



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN
OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN
GESTIÓN DE ENERGÍAS**

TEMA:

“Evaluación del potencial energético de la biomasa, para el aprovechamiento de la generación de gas metano (CH_4), en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí en el año 2016., Propuesta de diseño de un biodigestor”

AUTOR:

HIDALGO Osorio WILLIAM Armando

TUTOR:

PhD. Héctor Luis Laurencio Alfonso

LATACUNGA – ECUADOR

Abril 2017



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
Latacunga – Ecuador**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente informe en consideración de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Ing. William Armando Hidalgo Osorio, con el título de tesis: **“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE GAS METANO (CH₄), EN LA GRANJA AVÍCOLA CYNTHIA ELIZABETH DE LA CIUDAD DE PUJILÍ EN EL AÑO 2016., PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BIODIGESTOR”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Abril 2017

Para constancia firman:

.....
Marreno Ramirez Secundino
C.I. 1757107907
PRESIDENTE

.....
La Calle Dominguez Juan José
C.I. 1756604227
MIEMBRO

.....
Mendoza Perez Melquiades
C.I. 1756415491
MIEMBRO

.....
Gonzalez Palau Iliana Antonia
C.I. 1757070659
OPOSITOR

CERTIFICACIÓN DE VALIDACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la Maestría en Gestión de Energías, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: Analizado el Proyecto de Tesis, presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar por el grado de Magíster en Gestión de Energías.

El problema de la investigación se refiere a:

“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE GAS METANO (CH₄), EN LA GRANJA AVÍCOLA CYNTHIA ELIZABETH DE LA CIUDAD DE PUJILÍ EN EL AÑO 2016., PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BIODIGESTOR”

Presentado por el Señor Ing. William Armando Hidalgo Osorio con C.I.: 050265788-5

Sugiero su aprobación y permita continuar con los trámites correspondientes.

.....
PhD. Héctor Luis Laurencio Alfonso
CC. I712813
TUTOR

Latacunga, Abril del 2017

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El proyecto de tesis de maestría denominado **“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE GAS METANO (CH₄), EN LA GRANJA AVÍCOLA CYNTHIA ELIZABETH DE LA CIUDAD DE PUJILÍ EN EL AÑO 2016., PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BIODIGESTOR”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en las páginas correspondientes, cuya fuente se incorpora en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de la declaración me responsabilizo del contenido, veracidad, alcance científico del proyecto de tesis, en mención.

Latacunga, Abril del 2017.

.....
Ing. William Armando Hidalgo Osorio
C.I. 050265788-5

AGRADECIMIENTO

*A Dios todopoderoso, quien hace posible
que se cumplan todos nuestros objetivos,
a la Universidad Técnica de Cotopaxi,
por ofertar la carrera de Ingeniería Electromecánica
y la especialización de la Maestría en Gestión de Energías
por colocar docentes de alta gama educativa y profesional
que son los incentivadores a la investigación,
a la Granja Avícola Cinthya Elizabeth de la ciudad de Pujili
por todas las facilidades para realizar el
desarrollo de mi trabajo investigativo
así también a mi familia y esposa
por el apoyo incondicional y constante*

*Un Agradecimiento especial al
PhD. Héctor Laurencio, por su
acertada dirección e invaluable consejos
durante el tiempo que ha durado la
ejecución y desarrollo de esta investigación.*

Ing. William Hidalgo

DEDICATORIA

A mi esposa Nancy por su apoyo incondicional durante todo este período de preparación, formación y aprendizaje, a mi querido hijo Emilio que desde el vientre de mi esposa ha sido fuente de inspiración, fuerza y constancia alimentándome día a día de ese amor sincero, único y maravilloso llenando de felicidad en nuestro hogar, a toda mi familia por todos sus consejos y enseñanzas que me brindaron desinteresadamente en el transcurso de mi diario vivir.

Ing. William Hidalgo

INDICE GENERAL

CONTENIDO

Pág.

PORTADA

| | |
|---|-----------|
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | 2 |
| CERTIFICACIÓN DE VALIDACIÓN DEL TUTOR..... | 3 |
| RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| <i>ejecución y desarrollo de esta investigación.</i> | 5 |
| DEDICATORIA..... | 6 |
| INDICE GENERAL | 7 |
| INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS..... | 10 |
| INDICE DE TABLAS..... | 11 |
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT..... | 13 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| CAPITULO 1..... | 19 |
| 1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO..... | 19 |
| 1.1 La biomasa y su procedencia..... | 19 |
| 1.1.1 Biomasa disponible con fines energéticos | 20 |
| 1.1.1.1 Biomasa de origen residual | 20 |
| 1.1.1.2 Residuos agrícolas y forestales..... | 21 |
| 1.1.1.3 Residuos ganaderos y agroindustriales..... | 22 |
| 1.1.1.4 Residuos urbanos..... | 22 |
| 1.1.1.5 Cultivos energéticos | 22 |
| 1.2 Biodigestor..... | 24 |
| 1.2.1 Tipos de biodigestores..... | 25 |
| 1.2.1.1 Biodigestor tipo FLUO CONTINUO, mejor conocido como “Salchicha” | 25 |
| 1.2.1.2 Biodigestor tipo Sistema Biobolsa | 28 |
| 1.3 Digestión anaerobia..... | 28 |
| 1.4 Biogás..... | 30 |
| 1.4.1 Usos de biogás y biol (Fertilizante)..... | 31 |
| 1.4.2 Evolución y composición del biogás | 32 |
| 1.4.3 Composición y características del biogás | 33 |
| 1.5 Argumentación acerca de la necesidad de la investigación..... | 34 |
| 1.5.1 Fundamentación legal..... | 35 |
| 1.5.2 Fundamentación social y ambiental | 36 |

| | | |
|------------------------|---|-----------|
| 1.6 | Bases teóricas particulares de la investigación | 38 |
| 1.6.1 | Generalidades de la granja avícola | 38 |
| 1.6.1.1 | Descripción de las instalaciones de la granja avícola | 39 |
| 1.7 | Conclusiones parciales del capítulo 1..... | 39 |
| CAPITULO 2..... | | 40 |
| 2 | METODOLOGÍA..... | 40 |
| 2.1 | Diseño de la investigación | 40 |
| 2.1.1 | Modalidad de la investigación | 40 |
| 2.1.1.1 | De Campo | 40 |
| 2.1.1.2 | Bibliográfica - Documental | 40 |
| 2.1.1.3 | Experimental..... | 41 |
| 2.1.1.4 | Modalidades especiales Proyecto - Factible | 41 |
| 2.1.2 | Tipo de investigación | 41 |
| 2.1.2.1 | Exploratorio | 41 |
| 2.1.2.2 | Correlacional..... | 42 |
| 2.1.2.3 | Explicativo..... | 42 |
| 2.2 | Determinación de las variables | 42 |
| 2.2.1 | Operacionalización de las variables | 43 |
| 2.3 | Metodología para el diseño del biodigestor | 44 |
| 2.3.1 | Elementos que se compone el biodigestor..... | 44 |
| 2.3.2 | Principales parámetros para el cálculo de una planta de biogás | 45 |
| 2.4 | Diseño del equipamiento experimental..... | 45 |
| 2.4.1 | Construcción de los biodigestores experimentales..... | 45 |
| 2.5 | Descripción metodológica del experimento | 48 |
| 2.5.1 | Descripción del experimento para la producción de biogás | 48 |
| 2.5.2 | Descripción del experimento para la caracterización de la biomasa y biol..... | 49 |
| 2.5.2.1 | Medición de ph..... | 49 |
| 2.5.2.2 | Determinación de Conductividad | 49 |
| 2.5.2.3 | Determinación de metales pesados | 50 |
| 2.5.2.4 | Determinación de solidos totales | 50 |
| 2.5.2.5 | Análisis de fosforo..... | 51 |
| 2.5.2.6 | Análisis de carbono | 51 |
| 2.5.2.7 | Determinación de humedad..... | 51 |
| 2.5.3 | Descripción del experimento para la caracterización del biogás | 52 |
| 2.5.4 | Descripción de la transferencia del biogás al tanque de almacenamiento..... | 52 |
| 2.5.5 | Descripción del proceso de combustión | 53 |
| 2.5.6 | Poder calórico | 54 |
| 2.5.6.1 | Poder calorífico superior | 54 |
| 2.5.6.2 | Poder calorífico inferior | 55 |
| 2.5.7 | INTERPRETACION GRAFICA DEL PODER CALORIFICO | 55 |
| 2.5.7.1 | Grafica del poder calorífico inferior..... | 55 |
| 2.5.7.2 | Grafica del poder calorífico superior | 56 |
| 2.5.8 | Determinación del poder calorífico..... | 56 |
| 2.5.8.1 | El Método Analítico..... | 56 |
| 2.5.8.2 | El Método Práctico..... | 57 |
| 2.6 | Conclusiones parciales del capítulo 2..... | 58 |
| CAPITULO 3..... | | 59 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN | 59 |
| 3.1 | Caracterización de la biomasa y biol | 59 |
| 3.2 | Resultados de producción de biogás..... | 60 |
| 3.2.1 | Resultados experimento N° 1..... | 61 |
| 3.2.2 | Resultado experimento N°2 | 62 |
| 3.2.3 | Resultados experimento N°3..... | 63 |
| 3.2.4 | Caracterización del biogás | 65 |
| 3.3 | Resultados de aplicación del biogás..... | 66 |
| 3.3.1 | Resultados de la combustión para calentamiento de agua..... | 67 |
| 3.4 | Cantidad de biogás resultante de toda la biomasa generada en la avícola 69 | |
| 3.5 | Conclusiones parciales del capítulo 3..... | 70 |
| | CAPITULO 4..... | 71 |
| 4 | PROPUESTA..... | 71 |
| 4.1 | Título de la propuesta | 71 |
| 4.2 | Justificación | 71 |
| 4.3 | Objetivos..... | 72 |
| 4.4 | Estructura de la propuesta | 72 |
| 4.5 | Desarrollo de la propuesta | 73 |
| 4.5.1 | Diseño del biodigestor..... | 76 |
| 4.5.1.1 | Volumen total de biodigestor..... | 76 |
| 4.5.1.2 | Características del biodigestor | 77 |
| 4.5.1.3 | Costo de construcción del biodigestor | 78 |
| 4.5.1.4 | Aplicación del biogás en la granja avícola..... | 79 |
| 4.6 | Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta | 79 |
| 4.6.1 | Económico | 79 |
| 4.6.2 | Ambiental..... | 80 |
| 4.6.3 | Social | 80 |
| | CONCLUSIONES GENERALES | 81 |
| | RECOMENDACIONES | 82 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 83 |
| 5 | ANEXOS..... | 85 |
| 5.1 | Caracterización de diferentes sustratos..... | 85 |
| 5.2 | Diseño experimental del biodigestor | 86 |
| 5.3 | Ph metro..... | 87 |
| 5.4 | Conductivimetro..... | 90 |
| 5.5 | Balanza Técnica | 93 |
| 5.6 | Cabina Desecadora | 95 |

