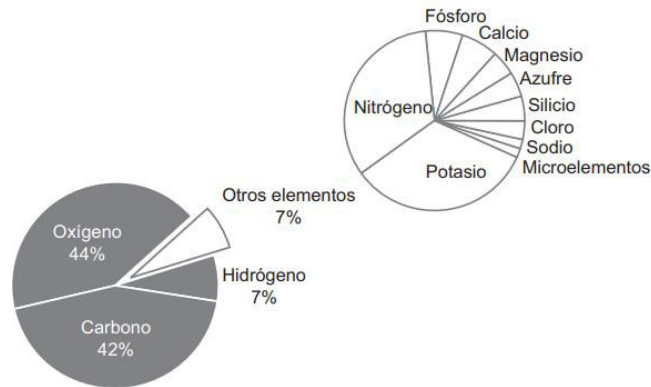
- Aumenta la actividad microbiana del suelo
- Aprovechamiento de residuos orgánicos
- Permite la fijación de carbono en el suelo, contiene bacterias que fijan el nitrógeno y fosforo, también hongos y algas para la retención de nutrientes.
- Mejora la absorción de agua, la aireación y el equilibrio de pH.
- Evita la erosión y mejora la fertilidad. [1]

- DESVENTAJAS DE USAR FERTILIZANTES ORGANICOS

- Puede convertirse en fuente de agentes patógenos sin un correcto tratamiento
- Necesita de mucho espacio para generar cantidades necesarias de uso
- Son demasiado dependientes de temperaturas constantes. [1]

- FUNCIONES ESCENCIALES DE NUTRIENTES DE UN FERTILIZANTE ORGANICO

Si uno de los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta es escaso se limita el rendimiento de los cultivos. Estos también son consideraciones importantes en épocas de lluvias escasas o condiciones adversas.



**Figura 1.4.2.1** Composición elemental promedio de las plantas. [3]

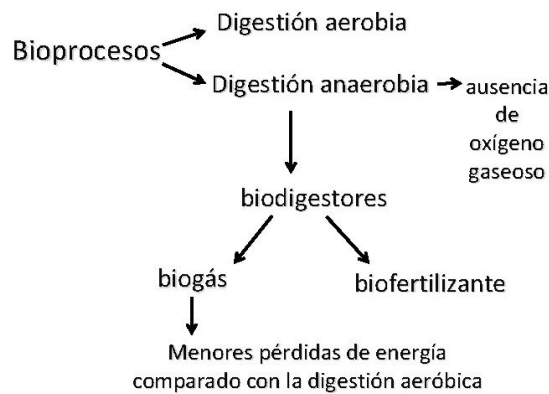
Los macronutrientes son necesarios en grandes cantidades como por ejemplo nitrógeno, fósforo y potasio y los micronutrientes en pequeñas cantidades para el crecimiento de las plantas como por ejemplo hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, cloro y boro.

- Nitrógeno: es absorbido como nitrato, no es volátil, promueve la absorción de cationes, es fácilmente absorbido por la planta,
- Potasio: promueve la fotosíntesis, el transporte de azúcares, producción y acumulación de aceites
- Fósforo: Ayuda a la transferencia de energía, diferenciación de las células para el desarrollo de tejidos. [3]

### 1.4.3 BIODIGESTOR

Un biodigestor es un dispositivo hermético contenido de residuos orgánicos, cuya función es la fermentación anaeróbica para obtener energía. Siendo una alternativa eficaz para las comunidades rurales y el cuidado del medio ambiente.

La energía que se obtiene de la biomasa empieza con la energía solar que es fuente para la fotosíntesis y llega a la tierra, donde se transforma y modifica dicha energía acumulada, generando subproductos que llegan a no tener valor nutricional o no forman parte de un mercado, pero que sí pueden ser aprovechados como combustibles mediante el uso de un biodigestor.[6]



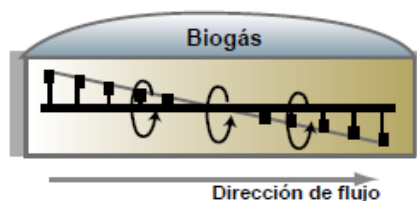
**Imagen 1.4.3.1.** Diagrama del Bioproceso. [5]

El funcionamiento del biodigestor se basa en:

- Cámara de digestión, donde se realiza la descomposición de la materia orgánica.
- Entrada de alimentación, tubería que conecta a la cámara de digestión.
- Llave de descarga, por donde se retira el biofertilizante
- Toma de gas, por donde extraemos el biogás

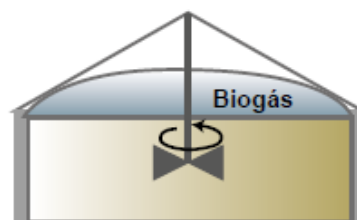
Existen algunos tipos de biodigestores:

- *Flujo pistón:* Cuenta con una cámara de digestión alargada, degradación lenta, se usa para sustratos con solidos medios a medios/altos (estiércol porcino y bovino) o alto contenido de fibra. El sustrato que entra es empujado por el siguiente sustrato entrante.



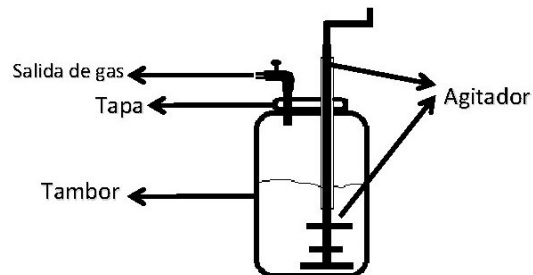
**Imagen 1.4.3.1** Esquema de biodigestor flujo pistón. [4]

- *Mezcla completa:* son estanques circulares herméticos, se usa sustrato con solidos medios/bajos (purines – aguas residuales) El sustrato se mezcla regularmente por agitadores, con carga periódica.



**Imagen 1.4.3.2.** Esquema de biodigestor mezcla completa. [4]

- *Discontinuo*: Se llena y se vacía de forma total, dependiendo del consumo del sustrato. Contiene gran carga de sustrato con requerimiento de poca agua, se usa para estiércol vacuno con lecho de paja.