| | | |
|------|--|-----|
| 5.7 | Espectrofotómetro UV | 96 |
| 5.8 | Espectrofotómetro de Absorción Atómica..... | 97 |
| 5.9 | Estufa | 98 |
| 5.10 | Incubadora..... | 102 |
| 5.11 | Juego de masas patrón | 106 |
| 5.12 | Mufla | 108 |
| 5.13 | Refrigeradora..... | 109 |
| 5.14 | Ultrasonido | 113 |
| 5.15 | Desecador de cabina | 114 |
| 5.16 | Flujo Laminar | 115 |
| 5.17 | Resultados de la caracterización de la biomasa | 116 |
| 5.18 | Resultados de la caracterización del biol | 117 |
| 5.19 | Resultados de la caracterización del biogás..... | 118 |
| 5.20 | Diseño del biodigestor..... | 119 |
| 5.21 | Registro fotográfico | 120 |

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura No. 1 Biodigestor de flujo continuo.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Figura No. 2 Funcionamiento del biodigestor</i> | <i>26</i> |
| <i>Figura No. 3 Biodigestor tipo biobolsa</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura No. 4 Aplicaciones del biogás.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Figura No. 5 Ubicación de la granja avícola</i> | <i>38</i> |
| <i>Figura No. 6 Producción de la granja avícola</i> | <i>39</i> |
| <i>Figura No. 7 Construcción del biodigestor</i> | <i>46</i> |
| <i>Figura No. 8 Biodigestor experimental</i> | <i>47</i> |
| <i>Figura No. 9 Captación del biogás</i> | <i>49</i> |
| <i>Figura No. 10 Traspaso del biogás</i> | <i>53</i> |
| <i>Figura No. 11 prueba de combustión</i> | <i>53</i> |
| <i>Figura No. 12 Diferencia de peso y volumen</i> | <i>54</i> |
| <i>Figura No. 13 Grafica del poder calorifico inferior</i> | <i>55</i> |
| <i>Figura No. 14 Grafica del poder calorifico superior.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Figura No. 15 Caracterización de la biomasa</i> | <i>59</i> |
| <i>Figura No. 16 Cantidad de biomasa prueba N° 1</i> | <i>61</i> |
| <i>Figura No. 17 Cantidad de biomasa prueba N° 2</i> | <i>62</i> |
| <i>Figura No. 18 Cantidad de biomasa prueba N° 3</i> | <i>63</i> |
| <i>Figura No. 19 Cantidad de biogás por experimento.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Figura No. 20 Tiempo de ebullición del agua</i> | <i>68</i> |

| | |
|--|----|
| <i>Figura No. 21 Cantidad de biogás según el volumen de la biomasa</i> | 69 |
| <i>Figura No. 22 Grafica del biodigestor rectangular</i> | 74 |
| <i>Figura No. 23 Secuencia para la obtención de biogás</i> | 75 |
| <i>Figura No. 24 Diagrama del biodigestor</i> | 76 |
| <i>Figura No. 25 Tasa interna de retorno TIR</i> | 80 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| <i>Tabla N° 1 Relación carbono Nitrógeno</i> | 30 |
| <i>Tabla N° 2 Composición y características del biogás</i> | 33 |
| <i>Tabla N° 3 Parámetros fisicoquímicos del sustrato</i> | 33 |
| <i>Tabla N° 4 Composición del biogás</i> | 33 |
| <i>Tabla N° 5 Variable independiente</i> | 43 |
| <i>Tabla N° 6 Variable dependiente</i> | 43 |
| <i>Tabla N° 7 Herramientas y materiales utilizados en la construcción del biodigestor</i> | 47 |
| <i>Tabla N° 8 Parámetros, métodos y resultados Biomasa</i> | 59 |
| <i>Tabla N° 9 Parámetros, métodos y resultados Biol</i> | 60 |
| <i>Tabla N° 10 Cantidad de Biogás obtenido experimento N°1</i> | 61 |
| <i>Tabla N° 11 Cantidad de Biogás obtenido en el experimento N°2</i> | 62 |
| <i>Tabla N° 12 Cantidad de Biogás obtenido en el experimento N° 3</i> | 63 |
| <i>Tabla N° 13 Cantidad de Biogás generado por experimento</i> | 64 |
| <i>Tabla N° 14 Composición del Biogás obtenido</i> | 65 |
| <i>Tabla N° 15 Poder calorífico del metano</i> | 67 |
| <i>Tabla N° 16 Datos de ebullición del agua</i> | 67 |
| <i>Tabla N° 17 Cantidad de biogás utilizado en la prueba de ebullición del agua</i> | 68 |
| <i>Tabla N° 18 Cantidad de biogás con el volumen total de biomasa</i> | 69 |
| <i>Tabla N° 19 Secuencia de la obtención de biogás con tres biodigestores</i> | 74 |
| <i>Tabla N° 20 Costo de la construcción del biodigestor</i> | 78 |
| <i>Tabla N° 21 Análisis del Valor Actual Neto (VAN)</i> | 79 |

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS**

“Evaluación del potencial energético de la biomasa, para el aprovechamiento de la generación de gas metano (CH₄), en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí en el año 2016., Propuesta de diseño de un biodigestor”

**Autor: Hidalgo Osorio William Armando
Tutor: PhD. Héctor Luis Laurencio Alfonso**

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo evaluar el potencial energético de la biomasa generada en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí, para la producción y aprovechamiento del gas metano CH₄ como energía alternativa, para lo cual se utiliza la biomasa generada en la granja avícola la misma que fue colocada en un biodigestor experimental degradando la biomasa en ausencia del oxígeno O₂ en un determinado tiempo obteniendo el biogás, para esto se aplicó técnicas de investigación de campo, bibliográfica y experimental, que permitieron obtener resultados de caracterización de la biomasa, biol, biogás, resultados de producción de biogás y por ultimo resultados de aplicación del biogás. Con estos resultados se realizó una propuesta de diseño de un biodigestor para la producción y aprovechamiento del gas metano como energía alternativa. Obteniendo como resultado por cada 45m³ de biomasa generado en la granja avícola produce 0,61 m³ de biogás para su aprovechamiento

Descriptor: Potencial energético, biomasa, biogás

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
UNIT OF POSTGRADUATES
MASTERS IN ENERGY MANAGEMENT**

“Evaluation of the biomass energy potential for the use of methane gas (CH₄) generation at the Cynthia Elizabeth poultry farm in Pujilí city in 2016 year. Proposal of the design of a biodigester”

**Author: Hidalgo Osorio William Armando
Tutor: PhD. Héctor Luis Laurencio Alfonso**

ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate the energy potential of the biomass generated at the Cynthia Elizabeth poultry farm in Pujili city, for the production and use of methane gas CH₄ as alternative energy, for which the biomass generated in the Poultry farm was placed in an experimental biodigester degrading the biomass in absence of oxygen O₂ in a determined time obtaining the biogas, for this we applied field research techniques, bibliographical and experimental, that allowed to obtain results of characterization of the biomass , Biol, biogas, biogas production results and, finally, biogas application results. With these results we made a proposal to design a biodigester for the production and use of methane gas as an alternative energy.

Obtaining as a result for each 45m³ of biomass generated in the poultry farm produces

Descriptors: Energy potential, biomass, biogas

INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial, la avicultura es una de las ramas de la producción animal de mayor importancia porque contribuye a satisfacer las necesidades proteicas de la población. Esto se logra a partir de la explotación de dos de sus vertientes básicas: la producción de carne y huevo. Durante los últimos 20 años, en la mayoría de los países según **Lesson, (2003)** “ha aumentado continuamente el consumo de carne de pollo, lo que equivale al incremento de la producción anual de estas aves.” (P. 103) Para **Fontenot (1998)** “Inevitablemente, al aumentar la producción avícola, es mayor la cantidad de desechos orgánicos. Por su composición, estas se han utilizado, principalmente, como fertilizantes orgánicos y como ingredientes de las dietas para animales de granja.” (P.65) No obstante de acuerdo a lo que indica **Hidalgo (1998)** “los residuos avícolas también se han usado como sustrato para la generación de metano”. (P.81)

La situación problemática en los últimos años es evidente la acumulación descontrolada de desechos orgánicos por parte de las granjas avícolas en la provincia de Cotopaxi, esta realidad se manifiesta y no se presentan soluciones factibles para disminuir o mejorar este problema.

La producción de huevos y la crianza de aves, genera contaminación debido a la obtención de grandes cantidades de excretas, que se caracterizan por contener compuestos como: nitrógeno, fósforo, azufre y proteínas que pueden percolarse y contaminar el suelo llegando hasta a capas de agua subterránea. En el suelo producen variación del pH y variación de la salinidad.

Las excretas, plumas y camas dispuestas en huertos y terrenos como abono sin pasar previamente por un proceso de biodegradación como el compostaje, también causan contaminación, ya que puede transportar parásitos, microorganismos patógenos, plagas.

Evaluar las alternativas para la generación de gas metano, mediante el aprovechamiento de esta materia orgánica (biomasa), es una necesidad imperante por su degradación en el medio. Mediante la implementación de un biodigestor se puede utilizar y aprovechar el gas metano producido como energía alternativa en

los procesos de combustión para calefacción y la generación de electricidad; así contribuir con la reducción de contaminantes y la dependencia directa de combustibles fósiles (carbón y petróleo).

Ante estos problemas se ha propuesto realizar el diseño de un biodigestor a partir de la caracterización de la biomasa procedente de la granja avícola, aprovechando la energía alternativa a partir de los desechos orgánicos.

El presente trabajo presenta su justificación de la investigación realizada en virtud de manejar dos importantes vertientes que constituyen problemas en la actualidad, estos son la acumulación de desechos orgánicos que genera la granja avícola, causante de enfermedades de la piel y de tipo respiratorio, además de elevar los niveles de contaminación ambiental, y por otro lado la escasez de fuentes energéticas alternativas para no depender directamente de combustibles fósiles (carbón y petróleo), así aportamos con el cambio de la matriz productiva impulsada por el gobierno ecuatoriano.

Con este trabajo se pretende disminuir la acumulación de desechos orgánicos generados en la granja avícola por 6000 gallinas, mediante un sistema que traerá como beneficio crear y aprovechar fuentes de energía alternativa.

Por lo antes mencionado es preciso destacar que se trata de diseñar un biodigestor que producirá gas metano y a su vez se aprovechara la energía alternativa, lo cual sugiere el aprovechamiento de los desechos orgánicos, disminuyendo el volumen de los mismos, al resultar el diseño de este sistema constituirán un punto de partida para una nueva generación de biodigestores que aprovechara la energía alternativa, con los correspondientes aportes generaran un ambiente más saludable y limpio por disminución de desechos orgánicos con un significativo aporte tecnológico y metodológico representado en el esquema funcional de la transformación de los desechos a gas natural aprovechable que puede ser realizado incluso a gran escala, considerando el enorme potencial de los desechos generados en las granjas avícolas.

La formulación del problema de investigación se define en:

¿Cómo utilizar el potencial energético de la biomasa generada en la granja avícola Cynthia Elizabeth para la generación de gas metano como energía alternativa?

En la delimitación del problema de investigación mencionamos que el potencial energético de la biomasa contribuirá para la generación de gas metano como energía alternativa, en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí en el año 2016.

El objeto de estudio es el potencial energético de la biomasa que genera una granja avícola.

Esta investigación se realizará en la Granja avícola Cynthia Elizabeth en el sector de Pujilí, utilizando los desechos propios de la granja siguiendo, tres fases operativas:

1. Revisión de antecedentes (en el año 2015)
2. Diseño experimental (en el año 2016)
3. Verificación y resultados (en el año 2016)

Como campo de acción de la investigación tenemos la energía alternativa derivada de la biomasa generada en una granja avícola.

Objetivo General

- Evaluar el potencial energético de la biomasa para producción y aprovechamiento de gas metano como energía alternativa.

Objetivos específicos

- Determinar el potencial energético de la biomasa en la granja avícola
- Determinar la cantidad de energía alternativa generada en el biodigestor.
- Verificar si el potencial energético de la biomasa de la avícola genera suficiente gas metano para el aprovechamiento como energía alternativa.

Hipótesis

La biomasa producida en la granja avícola Cynthia Elizabeth, puede generar gas metano suficiente para el aprovechamiento del potencial energético como fuente alternativa, si se diseña un biodigestor a partir de las características de la biomasa.

Sistema de tareas por objetivos específicos

La investigación propuesta se realizará en la Granja avícola Cynthia Elizabeth en el sector de Pujilí, utilizando los desechos propios de la granja siguiendo, tres fases operativas:

1. Revisión de antecedentes (en el año 2015)
2. Diseño experimental (en el año 2016)
3. Verificación y resultados (en el año 2016)

Así se cumplirá los objetivos específicos planteados:

- Determinar el potencial energético de la biomasa en la granja avícola

Para poder determinar el potencial energético de la biomasa generada en la granja avícola se revisara antecedentes, se realizara mediciones del volumen de biomasa generada en la avícola.

- Determinar la cantidad de energía alternativa generada en el biodigestor.

En un diseño experimental en un biodigestor se determinara la cantidad de biogás generado en el mismo en un determinado tiempo.

- Verificar si el potencial energético de la biomasa de la avícola genera suficiente gas metano para el aprovechamiento como energía alternativa.

Mediante los resultados de la investigación experimental se verificara si el potencial energético de la biomasa generada en la granja avícola es suficiente para el aprovechamiento propio de la avícola

El alcance de la investigación consiste en determinar el potencial energético de la biomasa que genera en la granja avícola Cynthia Elizabeth del cantón Pujili. Realizando mediciones del biogás generado en los biodigestores experimentales y determinando la cantidad de biomasa y biogás que puede ser extraída en las condiciones actuales. Con la información obtenida sugerir una propuesta de diseño de un biodigestor para la granja avícola a partir de la caracterización de la biomasa, para el aprovechamiento del gas metano como energía alternativa, el que tiene como finalidad disminuir el consumo de combustible fósiles y reducir el impacto ambiental producido por la acumulación de materia orgánica

En forma general se describe el contenido de cada uno de los capítulos que está compuesta la presente investigación

En el capítulo I se describe el marco teórico que soporta la investigación, haciendo referencia a las variables dependientes e independientes.

En el capítulo II se detalla la metodología aplicada, es decir el diseño de la investigación, las modalidades, tipos, y las variables dependiente e independiente.

En el Capítulo III se presentan los resultados obtenidos producto del análisis, medición y modelación para determinar el potencial energético de la biomasa y el aprovechamiento de la energía alternativa (biogás).

En el Capítulo IV se exponen las propuestas del diseño de un biodigestor para la granja avícola.

CAPITULO 1

1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

1.1 La biomasa y su procedencia

Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. Aunque los residuos puedan provenir de cualquier actividad, desde el punto de vista de su posible utilización industrial, los más importantes son los que provienen de la biomasa, es decir, lo que actualmente se denomina biomasa residual o residuos de origen vital, por cuanto que son renovables, es decir, que son generados año tras año.

Esta "biomasa" no es más que materia orgánica no fósil, en la que la radiación solar ha reducido el hidrógeno y el carbono mediante el proceso básico de la fotosíntesis, permitiendo así que pueda tener un aprovechamiento de tipo químico-industrial y, sobre todo, energético.

Esta biomasa, debido a los procesos de conversión a que se ve sometida, origina residuos, considerados así porque en el contexto en que son generados no tienen valor económico alguno. Incluso es de señalar que la mayor parte de estos residuos no sólo no se aprovechan, sino que además afectan negativamente al ambiente. Según indicado por: **Domínguez G (2010)** "Las energías renovables representan un pequeño porcentaje del consumo de energía primaria" (P. 36)

La biomasa se clasifica en:

a) Natural: Producida en ecosistemas naturales.

b) Residual; que comprende:

- Residuos forestales: Comprende los residuos de tratamientos silvícola y de cortes de pies maderables.
- Residuos agrícolas: Incluye los restos de podas, rastrojos de cultivos.
- Residuos de industrias forestales: Representa los aserraderos, fábricas de pasta y papel.
- Residuos de industrias agrícolas: Comprende los bagazos, orujos, cáscaras, vinazas, huesos.

- Residuos biodegradables: Se refiere a los purines, estiércoles, lodos de depuradoras, huesos, sebos.

c) Cultivos energéticos:

- Especies leñosas en turnos de 3 a 4 años y con 10 000 pies/Ha. Populus.
- Especies herbáceas. Miscanthus, Cynara.
- Cultivos para producir etanol (Trigo, maíz, patata, sorgo azucarero).
- Cultivos para producir biodiesel (colza, girasol, lino oleaginoso).

d) Excedentes agrícolas: Sirven para completar los cultivos no alimentarios y sustituir parcialmente los biocarburantes y los combustibles fósiles (aceite de algodón, aceite de soja, aceite de cártamo, etc.) en su caso.

1.1.1 Biomasa disponible con fines energéticos

La biomasa utilizada como energía de acuerdo al:

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007) La utilización de la biomasa como vector energético implica un análisis detallado de la disponibilidad y distribución de los recursos. El abastecimiento de una biomasa (renovable) disponible con fines energéticos posee dos soluciones principales: la biomasa de origen residual y los cultivos energéticos

1.1.1.1 Biomasa de origen residual

Puede definirse como el conjunto de materiales biomásicos generados en las actividades de producción, transformación y consumo, que en el contexto en el que son generados no tienen ningún valor económico. Los residuos constituyen sustancias de composición muy variable pero con un denominador común: en ocasiones son potencialmente contaminantes y en algunos casos mucho; son de no fácil eliminación, y en general su aplicación en el sector agrícola con fines de enmiendas, fertilizantes o energéticos, requiere unos procesos de transformación o manejo que pueden suponer una incidencia en principio negativa en el ánimo de quién pretenda utilizarlas.

La biomasa residual puede clasificarse dependiendo de su origen en:

- Residuos agrícolas y forestales.

- Residuos ganaderos y agroindustriales.
- Residuos sólidos urbanos.

1.1.1.2 Residuos agrícolas y forestales.

Los residuos agrícolas comprenden todas las partes de los cultivos alimentarios o industriales que no son consumibles o comercializables. Constituyen una serie muy heterogénea de productos, con el denominador común de una gran dificultad de eliminación, por tener como ya se ha mencionado, en muchos casos un elevado potencial contaminante.

Los residuos agrícolas pueden clasificarse en tres tipos:

- Raíces, hojas o frutos no aprovechables. Estos residuos se incorporan al suelo y contribuyen a mejorar considerablemente las propiedades físicas y biológicas del suelo y en menor grado a aumentar el contenido en nutrientes del suelo.
- Tallos, y en general, la parte aérea de la planta que es preciso separar para facilitar la recolección o las labores agrícolas. Una parte considerable de estos residuos herbáceos son consumidos por el sector ganadero, como es el caso de las pajas de leguminosas y algunas de cereal o residuos verdes de cultivos, como remolacha azucarera o ciertos residuos de huerta.
- Residuos con potencial interés energético. Generalmente se trata de residuos lignocelulósicos que se suelen quemar en las propias tierras de labor.