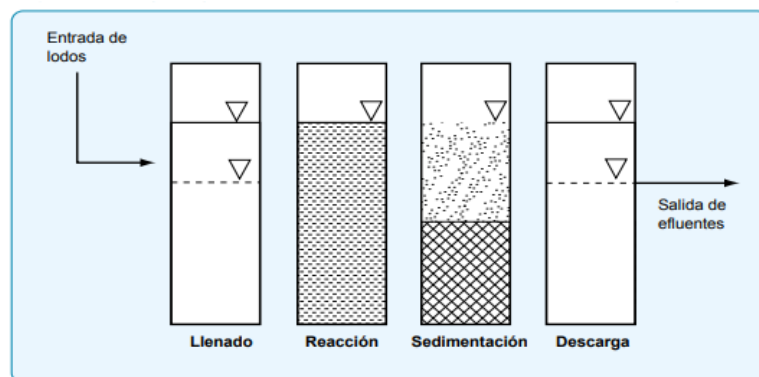
**Imagen 1.4.3.3** Esquema de biodigestor discontinuo [4]

- **BIODIGESTOR TIPO BACH.**

Es un biodigestor de fácil operación, adaptable a determinado tipo de sustrato, sin recirculación de sólidos y una sedimentación en el mismo tanque sin tener que ocupar otros medios de obtención de biol.

Este sistema cíclico de operación se da en cuatro etapas:

- Alimentación. Incorporación de la mezcla preparada al tanque
- Reacción. Tiempo de degradación de la materia orgánica
- Sedimentación. Biomasa decantada, separación del sólido con el biol
- Descarga. Extracción de biofertilizante resultante.



**Imagen 1.4.3.4.** esquema de las etapas de la reacción anaerobia. [5]

#### 1.4.4 OBTENCIÓN DE BIOGÁS Y SUS USOS

La biomasa es una fuente de energía renovable de origen animal o vegetal, que llega a ser considerada como una alternativa de tecnología limpia para el reemplazo de los combustibles fósiles. [6]

Ya que el consumo de energía crece aceleradamente, la adquisición de ciertas fuentes alternativas se hace más importante y urgente, de mejor manera si involucra un aprovechamiento de residuos para la obtención de esta energía y así también lograr una reducción del uso de combustibles fósiles. Una de estas alternativas es el biogás, ya que se obtiene de la descomposición de biomasa en un ambiente anaerobio en combinación de estiércol animal y otros productos de origen vegetal. [7]

El biogás es un combustible, una mezcla de gases compuesto principalmente de 60 – 80% de metano, 30 – 40% de dióxido de carbono y trazas de otros gases, como ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno. Tiene un poder calorífico menor al del gas envasado o al natural, es decir que se necesita más biogás que de los otros combustibles para generar la misma cantidad de calor. [8]

El gas puede utilizarse para cocinar, calentar agua, generar electricidad. La aplicación del biogás en el área rural ha sido buscar tecnologías de biodigestores de fácil uso, mínimo costo y mantenimiento, aunque sus rendimientos son bajos, sus objetivos son dar energía, sanidad y fertilizantes orgánicos a los agricultores.

El biogás puede ser utilizado en motores de combustión interna tanto a gasolina como diésel, el gas tiene un octanaje de entre 100 a 110 lo cual sirve para motores de alta relación volumétrica de compresión, pero con baja velocidad de encendido. [9]

#### **1.4.5. PLAN DE NEGOCIOS**

El plan de negocios es un documento donde se detalla la información de un negocio que quiere ser comercializado, y ayuda a establecer si un producto es viable o no.

Para el desarrollo del documento se necesitan los siguientes ítems:

- Identificar la actividad que más destaca en tu negocio y lo hace exclusivo.
- La redacción del documento debe ser conciso y con las ideas más importantes
- El formato debe ser entendible y que abarque todas las actividades.
- Como todo negocio evoluciona el formato de ser modificable al pasar del tiempo.

La información para adquirir al realizar un análisis de mercado es el conocer si las características del negocio satisfacen las necesidades del consumidor, si se debe o no añadir algo al negocio para que destaque a pesar de actualizaciones, conocer el tipo de competencia hay en el sector de la demanda del producto y así identificar fortalezas y debilidades. También es indispensable crear un plan de marketing y ventas, puesto que el producto en venta debe ser un aporte a la economía.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1. RECONOCIMIENTO DEL LUGAR

Los terrenos pertenecientes a la familia Suquillo, que forman parte de la Comunidad Vista Hermosa, constan de tres invernaderos donde se cultivan tomates, acelga, mortino, cebolla, lechuga, col, babaco, etc; también tienen un terreno sin cubierta donde siembran choclos; tres construcciones pequeñas donde dos son de vivienda y una es una bodega que fue asignada para el montaje y almacenamiento de los biodigestores. Esta bodega será de uso exclusivo para este fin, con cubierta para evitar problemas de lluvia, con fácil acceso para el monitoreo y que proporcione una temperatura adecuada (20-30 °C).



**Fotografía 2.1.** Invernaderos y lugar de instalación para los biodigestores

El proyecto se compone de una variable independiente que es la construcción del biodigestor, donde se mide y controla la temperatura, y una variable dependiente que es la obtención de biol y biogás. Para esto se sabe que la composición del biogás está en la biomasa digerida y que el para el biol es el abono orgánico líquido resultante de la descomposición anaeróbica en el biodigestor. [6]



## 2.2. ELABORACION DEL FERTILIZANTE ORGANICO

### 2.2.1. FABRICACIÓN DE BIODIGESTORES

- **MATERIALES**

**Tabla 2.2.1.** Materiales para biodigestor. Elaboración propia

<b>Construcción de Biodigestor</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
Tanque plástico verde	6	Volumen 60 litros, tapa hermética
Tubería PVC	2	m, Diámetro 2 in
Tapas de tubería PVC	3	Diámetro 2 in
Válvula estanca	12	Diámetro ½ in, plásticas
Válvula de gas	6	Diámetro ½ in, metálicas
Manguera de gas	10	m, Diámetro ½ in.
Abrazaderas	9	Metálicas
Neplos	12	Diámetro ½ in, plástico
Codos	6	Diámetro ½ in, plástico
Válvula de agua	6	Diámetro ½ in, metálico
SERRUCHO	1	
Teflón	10	
Cautín	1	
Taladro	1	
Lija	1	suave
Pegamento de tubería	2	sica Flex
Botellas plásticas	3	1 litro
Termómetro	1	Mercurio y aplicación del celular
Silicona líquida	1	tubo

- **PROCESO DE CONSTRUCCION DE BIODIGESTORES**

- Limpiar el área designada para la colocación de los biodigestores. Armar bases de ladrillo para que los tanques no se encuentren en contacto directo con el suelo.