A esta categoría de residuos corresponden las pajas de los cereales grano y el cañote de maíz, algunos cultivos industriales como los textiles y oleaginosas (girasol, algodón) y la poda anual de frutales y viñedos que en otras épocas eran utilizados como combustible doméstico pero que hoy constituyen un problema de eliminación. Los sarmientos se utilizan generalmente como combustible en calderas, hornos, etc. Sin embargo no se han de despreciar como fuentes de obtención de celulosa con todo lo que esto conlleva: Obtención de papel, bioalcohol, biogás.

1.1.1.3 Residuos ganaderos y agroindustriales

Los residuos ganaderos, como el estiércol, que ha pasado, en gran medida, a ser un residuo al ser sustituido por abonos sintéticos.

Los residuos de las industrias agroalimentarias corresponden a aquellos de naturaleza orgánica que son producidos por las industrias derivadas de la agricultura (azucareras, fábricas de cervezas, destilerías) y la ganadería (mataderos, lecherías).

1.1.1.4 Residuos urbanos

Procedentes de la actividad humana en los núcleos urbanos. Su tratamiento y eliminación son un problema cada vez mayor, debido a su continuo crecimiento.

Pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Residuos sólidos urbanos (R.S.U.) o materiales procedentes de un proceso de fabricación, transformación, utilización y consumo cuyo poseedor los destina al abandono. Tienen composición muy variable aunque, en general, se puede afirmar que en un 50% están compuestos de materia orgánica y, por tanto, son susceptibles de ser aprovechados, bien energéticamente o bien en industrias de reciclado. Los residuos sólidos urbanos utilizables, por las características del proceso del aprovechamiento, provienen de núcleos de población de más de 100.000 habitantes.
- Aguas residuales, es decir, líquidos contaminados en su utilización con sustancias orgánicas o inorgánicas. Su tratamiento constituye una necesidad medio ambiental para evitar mayores contaminaciones en los cauces receptores de dichos líquidos. El fango obtenido en la depuración de las aguas residuales tiene un alto contenido en materia orgánica y, por tanto, puede ser utilizado como residuo energético.

1.1.1.5 Cultivos energéticos

Son cultivos específicos dedicados exclusivamente a la producción de energía. Estos cultivos, a diferencia de los agrícolas tradicionales, tienen como principales características su gran productividad de biomasa y su elevada rusticidad, expresada en términos tales como resistencia a las enfermedades y a la sequía, vigor y precocidad de crecimiento y capacidad de rebrote y de adaptación a terrenos

marginales. Una condición imprescindible para la viabilidad de este tipo de cultivos es la necesidad de que el balance energético de todo el proceso productivo sea positivo, es decir, que se produzcan más calorías de las que se han consumido en su obtención

Ventajas:

La biomasa es una fuente renovable de energía y su uso no contribuye a acelerar el calentamiento global; de hecho, permite reducir los niveles de dióxido de carbono y los residuos de los procesos de conversión, aumentando los contenidos de carbono de la biosfera.

La captura del metano de los desechos agrícolas y los rellenos sanitarios, y la sustitución de derivados del petróleo, ayudan a mitigar el efecto invernadero y la contaminación de los acuíferos.

Los combustibles biomásicos contienen niveles insignificantes de sulfuro y no contribuyen a las emanaciones que provocan “lluvia ácida”.

La combustión de biomasa produce menos ceniza que la de carbón mineral y puede usarse como insumo orgánico en los suelos. La conversión de los residuos forestales, agrícolas y urbanos para la generación de energía reduce significativamente los problemas que trae el manejo de estos desechos.

La biomasa es un recurso local que no está sujeto a las fluctuaciones de precios de la energía, provocadas por las variaciones en el mercado internacional de las importaciones de combustibles. En países en desarrollo, su uso reduciría la presión económica que impone la importación de los derivados del petróleo.

El uso de los recursos de biomasa puede incentivar las economías rurales, creando más opciones de trabajo y reduciendo las presiones económicas sobre la producción agropecuaria y forestal. Las plantaciones energéticas pueden reducir la contaminación del agua y la erosión de los suelos; así como favorecer el mantenimiento de la biodiversidad.

Desventajas:

Por su naturaleza, la biomasa tiene una baja densidad relativa de energía; es decir, se requiere su disponibilidad en grandes volúmenes para producir potencia, en comparación con los combustibles fósiles, por lo que el transporte y manejo se encarecen y se reduce la producción neta de energía. La clave para este problema es ubicar el proceso de conversión cerca de las fuentes de producción de biomasa, como aserraderos, ingenios azucareros y granjas, donde los desechos de aserrío, el bagazo de caña y las excretas de animales están presentes.

Aún no existe una plataforma económica y política generalizada para facilitar el desarrollo de las tecnologías de biomasa, en cuanto a impuestos, subsidios y políticas que cubren, por lo general, el uso de hidrocarburos.

El potencial calórico de la biomasa es muy dependiente de las variaciones en el contenido de humedad, clima y la densidad de la materia prima.

1.2 Biodigestor

Un biodigestor es una cámara hermética e impermeable en la que se depositan desechos orgánicos (estiércol o material vegetal) para producir en su interior una degradación anaeróbica de la cual se obtiene biogás y fertilizante líquido y sólido en menores cantidades.

El mecanismo básicamente consiste en alimentar el biodigestor con materiales orgánicos (estiércol) y agua cruda por período de 35 a 45 días aproximadamente durante los cuales, se produce el proceso bioquímico y la acción bacteriana, desarrollándose estas dos simultánea y gradualmente, todo esto en condiciones ambientales y químicas favorables, en esta acción se descompone la materia orgánica hasta producir biol y biogás (metano) para luego ser usado como combustibles (generación de calor y/o electricidad entre otros)

El uso de biodigestores domésticos alrededor del mundo está en crecimiento, en términos de número y de cobertura geográfica. Más de 40 millones de biodigestores se han instalado, la mayoría en China y la India, permitiendo el acceso a los beneficios de combustible limpio y fertilizante a alrededor de 200 millones de personas.

1.2.1 Tipos de biodigestores

1.2.1.1 Biodigestor tipo FLUJO CONTINUO, mejor conocido como “Salchicha”

En un biodigestor de flujo continuo se produce un proceso de biodigestión similar a un largo estómago o intestino en el que se digieren los excrementos; por un extremo se lo alimenta, por el otro extremo se obtiene el biol y por arriba se obtiene biogás.



Figura No. 1 Biodigestor de flujo continuo

¿Cómo funciona un Biodigestor de Flujo Continuo?

- Los desechos se ingresan por drenaje o se depositan de forma manual en un registro colector
- Los desechos tienen un tiempo de retención de 20-70 días dentro del reactor, que es el tiempo que toma para producir, capturar, almacenar y distribuir el biogás
- El biol se produce puede utilizarse o ser vendido como fertilizante orgánico o bioregenerador de suelos.

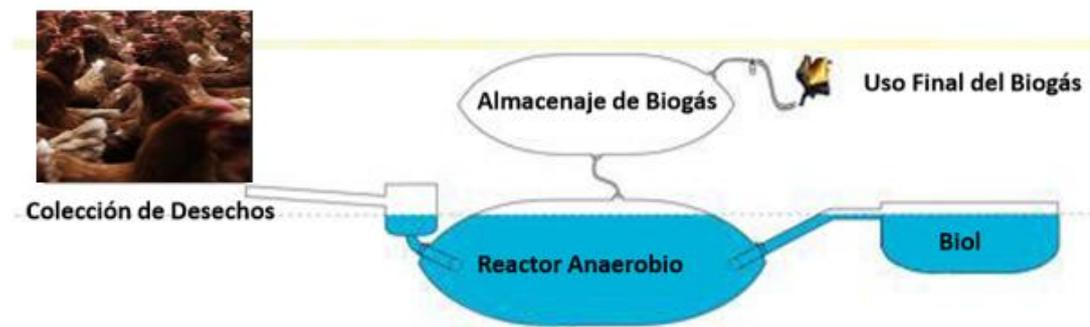


Figura No. 2 Funcionamiento del biodigestor

Ventajas y desventajas de los biodigestores

Ventajas:

- Disminución de la tala de los bosques al no ser necesario el uso de la leña para cocinar. Esta es una opción factible para comunidades aisladas o alejadas de los circuitos de distribución del gas comercial.
- El biogás presenta menos riesgo a la seguridad familiar en relación al gas de uso doméstico.
- Reducción del trabajo de los campesinos, principalmente de mujeres y niños debido a que dejan de buscar leña en lugares lejanos.
- Diversidad de usos (alumbrado, cocción de alimentos, producción de energía eléctrica, transporte automotor y otros).
- Producción de biol o biabono rico en nutrientes, ecológico y económico, además no contamina el ambiente en comparación con los fertilizantes químicos sintetizados.
- Mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental a través de la reutilización y transformación de los desechos orgánicos, como las excretas de animales (generalmente vacunos) contaminantes del ambiente y fuente de enfermedades para seres humanos y animales.
- Fomenta la unión familiar a través de la educación e involucramiento de todos sus integrantes, principalmente de adultos mayores, niños, niñas y de

personas con capacidades diferentes a través del intercambio de responsabilidades para el mantenimiento del biodigestor.

- Complementa y promueve un modelo de gestión integral sustentable de la finca y del manejo de sus recursos naturales.
- En el Ecuador actualmente existe un subsidio al precio del gas, esto hace que no se considere la obtención de energía proveniente de otras fuentes alternativas sin embargo; el biol obtenido del biodigestor compensa económicamente toda su inversión además que permite mantener un sistema de producción libre de contaminantes.