**Fotografía 2.2.1.1** Área de instalación de tanques.

- Identificar la conexión más adecuada para evitar taponamientos o uso innecesario de materiales. Armar una conexión (válvula estanca – neplo- válvula de agua- neplo- codo) para salida de biol, que estará ubicada a unos 15 cm en la parte inferior del tanque y otra conexión (válvula estanca – válvula de gas) para la salida de biogás ubicada a un lado de la tapa del tanque, estas conexiones deben ser herméticas y para eso se usa teflón.



**Fotografía 2.2.1.2.** Selección y armado de conexiones



**Fotografía 2.2.1.3.** Conexión para salida de BIOL.



**Fotografía 2.2.1.4.** Conexión para salida de BIOGAS.

- Para la tapa del tanque, se hace un agujero de ½ pulgada con el taladro y el caudín donde ira instalada la conexión de gas, también se realiza un orificio de 2 pulgadas donde está ubicado el tubo PVC previamente cortado de 60cm que será sellado con silicona liquida, dejando unos 10 cm de tubo saliente en la tapa que sirvan para monitorear la colada.



**Fotografía 2.2.1.5** Instalación de tubo de monitoreo y salida de gas

- Se cortan 9 pedazos de manguera para gas de 1.5 m. Para los tres primeros tanques que son destinados a biol, se conecta el pedazo de manguera, en un extremo a la salida de gas con una abrazadera y el otro extremo va sumergido en una botella de agua para la salida de gas y evitar el ingreso de aire. Para los tres tanques siguientes



que son para la generación de biogás, se conecta dos pedazos de manguera, en un extremo va conectado a la salida de gas asegurado con una abrazadera y el otro extremo a una llave de paso cerrada que de igual manera va conectado al otro pedazo de manguera que servirá como conexión a una boya de almacenamiento del biogás.



**Fotografía 2.2.1.6** Instalación de mangueras para biol



**Fotografía 2.2.1.7.** Instalación de mangueras boyas almacenadoras de gas.

## 2.2.2. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA

Tabla 2.2.2. Materiales para mezcla. Elaboración propia

Preparación de la mezcla		
ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDADES
Estiércol de vaca	20	lbr
Estiércol de conejo	10	lbr
Melaza	50	gr
Leche	1	ltr
Ceniza	1.5	kg
Agua	80% del volumen del tanque	
Levadura	125	gr
Hiervas	30	gr
Desechos de fruta	1.5	kg
Suero de leche	1	ltr
Balanza	1	gr
Balde	1	-

- **PROCESO DE PREPARACION DE MEZCLA**

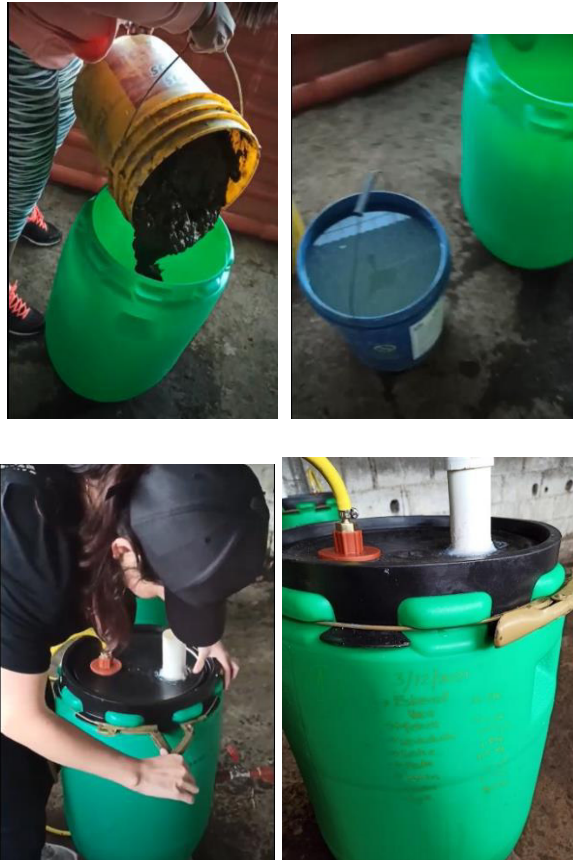
- Se recolecta todos los materiales necesarios para llenar los biodigestores, en primer lugar, a primera hora se recoge el excremento de ganado para ser almacenado y repose por unas horas, previamente se compra la leche y la levadura, se separa la ceniza, los desechos domésticos, las hierbas (ruda, naranja, picuyo, etc.) y el agua (no potable ya que el cloro elimina las bacterias).
- Luego se comienza con el pesaje de cada material en diferentes composiciones para los diferentes tanques. Se trozaron los desperdicios en pedazos pequeños para una descomposición más rápida, se almacena todos los ingredientes en un balde para luego ser mezclados con un palo de madera hasta que se homogenice. (Anexo 2)



**Fotografía 2.2.2.1** Pesaje y almacenamiento de materiales para la mezcla

- Se coloca la mezcla homogénea dentro del tanque previamente lavado, y se llena con agua hasta alcanzar el 80% en volumen de tanque de 60ltrs, se vuelve a mezclar y se cierra herméticamente. Se coloca numeración y descripción en cada tanque.



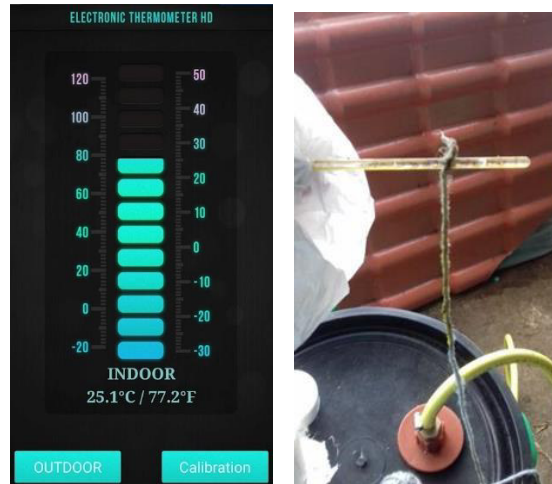


**Fotografía 2.2.2.2.** Llenado, sellado y etiquetado de biodigestores

### 2.2.3. MONITOREO DE TEMPERATURA

- Se aseguran condiciones favorables para los biodigestores colocando plástico negro en las paredes y así lograr acumular más calor. El control de temperatura en el cuarto se realiza con una aplicación en el celular ELECTRONIC THERMOMETER de manera frecuente y en las mezclas de Biol con un termómetro de mercurio. Previamente se calibra la aplicación para tener resultados más exactos (Anexo 3)





**Fotografía 2.2.3.1.** Adecuación y control de temperatura del cuarto de biodigestores

## 2.2.4 MONITOREO DE GENERACION DE BIOGAS

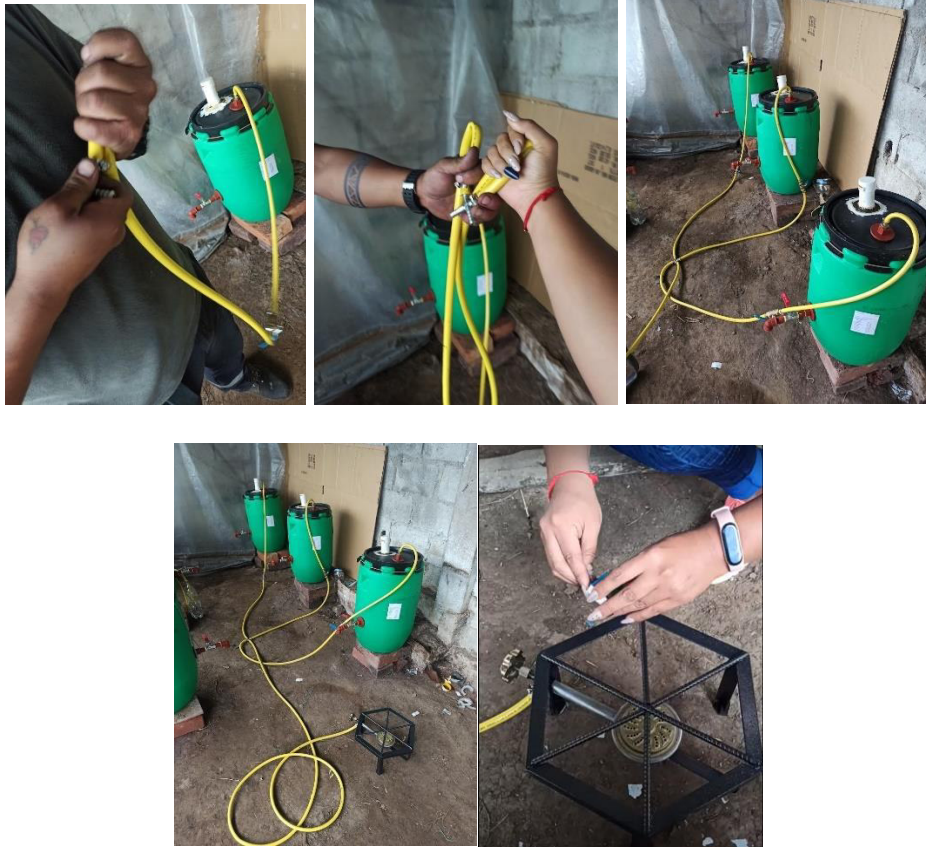
- Desde la instalación de las boyas en los tres biodigestores se puede identificar si se está generando gas de la mezcla en el transcurso del tiempo, ya que las boyas se comenzarán a inflar.



**Fotografía 2.2.4.1.** Inflado de boyas al inicio, a 13 días, a 20 días de la instalación respectivamente.



- Se unen las tres mangueras correspondientes a cada boya estrangulándolas y conectando a un acople de cuatro salidas para conectar el otro extremo en una cocineta y verificar calidad del biogás.



**Fotografía 2.2.4.2.** Unión de salidas de BIOGAS a una cocineta

## 2.2.5 ETIQUETADO DE TANQUES

**Tabla 2.2.5.1** Materiales pesados para el tanque 1

<b>TANQUE 1</b>		
<b>FECHA: 3/12/2021</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO: TIC BIOL</b>		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de vaca	20	lbr
Melaza	50	gr
Levadura	125	gr
Leche	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	1.5	kg

Ceniza	1.5	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	40	ltr

**Tabla 2.2.5.2** Materiales pesados para el tanque 2

<b>TANQUE 2</b>		
<b>FECHA: 03/01/2021</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO: TIC BIOL</b>		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de vaca	20	lbr
Melaza	50	gr
Levadura	125	gr
Leche	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	1.5	kg
Ceniza	1.5	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	30	ltr

**Tabla 2.2.5.3** Materiales pesados para el tanque 3

<b>TANQUE 3</b>		
<b>FECHA: 03/01/2021</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO: TIC BIOL</b>		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de conejo	11	lbr
Melaza	50	gr
Levadura	125	gr
Leche	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	1.5	kg
Ceniza	1.5	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	30	ltr

**Tabla 2.2.5.4** Materiales pesados para el tanque 4

<b>TANQUE 4</b>		
<b>FECHA:</b> 03/01/2021		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> TIC BIOL		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de conejo	5	lbr
Estiércol de vaca	15	lbr
Melaza	50	gr
Levadura	125	gr
Leche	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	1.5	kg
Ceniza	1.5	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	30	ltr

**Tabla 2.2.5.5** Materiales pesados para el tanque 5

<b>TANQUE 5</b>		
<b>FECHA:</b> 03/01/2021		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> TIC BIOL		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de conejo	5	lbr
Estiércol de vaca	15	lbr
Melaza	50	gr
Levadura	125	gr
Leche	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	1.5	kg
Ceniza	1.5	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	30	ltr

**Tabla 2.2.5.6** Materiales pesados para el tanque 6

<b>TANQUE 6</b>		
<b>FECHA:</b> 03/01/2021		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> TIC BIOL		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de conejo	5	lbr
Estiércol de vaca	15	lbr
Melaza	50	gr
Levadura	125	gr
Leche	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	1.5	kg
Ceniza	1.5	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	30	ltr

### 2.2.6 DIFULTADES Y ALTERNATIVAS

- Se evidencia fugas de gas en los tanques y se procede a sellar el tubo de PVC con sika Flex para plástico y caucho y hermetizar.



**Fotografía 2.2.6.1.** Tanque 4, tanque 5, tanque 6

- Se deshabilita el tanque 5, ya que no se evidencia avances de generación de gas. Se reformula la mezcla incrementando materia orgánica para obtener mayor generación de microorganismos en la mezcla; el biodigestor pasa a estar dentro de uno de los invernaderos, con la finalidad de aumentar la temperatura (tanque EXT). Se forra con plástico para guardar el calor y evitar que animales dañen el biodigestor



**Fotografía 2.2.6.1.** Limpieza del tanque 5 y mezcla resultante



**Fotografía 2.2.6.2.** Ubicación y acondicionamiento del Tanque EXT

**Tabla 2.2.6.1.** Pesaje del nuevo tanque EXT para BIOGAS, elaboración propia.

<b>TANQUE EXT</b>		
<b>MATERIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Estiércol de vaca	1	caneca
Melaza	100	gr
Levadura	500	gr
<b>Suero de Leche</b>	1	ltr
Desechos orgánicos (fruta)	3	kg
Ceniza	3	kg
Mezcla de hierbas	30	gr
Agua	40	ltr

- El llenado fue inmediato en el transcurso del día, pero en la noche se optó por cobijar el biodigestor para que guarde el calor, ya que las heladas de la madrugada producen un bajón fuerte de temperatura.