En cuanto a las desventajas se puede apuntar las siguientes:

- Requiere de un trabajo diario y constante, sobre todo para la carga de la materia orgánica.
- Dependiendo del modelo, requieren de mucho cuidado sobre todo cuando son construidos con plásticos, ya que éstos pueden ser fácilmente cortados y quedar inutilizados. Otros modelos pueden ser también de costos elevados aunque de mayor duración.
- Los beneficios de los biodigestores no han sido lo suficientemente difundidos.

Dentro de las desventajas es posible identificar dificultades técnicas resultantes de la construcción de biodigestores:

- El biodigestor debe encontrarse cercano a la zona donde se recoge la materia orgánica o sustrato; y a la zona en la cual se realiza su consumo.
- Debe mantenerse una temperatura constante y cercana a los 35 °C.
- Es posible que como subproducto se obtenga ácido sulfhídrico (H₂S), el cual es tóxico y corrosivo y causa malos olores.
- En caso de no contar con las medidas de seguridad se puede correr el riesgo de causar explosión.

1.2.1.2 Biodigestor tipo Sistema Biobolsa

Este sistema es modular muy flexible, duradero posee un sistema integral y es fácil de operar e instalar, entre mayor la temperatura ambiente, más eficiente es la biodigestión. En lugares con bajas temperaturas, el biodigestor se cubre con plástico invernadero



Figura No. 3 Biodigestor tipo biobolsa

1.3 Digestión anaerobia

La digestión anaerobia se produce a partir de polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos, realizada en las siguientes tres fases:

1. Hidrólisis y fermentación: La materia orgánica se descompone por acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias que hidrolizan las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos, y las transforman en monómeros y compuestos simples solubles.
2. Acetogénesis y deshidrogenación: Los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO_2 e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas.
3. Metanogénica: Se produce metano a partir de CO_2 e hidrógeno, por la acción de la actividad de bacterias metanogénicas.

La degradación anaerobia es producida por bacterias metanogénicas (en su tercera fase) que participan en la descomposición de desechos orgánicos en un ambiente húmedo, sin oxígeno y con una temperatura adecuada (aproximadamente 35 °C, a menor temperatura se requiere de más tiempo para producir la digestión anaerobia).

También se requieren de otros parámetros como:

- Hermetismo.- ambiente completamente hermético.
- Relación carbono/nitrógeno (C/N): La relación óptima de la materia orgánica C/N es 30:1; con una relación (10:1) existe pérdidas de nitrógeno asimilable reduciendo la calidad del material digerido. Con una relación (40:1) es demasiado amplia por lo que se inhibe el crecimiento debido a falta de nitrógeno.
- Presión.- La presión manométrica óptima es de 6 cm de agua dentro del biodigestor.
- Tiempo de retención (TR). – Es el tiempo que se demora desde el momento de la carga hasta la obtención de biol de buena calidad. En algunos casos el TR va desde los 35 hasta los 75 dependiendo de la temperatura. Tiempo corto de retención = mayor cantidad de biogás, biol de baja calidad. Tiempos largos de retención = baja cantidad de biogás, con biol de buena calidad.
- pH.- El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. Los valores óptimos de operación oscilan entre 6,7 y 7,5 con límites de 6,5 a 8,0

Tabla N° 1 Relación carbono Nitrógeno

| RELACIÓN CARBONO NITROGENO EN DIFERENTES SUSTRATOS | |
|--|----------------------------|
| SUSTRATO | RELACIÓN CARBONO/NITROGENO |
| papel | 150-200/1 |
| caña | 150/1 |
| pajas (trigo, cebada, avena, centeno) | 60-128/1 |
| cascarilla de arroz | 95/1 |
| hojas frescas | 40-80/1 |
| residuos frutos | 40/1 |
| follaje abundante | 10/1 |
| follaje en plena floración | 20/1 |
| follaje maduro | 50/1 |
| rastrojo de leguminosas | 10-15/1 |
| estiércol de bovinos | 18-40/1 |
| residuos de pansa (camal) | 20-30/1 |
| estiércol de equinos | 18-25/1 |
| estiércol de porcinos | 16-20/1 |
| estiércol de aves | 7/10/1 |
| desechos humanos | 5-20/1 |

Fuente: Ruiz Ríos, (2010)

En la investigación realizada por **Ruiz R. (2010)** “La estabilidad del proceso anaerobio depende de los factores mencionados arriba, siendo los principales la temperatura y el pH del material biodegradado, aspectos que en el campo son de fácil obtención, control y manejo”. (P.49) Ver Anexo 5.1

1.4 Biogás

En la investigación Valoración del biogás en un relleno sanitario menciona que:

(Schmidt. F 2009) El biogás producido por la degradación anaeróbica de los residuos representan un yacimiento de energía importante, en forma de metano (CH₄). La destrucción del metano en CO₂ por incineración es útil para reducir el efecto invernadero del biogás así como para disminuir los olores. La valoración energética necesita técnicas de captación del biogás (pozos, drenes, coberturas, entre otras) que pueden ser sencillas, realizados con tecnologías apropiadas. Finaliza indicando que, la valoración en forma térmica es la más rentable y simple si hay grandes usuarios en la vecindad (fábricas de ladrillos o tejas, destrucción de carne o de desechos infecciosos, lavanderías industriales, desecación de productos). Si no es el caso, la transformación en electricidad se puede hacer también pero necesita un mantenimiento continuo y profesional.

Según menciona **Colmenares S (2009)** “El período de tiempo que se requiere para que los residuos sólidos domésticos se degraden y se produzca biogás dependerá del número de organismos presentes en la basura, nutrientes, temperatura, acidez (pH), contenido de humedad, cobertura y densidad de compactación” (P.28)

1.4.1 Usos de biogás y biol (Fertilizante)

El biogás y biol son el resultado de la descomposición de la materia orgánica dentro del biodigestor (sin presencia de oxígeno); el biol por lo general contiene nutrientes fácilmente asimilados por las plantas; en tanto que el biogás puede ser utilizado en la generación de calor entre otros.

El biogás y biol (fertilizante) pueden ser utilizados de la siguiente forma

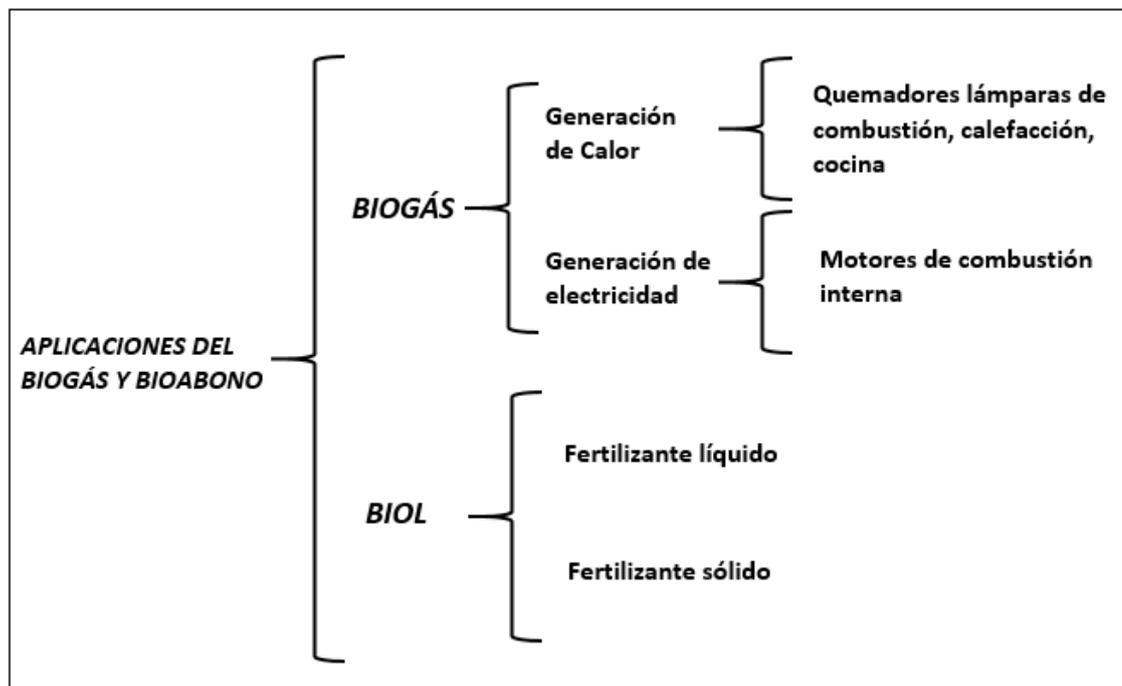


Figura No. 4 Aplicaciones del biogás

1.4.2 Evolución y composición del biogás

Según describe **Camargo. V (2009)** “El proceso de descomposición de residuos orgánicos resulta complejo y ocurre en diversas etapas de acuerdo con las condiciones del medio, determinadas por la temperatura, la presencia de oxígeno” (P. 59)

Las características de la materia orgánica y el tiempo principalmente se identifican cinco fases durante el proceso:

- Proceso uno

Aeróbica, que inicia inmediatamente después de la disposición de los residuos sólidos en el relleno sanitario. En la que las sustancias fácilmente biodegradables se descomponen por la presencia de oxígeno y se propicia la formación de dióxido de carbono (CO_2), agua, materia parcialmente descompuesta registrando temperaturas entre 35 y 40 °C.

- Proceso 2

Aeróbica con el desarrollo de condiciones anaeróbicas en la que ocurre el proceso de fermentación. Actúan los organismos facultativos con la producción de ácidos orgánicos y reduce significativamente el pH. Son condiciones propicias para la liberación de metales en el agua y la generación de dióxido de carbono (CO_2).

- Proceso 3

Anaeróbica, resultado de la acción de organismos formadores de metano (CH_4), que en las condiciones adecuadas, actúan lenta y eficientemente en la producción de este gas mientras reducen la generación de dióxido de carbono (CO_2).

- Proceso 4

Metanogénica estable, que registra la más alta producción de metano oscilando entre 40-60% de metano (CH_4) en volumen.

- Proceso 5

Estabilización, la producción de metano (CH_4) comienza a disminuir y la presencia de aire atmosférico introduce condiciones aeróbicas en el sistema.