**Fotografía 2.2.6.3.** Cobijamiento del biodigestor EXT y evidencia de generación de gas

## 2.2.7. ENSAYOS DE LABORATORIO

**Tabla 2.2.7.** Materiales para análisis de laboratorio. Elaboración propia

Ensayos de laboratorio		
MATERIALES	CANTIDADES	DESCRIPCION
pH-metro	1	HACH, pH
Conductímetro	1	HACH, ms/cm
Agua destilada	-	Aforo y limpieza de materiales
Vasos de precipitación	7	200-250 ml
Balón de aforo	3	Uno 1000 ml Dos 500 ml
Pipeta	1	1 ml
Pera	1	-
Reactivo Nitra Ver 5 Nitrate Regent	6	Ensayo nitratos
Reactivo	6	Ensayo ortofosfatos
Reactivo Potasio 1,2 ,3	6	Ensayo Potasio
Espectrofotómetro	1	Método 355

### • ANALISIS DE LABORATORIO

Se realiza la toma de muestras de los 6 Biodigestor, en frascos de muestras de orina estériles y se lleva a el laboratorio LDIA de la Facultad de Ingeniería Ambiental para



guardarlos en refrigeración y poder hacer los ensayos de Nitratos, Ortofosfatos, Potasio, pH, conductividad.

- pH: las muestras se dejan a temperatura ambiente, se coloca la muestra en vasos de precipitación para realizar las mediciones en el pH-metro HACH



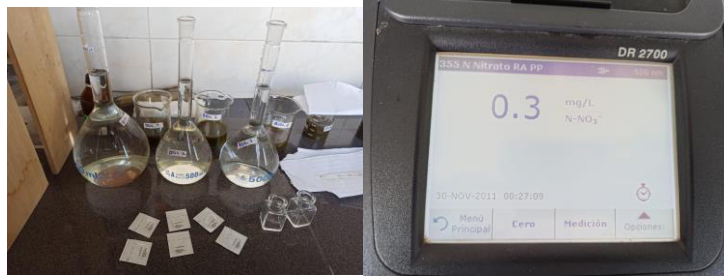
**Fotografía 2.2.17.** Medición de Ph

- Conductividad: se coloca la muestra en vasos de precipitación y se mide la conductividad de cada muestra.



**Fotografía 2.2.18.** Medición de conductividad

- Nitratos: Se selecciona el rango alto (0.3-30 mg/L NO<sub>3</sub> – N) con el programa 355 en el espectrofotómetro, se agrega 10ml de muestra ya aforada (1:1000) en una celda junto con el reactivo Nitra Ver 5 NitrateRegent para mezclarlos y dejar reposar 5 min, agregar 10ml de muestra en otra celda para empezar encerando y poder hacer las mediciones.



**Fotografía 2.2.19. Medición de Nitratos**

- Potasio: llenar un balón con 25ml de muestra, colocar el reactivo Potasio 1 en el balón y mezclar, colocar el reactivo Potasio 2 en el balón y mezclar, colocar el reactivo Potasio 3 en el balón y mezclar, dejar reposar tres minutos y colocar 10 ml de mezcla en una celda. Encerar con una celda que contenga 10 ml de muestra y medir.



**Fotografía 2.2.20. Medición de Potasio**



### 3 PLAN DE NEGOCIO

La agricultura sostenible es un paso gigante para las comunidades que viven en el sector de Vista Hermosa – Amaguaña, ya que de esta manera se pueden aprovechar recursos que se consideran desperdicios y ellos adquieren una fuente de ingreso económico para poder apoyarse y mejorar la calidad de su producción. Para esto cuentan con biodigestores de bajo costo y mantenimiento sencillo, que funcionarán con desechos orgánicos de la casa y excremento de animales que son fácilmente conseguibles. Luego de un determinado tiempo de fermentación se puede evidenciar la generación de biogás que se puede almacenar en boyas para luego ser utilizado en cocina u otros, también se obtendrá el biol que es la fuente de ingresos como venta de fertilizante orgánico, para los agricultores o público en general.

Los terrenos e invernaderos de la familia Suquillo son el punto de fabricación del fertilizante orgánico, los materiales orgánicos utilizados se obtendrá de este lugar como los desperdicios domésticos, frutas y verduras de los invernaderos que se están en descomposición o no pueden ser vendidos ni consumidos, estiércol de vacas y conejos, que son animales de crianza y comercialización, y algunos elementos extras como ceniza, hierbas, suero de leche, melaza, etc., que sirven de complemento y ayuda para que la mezcla sea eficiente.

Como producto final tenemos un fertilizante orgánico de buena calidad listo para envasar al momento de la compra. El producto brinda de macro y micronutrientes al suelo, lo que mejora sus propiedades fértiles y ayuda a que los productos sean de mejor calidad y no contamina con químicos al suelo haciendo una agricultura sostenible y económica.

El financiamiento necesario para la obtención del biol en 12 tanques para un año es de \$4.909,39 que se utilizara para la construcción de los biodigestores que será una sola vez ya que son reutilizables y los frascos para que el biol sea envasado, que se espera ser devuelto con la venta del producto. Los ingresos en el año serán de \$10237.50, teniendo una utilidad del 187.97% sin considerar inversión inicial.

El comercio de los biofertilizantes en la actualidad es muy amplio por sus beneficios y autofinanciamiento cuando se tiene lugar de aplicación y producción. Para los agricultores del sector que son la población a la cual se desea comercializar el producto, es una herramienta indispensable el uso de fertilizantes mucho más cuando se presenta un conjunto de características como sostenibilidad, ahorro, reutilización y comercio en un solo producto. En un mercado más amplio se espera llegar a toda persona con el interés de

tener agricultura sostenible mediante la utilización de biol para mejorar las características del suelo a ser cultivado o como forma de recuperación del suelo para futuras siembra.

Por el momento los valores de fertilizantes orgánicos están entre los \$ 3-\$4 el litro, con el análisis financiero el producto a la venta esta en \$3.25 el litro, lo que nos indica un buen margen de competencia para los fabricantes ya en el mercado activo.

Se destaca que la comercialización del biol resultante de un proyecto de investigación sobre biodigestores dirigido por el Ing. Pinto, lleva al interés de crear una fuente de ingreso eficiente para la familia Suquillo, que aporte a su economía en el área de la agricultura ya que ellos son productores de frutas y verduras, entonces como complemento a su negocio y beneficio propio se desarrolla este emprendimiento de agricultura sostenible.

## 4 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Resultados

TEMPERATURAS:

Tabla 4.1. Resultados de Temperaturas

FECHA	TEMPERATURA
	Cuarto / Invernadero
10/12/2021	25,1
11/12/2021	15,9
15/12/2021	20,1
16/12/2021	23,8
22/12/2021	25,4
27/12/2021	24,8
29/12/2021	22,9
4/1/2022	25,3
17/1/2022	23,1
	20,5
21/1/2022	35,8
	30,8
24/1/2022	24,9
	23,3
26/1/2022	17,3
	17,1

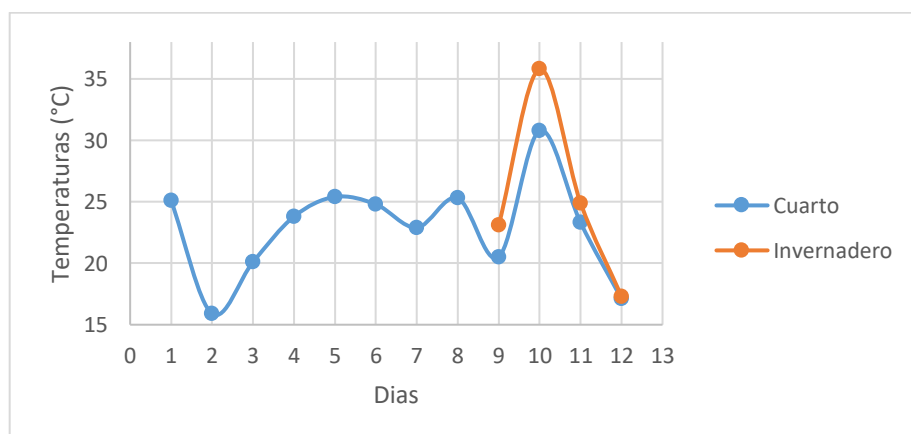


Figura 4.1. Resultados de las Temperaturas

- ✓ La temperatura dentro del cuarto donde están ubicados los biodigestores presenta un valor más bajo de 15.9°C, y la más alta es de 30.8°C, en un horario promedio de 2pm.
- ✓ La temperatura dentro del invernadero donde se colocó el biodigestor EXT presenta un valor bajo de 17.3°C y un valor alto de 35.8°C, en un horario promedio de 2pm.

#### ANÁLISIS DE LABORATORIO:

**Tabla 4.2.** Resultados de pH, conductividad, nitratos, ortofosfatos, potasio

MUESTRA		pH	CE	N	P2O5	K2O
Muestra 1		4,84	12,15	18,07	465,00	475,82
Muestra 2	BIOL	5,07	14,8	6,78	498,75	590,25
Muestra 3		5,98	16,47	15,81	476,25	1108,23
Muestra 4		5,76	16,63	248,48	457,50	560,14
Muestra 5						
Muestra 6	BIOGAS	5,65	14,83	338,83	416,25	572,19
Muestra ext		5,34	19,75	225,89	525,00	1162,44

**Tabla 1.** Mínimos declarables de concentración de nutrientes

Nutriente	Macronutrientes primarios y secundarios		Macro y micronutrientes		Solo micronutrientes	
	----- Mínimo declarable (%) -----					
N total	3		3			
P (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3		3			
K (como K <sub>2</sub> O)	3		3			
Ca (como CaO)	1.5		1			
Mg (como MgO)	1.5		1			
S	1.5		1			
B			0.010		0.200	
Cu			0.002		0.020	

#### Imagen 4.1 valores mínimos declarables de concentración de nutrientes. [12]

- ✓ El pH de la muestra 1 es < 5 lo que el “MANUAL TÉCNICO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE FERTILIZANTES, ENMIENDAS DE SUELO Y PRODUCTOS AFINES DE USO AGRÍCOLA” (2020) dice: “Indica para sólidos y líquidos. Si el pH es ≤ 5.0 se debe incluir el análisis de Al<sup>3+</sup> elemental”.
- ✓ Los valores de conductividad si son >0.4 S/m como especifica el manual.
- ✓ La muestra EXT presenta los valores más altos, pero no se toma en consideración ya que aún no cumple con el tiempo mínimo para obtener buen biol ni poder ser comparado, este tanque se lo hizo el 14 de enero como alternativa a la obtención de biogás.

## 4.2 Conclusiones

- Los fertilizantes orgánicos son una alternativa sostenible para la agricultura, teniendo como objetivo promover la seguridad alimentaria y la productividad del suelo.
- De los resultados que se analizaron de las muestras 1-6, se considera que las primeras tres muestras son las aceptables dentro de las limitaciones presentes como la falta de tiempo de fermentación y la variabilidad de temperatura. Se entiende también que como estas tres muestras fueron desde un inicio designada para obtención de biol se encantarán en los parámetros necesarios según el “MANUAL TÉCNICO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE FERTILIZANTES, ENMIENDAS DE SUELO Y PRODUCTOS AFINES DE USO AGRÍCOLA” (2020), donde da especificaciones para registro de fertilizantes orgánicos. Mientras que las otras muestras fueron designadas para obtención de biogás, disminuyó los valores de nutrientes del biol, por limitaciones antes mencionadas y el intento de usar el gas generado, a parte de las fugas que fueron corregidas .
- Se puede concluir que la no generación de biogás que sea inflamable se debió a la temperatura inconstante ya que se debe mantener entre 20-30 °C, pero en el cuarto donde se instalaron los biodigestores en el transcurso del día se evidencia temperaturas dentro del rango, pero en las noches y madrugada se obtiene una helada que llega a  $\leq 15^{\circ}\text{C}$  y eso provoca que los microorganismos mueran. El mismo resultado se generó en el invernadero para el tanque EXT.
- En conclusión, la construcción de 6 biodigestores como proyecto de investigación tiene un costo de \$334.70 sin incluir valores como mano de obra, pero al realizar un análisis de costos real a un año con 12 biodigestores se tuvo una inversión de \$939.70, el total de egresos del primer año es de \$4,909.39, se determinó un precio de venta por litro \$3.25 y de ingresos \$10,237.50, lo que representa una ganancia anual del 52%.