1.4.3 Composición y características del biogás

Según **Dias E. (2006)** “Se llama biogás a la mezcla constituida por metano (CH₄) aproximadamente entre un 55 % a un 70 %, de dióxido de carbono entre 25 – 45 % y de otros gases que se encuentran en pequeñas cantidades como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno” (P.72)

Tabla N° 2 Composición y características del biogás

| Composición y características del biogás | | | | |
|--|---------------------------|---|---|-------|
| Características del biogás | CH ₄ Metano | CO ₂ anhídrido Carbónico | H ₂ S sulfuro de hidrogeno | OTROS |
| Proporciones % Volumen | 50 ÷ 70 | 27 ÷ 44 | 1,5 ÷ 2 | 3 |

Fuente: Dias E. (2006)

En la tabla 2 y 3, se muestra los parámetros fisicoquímicos del sustrato y la composición del biogás.

Tabla N° 3 Parámetros fisicoquímicos del sustrato

| Parámetros | Promedios | | |
|----------------------|-----------|----------|----------|
| | 30 días | 60 días | 90 días |
| Temperatura promedio | 28.48°C | 30.72°C | 32.88°C |
| pH | 6.47 | 6.99 | 7.14 |
| Oxígeno disuelto | 0.09 ppm | 0.22 ppm | 0.31 ppm |

Fuente: Dias E. (2006)

Tabla N° 4 Composición del biogás

| Composición del biogás | Concentración | | |
|------------------------|---------------|-----------|-----------|
| | 30 días | 60 días | 90 días |
| CH ₄ | 59.34% | 66.18% | 62.89% |
| CO ₂ | 30.95% | 30.06% | 31.25% |
| N ₂ | 7.35% | 3.27% | 5.27% |
| O ₂ | 2.30% | 0.47% | 0.886% |
| H ₂ S | 15.00 ppm | 16.58 ppm | 16.38 ppm |

Fuente: Aguilar FX (2006)

En el análisis expuesto por **Aguilar FX (2006)** menciona “La temperatura del proceso, es mayor a la temperatura promedio del estado. Los valores encontrados son mayores para el metano y menores para el dióxido de carbono, aunque estos manejan excrementos frescos”

1.5 Argumentación acerca de la necesidad de la investigación

El presente trabajo tiene la virtud de manejar dos importantes vertientes que constituyen problemas en la actualidad, estos son la acumulación de desechos orgánicos que genera la granja avícola, causante de enfermedades de la piel y de tipo respiratorio, además de elevar los niveles de contaminación ambiental, y por otro lado la escasez de fuentes energéticas alternativas para no depender directamente de combustibles fósiles (carbón y petróleo), así aportamos con el cambio de la matriz productiva impulsada por el gobierno ecuatoriano.

Con este trabajo se pretende en todo caso disminuir la acumulación de desechos orgánicos generados en la granja avícola, mediante un sistema que a la vez traerá como beneficio crear y aprovechar fuentes de energía alternativa.

Según lo indicado por: **Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007)** “la utilización de energías alternativas contribuye a la generación de espacios más limpios, contribuye al ahorro económico de microempresas.”(P. 11) Por lo antes mencionado es preciso destacar que se trata de un proyecto totalmente novedoso, es decir diseñar un biodigestor que producirá gas metano y a su vez se aprovechara la energía alternativa, lo cual sugiere el aprovechamiento de los desechos orgánicos, disminuyendo el volumen de los mismos, al resultar el diseño de este sistema constituirán un punto de partida para una nueva generación de biodigestores que aprovechara la energía alternativa, con los correspondientes aportes generaran un ambiente más saludable y limpio por disminución de desechos orgánicos con un significativo aporte tecnológico y metodológico representado en el esquema funcional de la transformación de los desechos a gas natural aprovechable que puede ser realizado incluso a gran escala, considerando el enorme potencial de los desechos generados en las granjas avícolas.

1.5.1 Fundamentación legal

Dado el reto que representa el cambio de matriz energética y productiva en el país, el análisis riguroso de todos los factores que intervienen en los procesos de transformación es imperante para el cumplimiento de las metas gubernamentales, en un marco de suficiencia y renovabilidad. Sobre esta base el INER ha planteado el desarrollo de un proyecto cuyo objetivo es la gestión integrada de la información energética, así como la evaluación e implementación metodologías para el análisis de escenarios de prospectiva energética multicriterio. Según estos se ha indicado de acuerdo al:

INER, (2016) “Uno de los aspectos clave contemplados es la consolidación de capacidades técnicas y científicas interinstitucionales para la elaboración de modelos prospectivos cuyos resultados permitirán fortalecer los mecanismos políticos y estratégicos para garantizar la seguridad energética y la sostenibilidad ambiental, incidiendo en la reestructuración de la matriz energética, la transformación de la matriz productiva, y la erradicación de la pobreza.”

Debido a la gran demanda de combustibles fósiles que existe actualmente, el ser humano busca una fuente de energía alterna para satisfacer sus necesidades básicas, para lo cual ha recurrido a las fuentes alternas de energía llamadas Energías Renovables, dentro de las cuales se encuentra la biomasa. Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, dentro de los cuales se encuentra los residuos de industrias agrícolas.

En la provincia de Cotopaxi, específicamente en la ciudad de Pujili, se encuentran varias granjas avícolas las cuales producen grandes cantidades de materia orgánica, de las cuales no se aprovecha su potencial.

Según lo que indica el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable al 2013:

INER (2016) La demanda nacional de derivados de petróleo (diésel, gasolina y GLP) fue aproximadamente 74 millones de barriles equivalentes de petróleo teniendo una tasa de crecimiento promedio del 6% en la última década. Mientras que las fuentes de energía derivada de la biomasa en la demanda nacional es solamente del 3%

Esta situación genera dependencia de un energético fósil importado y una importante salida de divisas al exterior que afecta la balanza comercial del país e impide utilizar esos recursos para el desarrollo nacional.

Además el estado Ecuatoriano menciona según:

Asamblea Constituyente (2008) Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Asamblea Constituyente (2008) Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

Asamblea Constituyente (2008) Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos.

1.5.2 Fundamentación social y ambiental

La generación de residuos avícolas es un problema al cual la sociedad debe hacer frente. Tanto los ciudadanos como las industrias, generamos residuos cada día, y el destino de la mayoría de ellos es el vertido, con el impacto negativo al ambiente que implica esta práctica. No obstante existen otras alternativas de gestión más recomendables y sostenibles, como es la reducción de la producción de residuos, el reciclaje y la reutilización, o la valoración material o energética. Europa establece unos objetivos en este sentido, y plantea la valoración energética de los residuos mediante mecanismos como la incineración directa, la producción y valorización de biogás, o el aprovechamiento de los residuos como combustible. Se trata de convertir la basura en energía útil, que debemos también aprovechar en el Ecuador.

Cada día se genera residuos sólidos agrícolas y ganaderos en las ciudades que son almacenados en terrenos, distribuidos para la fertilizantes en la agricultura o estos son enterrados, y con el tiempo terminan generando gas metano que puede llegar a la atmósfera, donde se transforma en dióxido de carbono, principal causante del calentamiento a nivel global. Dicho metano puede ser aprovechado para la generación de energía, evitando el grave perjuicio que supone su liberación a la atmósfera.

El aprovechamiento de los residuos, aguas residuales, residuos agrícolas y ganaderos, residuos urbanos o industriales, restos de árboles o de cosechas, para la generación de energía útil como electricidad o calor, según lo expuesto por **Rodríguez (2003)** “es una fuente de producción energética con un gran potencial, que contribuye por un lado a una gestión de residuos más sostenible, y por otro, a reducir la dependencia energética de otros países productores” (P. 78)

La valorización de los residuos o su transformación en energía útil, es considerada como una opción de aprovechamiento de una fuente de energía renovable, aunque más compleja que otras, por lo que cuenta con detractores y defensores. La acumulación de residuos orgánicos, genera componentes químicos que pueden ser perjudiciales para la atmósfera, sin embargo muchos coinciden en que es un método limpio y renovable en su totalidad. Además, el hecho de que los propios ciudadanos adquieran al hábito de separar la basura, sirve para aprovechar aún más dichos residuos para la obtención de energía. No obstante, el primer paso siempre consistirá en la reducción en la generación de residuos.

No obstante en el Ecuador existen varias leyes y reglamentos que mencionan:

Asamblea Constituyente, (2008) Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Asamblea Constituyente, (2008) Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

1.6 Bases teóricas particulares de la investigación

1.6.1 Generalidades de la granja avícola

La granja avícola Cynthia Elizabeth se encuentra ubicado en el cantón Pujili Provincia de Cotopaxi a una altura de 2680 msnm, consta de áreas para la ubicación de las aves y su producción de huevos. En siguiente figura se muestra la ubicación de la granja avícola.

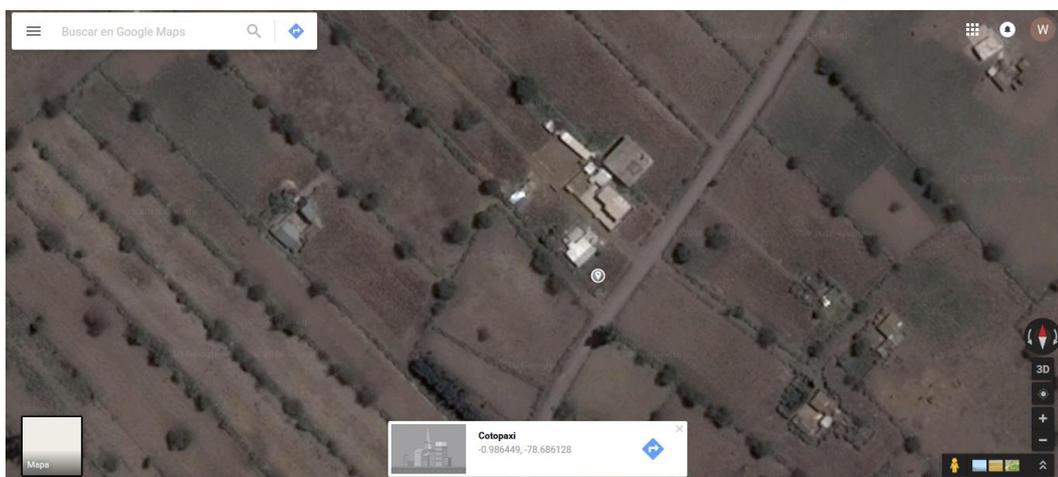


Figura No. 5 Ubicación de la granja avícola

1.6.1.1 Descripción de las instalaciones de la granja avícola

La granja avícola Cynthia Elizabeth posee un área de 2500m² con un área de construcción de 437m², en donde se encuentra ubicado el galpón de producción dividido en dos partes con 3000 aves en cada una.