## 4.3 RECOMENDACIONES

- El biol es un aporte a la económica del agricultor por lo que se recomienda sea aplicado a las cosechas con importancia económica, para que exista retorno de capital con su venta y cubra costos de producción.
- Se debe incorporar en la construcción de biodigestor un medidor de presión, pH y temperatura, para así lograr controlar de mejor manera los parámetros que son fundamentales para un correcto funcionamiento.
- Se recomienda el cumplimiento de los 90 días para poder realizar los ensayos pertinentes y así poder designar una correcta calidad del fertilizante.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. S.L., «ESPACIOAGRO Blog,» 2020. [En línea]. Recuperado de: <https://www.fervalle.com/que-son-los-fertilizantes-organicos-o-fertilizantes-ecologicos/>.
- [2] J. ALCÍVAR, «RESPUESTA DEL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) A,» ESPAMMFL, CALCETA, 2016.
- [3] IFA, Los fertilizantes y sus usos, World Fertilizer use Manual, 2002.
- [4] M. d. E. y. GIZ, Genera tu propia energia, CHILE, 2012.
- [5] M. Varnero, Manual de Biogas, Chile, 2011.
- [6] T. José, «Diseño de un biodigestor para mejorar la obtencion de biogas y biol,» UNCP, Huancayo, 2019.
- [7] A. Jorge, «Diseño de un Biodigestor para generar biogas y abono a partir de desechos organicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral,» Universidad Politecnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil, 2011.
- [8] S. FE, «Manual de uso del biodigestor,» Santa FE, 2021.
- [10] C. Borrero, «infoAgro.com,» 2008. [En línea]. Recuperado de: [https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp).
- [11] Blog, «La Agricultura Sostenible: Un Nuevo Concepto De Cultivo,» 12 10 2020. [En línea]. Recuperado de: <https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/>.
- [12] D. Suarez, «MANUAL TÉCNICO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE FERTILIZANTES, ENMIENDAS,» de *AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO*, Quito, 2020.
- [13] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.
- [14] R. Gómez, «AEfA,» [En línea]. Recuperado de: <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>.
- [15] infocampo, «infocampo.com.ar,» 19 07 2021. [En línea]. Recuperado de: <https://www.infocampo.com.ar/los-siete-fertilizantes-organicos-caseros-mas-eficientes-para-tu-huerta/>.

## 6 ANEXOS

### ANEXO I. Construcción de Biodigestores



**Fotografía 1.** Ing. Pablo Pinto, Carolina Salazar, Karen Sigüenza

### ANEXO II. Preparación de mezcla



**Fotografía 2.** Carolina Salazar, Karen Sigüenza, Sra Verito





**Fotografía 3.** Tanques con mezcla para BIOL, 1) estiércol de vaca; 2) estiércol vaco; 3) estiércol conejo.



**Fotografía 4.** Tanques con mezcla para BIOGAS, 4-5-6) estiércol vaca-conejo

ANEXO III. Registro de Temperaturas







Fotografía 5. Capturas de pantalla de la aplicación de termómetro para temperatura interna del cuarto.

ANEXO IV. Resultados de los análisis de laboratorio

**Tabla 1.** Resultados de pH, conductividad, nitratos, ortofosfatos, potasio

<b>MUESTRA 1</b>		<b>MUESTRA 2</b>		<b>MUESTRA 3</b>	
<b>Descripción</b>	<b>BIOL</b>	<b>Descripción</b>	<b>BIOL</b>	<b>Descripción</b>	<b>BIOL</b>
<b>pH</b>	4,84	<b>pH</b>	5,07	<b>pH</b>	5,98
<b>Conductividad [ms/cm]</b>	12,15	<b>Conductividad [ms/cm]</b>	14,8	<b>Conductividad [ms/cm]</b>	16,47
<b>Nitratos [mg/L]</b>	0,08	<b>Nitratos [mg/L]</b>	0,03	<b>Nitratos [mg/L]</b>	0,07
<b>ortofosfatos [mg/L]</b>	1,24	<b>ortofosfatos [mg/L]</b>	1,33	<b>ortofosfatos [mg/L]</b>	1,27
<b>Potasio [mg/L]</b>	0,79	<b>Potasio [mg/L]</b>	0,98	<b>Potasio [mg/L]</b>	1,84
<b>MUESTRA 4</b>		<b>MUESTRA 6</b>		<b>MUESTRA EXT</b>	
<b>Descripción</b>	<b>BIOGAS</b>	<b>Descripción</b>	<b>BIOGAS</b>	<b>Descripción</b>	<b>BIOGAS</b>
<b>pH</b>	5,76	<b>pH</b>	5,65	<b>pH</b>	5,34
<b>Conductividad [ms/cm]</b>	16,63	<b>Conductividad [ms/cm]</b>	14,83	<b>Conductividad [ms/cm]</b>	19,75
<b>Nitratos [mg/L]</b>	1,1	<b>Nitratos [mg/L]</b>	1,5	<b>Nitratos [mg/L]</b>	1
<b>ortofosfatos [mg/L]</b>	1,22	<b>ortofosfatos [mg/L]</b>	1,11	<b>ortofosfatos [mg/L]</b>	1,4
<b>Potasio [mg/L]</b>	0,93	<b>Potasio [mg/L]</b>	0,95	<b>Potasio [mg/L]</b>	1,93



Fotografía 6. Medición de pH



Fotografía 7. Medición de conductividad



Fotografía 8. Medición de nitrato

## ANEXO V. Tablas de Análisis de costos

Tabla 2. Costos de Fabricación

<b>ANÁLISIS DE COSTOS (EXPERIMENTAL)</b>				
<b>PROYECTO:</b>		<b>FABRICACIÓN DE BIOL</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
			<b>\$</b>	<b>\$</b>
<b>MATERIALES</b>				
TANQUE PASTICO CAP. 60 LTS	6	u.	12,00	72,00
TUBO PVC DESAGUE 50MM X 3MTS RIVAL	1,5	x3 m.	4,17	6,25
TAPON PVC H DESAGUE 50 MM RIVAL	6	u	10,27	61,61
ADAPTADOR P/TANQUE POLIPROP 1/2 & quot; PLAS	12	u	2,34	28,07
PITON GAS 1/2 MACHO NACIONAL	6	u	3,32	19,93
MANGUERA GAS GLP/AIRE 5/16" 265PSI C/M	9	m.	1,43	12,87
ABRAZADERA A.INOX 6-16X8MM C/U TAIWAN	9	u	0,47	4,26
NEPLO CORRIDO ROSCA / TUERCA 1/2 PLASTI	12	u	0,38	4,61
CODO ROSCABLE HH 1/2 X 90 PLASTIGAMA	6	u	0,40	2,41
LLAVE ESFERICA 1/2 & quot; STANDAR PASO TOTAL C	6	u	3,51	21,05
SERRUCHO	1	u	7,99	7,99
TEFLON	12	u	0,41	4,92
CAUTIN Y SOPORTE	1	u	13,09	13,09
TALADRO	1	u	48,97	48,97
BROCA PLANA P/MADERA 3/4 & quot; TRUPER	1	u	1,80	1,80
LIJA N30 NORTON	2	u	0,54	1,08
PEGAMENTO DE TUBERIA	1	u	8,08	8,08
TERMOMETRO HG	1	u	1,50	1,50
LECHE 1 lts	6	lts	0,85	5,10
MELAZA 300 gr	1	gr	2,90	2,90
LEVADURA 500 gr	1	gr	3,50	3,50
ENVASES DE MUESTREO	18	u	0,15	2,70
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>334,70</b>

**Tabla 3.** Costos de mano de obra y Total

<b>MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO (horas)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO \$</b>	<b>PRECIO TOTAL \$</b>
<b>INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES</b>				
Obreros	5	4	5,25	105,00
<b>PREPARACIÓN DE LA MEZCLA</b>				
Obreros	8	3	5,25	126,00
<b>CONTROL Y TOMA DE DATOS</b>				
Obreros	12	2	5,25	126,00
<b>PRUEBAS DE LABORATORIO</b>				
Laboratorista	9	2	8,75	157,50
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>514,50</b>
<b>TOTAL</b>				<b>849,20</b>

**Tabla 4.** Costos de proyección real

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	<b>FABRICACIÓN DE BIOL</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO \$</b>	<b>PRECIO TOTAL \$</b>
<b>MATERIALES</b>				
TANQUE PASTICO CAP. 100 LTS	6	u.	20,00	120,00
TUBO PVC DESAGUE 50MM X 3MTS RIVAL	1,5	x3 m.	4,17	6,25
TAPON PVC H DESAGUE 50 MM RIVAL	6	u	10,27	61,61
ADAPTADOR P/TANQUE POLIPROP 1/2 & quot; PLAS	12	u	2,34	28,07
PITON GAS 1/2 MACHO NACIONAL	6	u	3,32	19,93
MANGUERA GAS GLP/AIRE 5/16" 265PSI C/M	9	m.	1,43	12,87
ABRAZADERA A.INOX 6-16X8MM C/U TAIWAN	9	u	0,47	4,26
NEPLO CORRIDO ROSCA / TUERCA 1/2 PLASTI	12	u	0,38	4,61
CODO ROSCABLE HH 1/2 X 90 PLASTIGAMA	6	u	0,40	2,41
LLAVE ESFERICA 1/2 & quot; STANDAR PASO TOTAL C	6	u	3,51	21,05
SERRUCHO	1	u	7,99	7,99
TEFLON	12	u	0,41	4,92
CAUTIN Y SOPORTE	1	u	13,09	13,09
TALADRO	1	u	48,97	48,97
BROCA PLANA P/MADERA 3/4 & quot; TRUPER	1	u	1,80	1,80

LIJA N30 NORTON	2	u	0,54	1,08
PEGAMENTO DE TUBERIA	1	u	8,08	8,08
TERMOMETRO HG	1	u	1,50	1,50
LECHE 1 lts	6	lts	0,85	5,10
MELAZA 300 gr	1	gr	2,90	2,90
LEVADURA 500 gr	1	gr	3,50	3,50
ENVASES DE MUESTREO	18	u	0,15	2,70
ENVASES PARA VENTA DEL PRODUCTO 500ml	100	u	0,12	12,00
ENVASES PARA VENTA DEL PRODUCTO 1l	100	u	0,20	20,00

Tabla 5. Costos de mano de obra y Total

PROYECCION MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	TIEMPO (horas)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
<b>INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES</b>				
Obreros	5	4	5,25	105,00
<b>PREPARACIÓN DE LA MEZCLA</b>				
Obreros	8	3	5,25	126,00
<b>CONTROL Y TOMA DE DATOS</b>				
Obreros	12	2	5,25	126,00
<b>ENVASADO Y ALMACENAMIENTO</b>				
Obreros	8	2	5,25	84,00
<b>LAVADO DE BIODIGESTORES</b>				
Obreros	8	2	5,25	84,00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>525,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>939,70</b>

Tabla 6. Imagen del análisis en Excel sobre calendario de producción de biol y biogás en semanas proyectado para 12 tanques de 100 lts ( 1 año)

CALENDARIO DE PRODUCCIÓN DE BIOL Y BIOGÁS EN SEMANAS PROYECTADO PARA 12 TANQUES DE 100 LITS ( 1 AÑO)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ACTIVIDADES																									
PREPARACIÓN DE EQUIPOS (6 TANQUES 100L)	\$ 519,70																								
1RA MEZCLA (6 TANQUES 100 L)	\$ 126,00																								
ESPERA PARA COSECHAR		\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00																			
2DA MEZCLA (6 TANQUES 100 L)						\$ 126,00																			
ESPERA PARA COSECHAR																									
ALMACENAMIENTO Y LAVADO (6 TANQUES 100L)																									
3RA MEZCLA (6 TANQUES 100L)																									
ESPERA PARA COSECHAR																									
ALMACENAMIENTO Y LAVADO (6 TANQUES 100L)																									
4TA MEZCLA (6 TANQUES 100L)																									
ESPERA PARA COSECHAR																									
ALMACENAMIENTO Y LAVADO (6 TANQUES 100L)																									
5TA MEZCLA (6 TANQUES 100L)																									
ESPERA PARA COSECHAR																									
ALMACENAMIENTO Y LAVADO (6 TANQUES 100L)																									
6TA MEZCLA (6 TANQUES 100L)																									
ESPERA PARA COSECHAR																									
ALMACENAMIENTO Y LAVADO (6 TANQUES 100L)																									
7MA MEZCLA (6 TANQUES 100L)																									
ESPERA PARA COSECHAR																									
ALMACENAMIENTO Y LAVADO (6 TANQUES 100L)																									
8VA MEZCLA (6 TANQUES 100L)																									
ESPERA PARA COSECHAR																									





<b>VENTAS POR COSECHA</b>	\$	1.365,00
<b>DIFERENCIA</b>	\$	891,00
	<b>187,97% Utilidad sin contar con inversion</b>	