La generación de materia orgánica en la producción de la granja avícola es 40m³ cada mes y medio que realizan su evacuación, la cantidad de desecho orgánico diario es 0,89 m³ /días de un total de 6000 aves y cada una produce 0,15 kg/día.



Figura No. 6 Producción de la granja avícola

1.7 Conclusiones parciales del capítulo 1

- Se revisó y estudió diferentes bibliografías de trabajos relacionados con el tema que sirvieron de base para desarrollar nuestra investigación para la producción de biogás a partir de materia orgánica de origen avícola existentes en el área objeto de estudio tomando en consideración sus particularidades.
- Se explicaron los principios fundamentales para la descomposición anaeróbica de la materia orgánica como un método útil para la producción de biogás que puede ser aprovechado su potencial energético.
- El estudio e implantación de esta tecnología tiene resultados positivos para la protección del medio ambiente y sirve como un multiplicador para que en un futuro gran número de granjas avícolas aprovechen los residuos orgánicos para la producción de biogás.

CAPITULO 2

2 METODOLOGÍA

2.1 Diseño de la investigación

Se recogen estructuralmente los elementos metodológicos generales que describen las distintas etapas llevadas a cabo, en base a ello se ha podido dar forma al modelo de la investigación facilitando el entendimiento y brindando una guía para el desarrollo de la misma.

2.1.1 Modalidad de la investigación

Se han aplicado algunas modalidades que han permitido su desarrollo de la investigación.

2.1.1.1 De Campo

Es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en el que se producen los acontecimientos. El investigador toma contacto en forma directa con la realidad para obtener información requerida

La presente investigación va a ser con Modalidad de Campo debido a que el investigador va a estar en contacto en forma directa con el objeto de estudio y se va a realizar mediciones para determinar la cantidad actual del objeto de investigación.

2.1.1.2 Bibliográfica - Documental

Constituye la investigación del problema determinado con el propósito de ampliar, profundizar y analizar su conocimiento, producido éste por la utilización de fuentes primarias en el caso documentos y secundarias en el caso de libros, revistas, periódicos y otras publicaciones.

En la investigación se realizara evaluaciones de tal forma de documentar las características de la biomasa. Como referencia se utilizara tablas, resultados de otras

investigaciones con el fin de extraer los datos comparativos tratando de llegar a los valores referenciales.

2.1.1.3 Experimental

Es el estudio en que se manipulan ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes. El propósito es precisar la relación causa efecto.

Utilización de un diseño de un biodigestor experimental con el fin de obtener resultados en la generación de gas metano para el aprovechamiento en la granja avícola.

2.1.1.4 Modalidades especiales Proyecto - Factible

Comprende la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

Desarrollo de un diseño de biodigestor para la generación de gas y ser aprovechado su energía alternativa en la granja avícola

2.1.2 Tipo de investigación

Se detallan los tipos de investigación utilizados

2.1.2.1 Exploratorio

Pone al investigador en contacto con la realidad, observación preliminar del área, elementos y relaciones del objeto de estudio. Conocimiento superficial.

La investigación será Exploratorio debido a que el investigador va a estar en contacto en forma directa con el objeto de estudio y se va a realizar mediciones para determinar la cantidad actual del objeto de investigación.

2.1.2.2 Correlacional

Permite identificar asociaciones entre variables y establecer relaciones estadísticas. Debido a la existencia de una correlación de las variables podemos plantear la investigación como una dependencia entre las variables planteadas con el propósito de llegar al objetivo general de la investigación.

2.1.2.3 Explicativo

Comprueba experimentalmente una hipótesis. Detecta los factores que determinan ciertos comportamientos. (Variables con otras variables)

Por medio del proyecto de investigación llegamos a determinar si el potencial energético de la biomasa de la granja avícola Cynthia Elizabeth puede generar gas metano, si se diseña un biodigestor así se aprovechara su energía alternativa.

2.2 Determinación de las variables

Al inspeccionar la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujili se define las siguientes variables mediante una pregunta.

¿Es suficiente el potencial energético de la biomasa para generar gas metano en un biodigestor para ser aprovechado su energía alternativa?

- Existe una acumulación descontrolada de materia orgánica

Esta principal causa incide en:

- No es aprovechado el potencial energético de la biomasa en la generación de gas metano (CH₄).

Variables de la investigación.

Independiente: Potencial energético de la biomasa

Dependiente: Gas metano como energía alternativa

Analizando las variables descritas se encuentra que la causa prioritaria es que al no tener una cuantificación del potencial energético existente en la granja avícola, su efecto de prioridad es que no se puede aprovechar su energía alternativa del biogás.

2.2.1 Operacionalización de las variables

A continuación se describe la operacionalización de las variables en las cuales se va a trabajar en la presente investigación.

Tabla N° 5 Variable independiente

| Variable independiente | Potencial energético de la biomasa | | | |
|--|--|---|----------------------|--|
| Conceptualización | Dimensiones | Indicadores | Items básicos | Técnicas e Instrumentos |
| Capacidad para producir energía que puede ser aprovechada en otra actividad a partir de una masa o elemento físico | Elemento que aprovechado se puede transformar en energía | Cantidad de biomasa para producir energía | m ³ | Mediciones Medidores de volumen |
| | | Características de la biomasa (Composición química) | % | Comparaciones Análisis de laboratorio |

En la variable independiente obtendremos los indicadores de la cantidad de biomasa para la producción de biogás y obtener las características químicas de la biomasa para estos indicadores utilizaremos medidores de volumen y análisis de laboratorio

Tabla N° 6 Variable dependiente

| Variable dependiente | Gas metano energía alternativa | | | |
|--|---------------------------------------|---|----------------------|---|
| Conceptualización | Dimensiones | Indicadores | Items básicos | Técnicas e Instrumentos |
| El metano es un gas incoloro, inflamable, no tóxico, cuya fórmula química es CH ₄ . Este gas se produce de forma natural por la descomposición de la materia orgánica. Los humedales, el ganado y la energía son las principales fuentes que emiten metano a la atmósfera, donde actúa como gas de efecto invernadero. | Energía alternativa | Cantidad de biogás generado en un biodigestor | m ³ /días | Mediciones del flujo de gas producido Manómetros y recipiente graduado |
| | | Poder calórico del biogás | kJ/kg | Medición Calorímetro |

En la variable dependiente obtendremos los indicadores de la cantidad de biogás generado en un biodigestor y su poder calorífico mediante medidores de volumen y mediciones del poder calorífico

2.3 Metodología para el diseño del biodigestor

El estiércol animal genera un gran potencial energético si se trata mediante la tecnología de fermentación anaeróbica en biodigestores, plantas de biogás, según **Martinez,C. (2003)** “en la actualidad muchos de los biodigestores construidos no son explotados debido a su mala ubicación o mal diseño” (P. 54).

En su investigación menciona **Gil. E, (1982)** ”La experiencia ha demostrado, que una de las dificultades que se presenta para la construcción de los biodigestores, es la determinación de sus parámetros constructivos (P.35). Además expresa **Grundey. K. (1983)** “El cálculo resulta una tarea compleja ya que de ellos depende el correcto funcionamiento y eficiencia del biodigestor” (P. 76)

En el caso particular del cálculo, el problema está dado, en la determinación de los parámetros de altura y diámetro del tanque de fermentación, para obtener el volumen deseado en correspondencia con el volumen de la cúpula, según el objetivo para lo cual se va a diseñar la planta.

2.3.1 Elementos que se compone el biodigestor

Tanque de digestión: Es el que define la denominación del biodigestor. El mismo está compuesto por la cámara de fermentación y la cúpula. En la cámara de fermentación anaeróbica el material a descomponer permanece un determinado tiempo, llamado tiempo de retención, en el cual ocurre la degradación y liberación del biogás. Su geometría es cilíndrica y su capacidad está dada por el volumen de material a degradar. La función de la cúpula es almacenar el gas en los momentos que no existe consumo, pues la producción de gas es ininterrumpida a lo largo de todo el día. La capacidad de almacenaje de la cúpula depende del volumen de la cámara de fermentación.

Laguna de compensación: En ella se acumula el material ya fermentado (digerido), donde puede recogerse. La capacidad de la laguna está en dependencia del volumen del biodigestor (un tercio del mismo) y puede tener diferentes formas (cuadrada, circular, rectangular) y construirse encima de la cúpula o al lado del tanque de fermentación.

Registro de carga: Puede tener variadas formas y su tamaño depende del diseño del digestor. En el mismo se introduce el material a fermentar, mezclándose con agua en las proporciones adecuadas y homogenizándose.

Conducto de carga: Comunica al registro de carga con el tanque de fermentación.

2.3.2 Principales parámetros para el cálculo de una planta de biogás

- Volumen del digestor: Volumen de la materia orgánica más el agua
- Volumen de la cámara de fermentación
- Volumen de la campana: Valor máximo de almacenamiento de gas
- Volumen de carga: Se refiere al volumen total de materia ya diluido que penetra dentro del digestor por día
- Tiempo de retención: Este parámetro indica la cantidad de tiempo en días que permanece el material dentro del digestor.

2.4 Diseño del equipamiento experimental

2.4.1 Construcción de los biodigestores experimentales

Se construyó tres biodigestores, para lo cual se utilizó tachos plásticos cilíndricos con una capacidad de 220 litros, en la parte superior se encuentran acoplados el conducto de salida de ½” que comunica con la cámara de reacción, en el cual se acopló una válvula de ½” para el control de la salida del biogás.

En la parte lateral a la altura de la tercera cuarta parte de los tachos se instaló una salida de 2” comunicada en su interior a 45° hasta el fondo del mismo y una salida al costado inferior de 1” para su drenado.

En la parte superior se instaló un envase plástico para la captación y almacenamiento del biogás, además de la entrada de alimentación de biomasa al biodigestor.

Se comprobó la hermeticidad del biodigestor colocando agua y revisando si hay presencia de fugas en sus acoples asegurando la no presencia de oxígeno en el interior del mismo.

Este diseño se lo tomo de la investigación “Biodigestores a pequeña escala” que prácticamente es un manual de biodigestión ya que cuenta con la experiencia de su construcción y montaje en una escuela rural “Jose San Martin” de la provincia Santa Fe Colombia.

En la siguiente figura se muestra el ensamblaje del biodigestor con sus elementos y las herramientas utilizadas



Figura No. 7 Construcción del biodigestor

Tabla N° 7 Herramientas y materiales utilizados en la construcción del biodigestor

| DETALLE | IMAGEN | DETALLE | IMAGEN |
|------------------|---|--------------------------|--|
| Tanque 220litros |  | Destornilladores |  |
| Cinta métrica |  | Sellador |  |
| Sierra |  | Cinta teflón |  |
| Taladro y brocas |  | Compresor |  |
| Llaves |  | Tanque de almacenamiento |  |

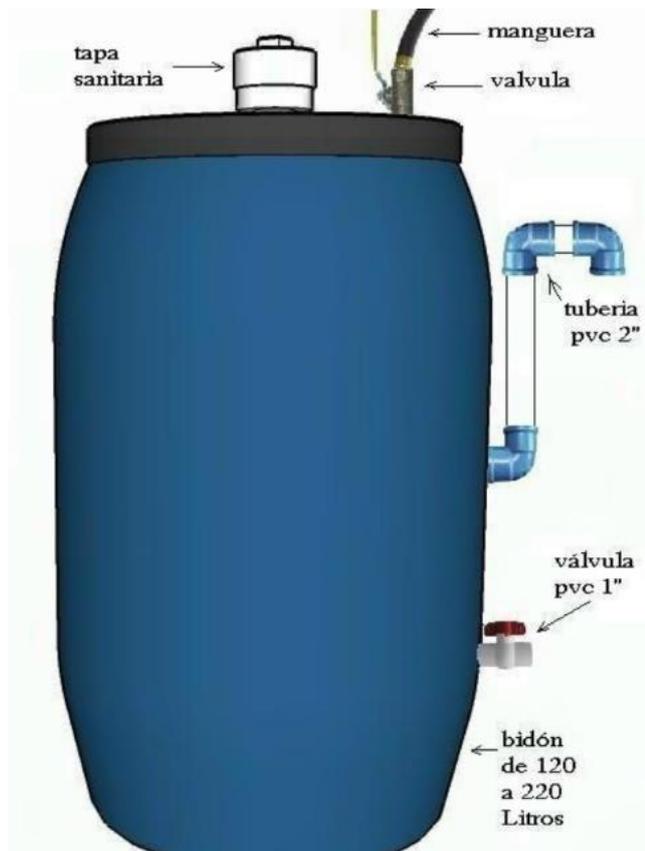


Figura No. 8 Biodigestor experimental

En los anexos evidenciamos el plano del diseño experimental del biodigestor para la degradación de la biomasa en ausencia del oxígeno y obtener biogás para el aprovechamiento del mismo ver Anexo 5.2

2.5 Descripción metodológica del experimento

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se realizó tres experimentos en biodigestores de las mismas características, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

Biodigestor N°1, 2 y3

Cantidad de biomasa 80 kg

Cantidad de agua 50 litros

Tiempo de degradación 40/45 días

Se procedió a selección de la biomasa, posteriormente se pesó la cantidad requerida de biomasa, para su posterior colocación en el tanque biodigestor., finalmente se colocó el agua para obtener una mezcla uniforme. Se procedió a serrar herméticamente el biodigestor, para semanalmente tomar datos de la cantidad de biogás generado

2.5.1 Descripción del experimento para la producción de biogás

Una vez colocada la biomasa dentro de los reactores, inicia su degradación en ausencia del oxígeno empezando a producir biogás, en el transcurso de 40/45 días existe una acumulación de biogás en el interior de los reactores (cámara de presión), para la captación del mismo se lo hace abriendo la válvula de desfogue la cual se encuentra conectada a una bolsa graduada obteniendo así el biogás para realizar las pruebas.



Figura No. 9 Captación del biogás

2.5.2 Descripción del experimento para la caracterización de la biomasa y biol

Se recolecto muestras directamente de la fuente para él envío al Laboratorio AQUALAB para su respectivo análisis.

2.5.2.1 Medición de ph

Consta de un potenciómetro, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia, y un dispositivo de compensación de temperatura. Un circuito se completa a través del potenciómetro cuando los electrodos se sumergen en la solución de ensayo. Muchos medidores de pH son capaces de leer el pH o milivoltios y algunos tienen expansión de la escala que permite la lectura a 0,001 unidades de pH, pero la mayoría instrumentos no son tan precisos. Ver Anexo 5.3

2.5.2.2 Determinación de Conductividad

El límite de cuantificación para Conductividad eléctrica es de 10,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y el límite de cuantificación de sólidos totales disueltos es de 10,00 mg/L. El rango de medición comprende de 9,95-9982 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de C.E, que se aplica para las matrices de aguas naturales, residuales y lixiviados.

El rango de medición para sólidos totales disueltos es de 6.63-6655 mg/L de STD, que se puede aplicar para las matrices de aguas naturales, de consumo y aguas industriales negras y grises. Ver Anexo 5.4

2.5.2.3 Determinación de metales pesados

Describe la sistemática para la determinación de elementos metálicos mediante Espectrometría de Absorción Atómica (AAs, siglas en inglés). Así como los procedimientos de preparación, extracción y digestión de los analitos de interés.

El método es simple, rápido y aplicable a gran número de muestras ambientales incluyendo a aguas subterráneas, muestras acuosas, extractos, lixiviados, desechos industriales, suelos, lodos, sedimentos, y descargas similares.

Este procedimiento específico se aplica al equipo: Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer Analyst 300 EFQ/061 a utilizarse en el laboratorio para análisis de aguas subterráneas, muestras acuosas, extractos, lixiviados, desechos industriales, suelos, lodos, sedimentos, y descargas similares.

Todas las muestras requieren una previa digestión, a excepción del análisis de los constituyentes disueltos.

El análisis de elementos disueltos no requiere digestión si las muestras han sido filtradas y acidificadas. Ver Anexo 5.5

2.5.2.4 Determinación de sólidos totales

Es un método aplicable a muestras de aguas naturales, descargas industriales y de consumo. El rango de trabajo comprende desde 100,00-20000,00mg/L.

El agua muy mineralizada con una concentración significativa de calcio, magnesio, cloruros y/o sulfatos pueden ser higroscópicos y requerir un secado prolongado, una desecación apropiada, y peso rápido. Elimínese gran parte de partículas flotantes, o los aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos, para la muestra si este es determinado si se decide que su inclusión no es deseable en el resultado final.

Dispersar los aceites flotantes visibles y grasa con una agitadora antes de retirar una porción de muestra para el análisis. Porque un residuo excesivo en un plato puede formar una trampa de agua incrustada. Ver Anexo 5.6

2.5.2.5 Análisis de fósforo

Extracción de fosfatos con sodio bicarbonato y determinación colorimétrica, según Olsen.

La determinación colorimétrica de fosfatos en base del complejo azul de molibdeno se aplica también en la determinación de fosfatos en muestras de aguas y para la determinación del fósforo en el análisis foliar de plantas. Ver Anexo 5.7

2.5.2.6 Análisis de carbono

Carbono orgánico total, C_{org} , en suelos se puede determinar

- fotométricamente después de oxidación de la materia orgánica con potasio dicromato (según Walkley-Black);
- gravimétricamente en base de la pérdida de peso después de calcinar de la muestra.

La gravimetría se aplica también para la determinación de cenizas en el análisis bromatológico.

La sustancia orgánica se calcula en base del C_{org} asumiendo que la materia orgánica de los suelos contiene 58% de carbono.

En el análisis de plantas y foliares, la incineración y determinación gravimétrica sirve para determinar cenizas. Ver Anexo 5.8

2.5.2.7 Determinación de humedad

Determinación gravimétrica de sustancia seca y contenido de humedad, respectivamente, en muestras sólidas, tales como suelos, sedimentos, plantas, balanceados.

El valor de sustancia seca se necesita en todos los cálculos de resultados de otros parámetros.

Debido a que el contenido de agua en muestras sólidas puede variar considerablemente, todos los resultados se deben relacionar a sustancia seca como base común para poder comparar datos.

Características y hojas técnicas de los elementos de laboratorio se refleja en anexos. Ver Anexos 5.9

2.5.3 Descripción del experimento para la caracterización del biogás

Una vez transcurrido el tiempo de degradación de la biomasa dentro del digestor y obtenido el biogás de este proceso anaerobio, el biogás se almacena en una bolsa graduada, como en el interior del digestor existe una cámara de presión al abrir la válvula podemos notar la presencia de biogás para esto utilizamos los siguientes equipos:

- Una bolsa graduada 1 a 1000ml para almacenamiento y cuantificación de biogás producido
- Un acople de cocina a gas para la prueba calórica del biogás
- Fósforos para la prueba de encender el biogás
- Tanque hermético para la transferencia de biogás
- Compresor para la captación y transferencia del biogás

2.5.4 Descripción de la transferencia del biogás al tanque de almacenamiento

Para la transferencia del biogás obtenido de los biodigestores experimentales a un tanque hermético utilizamos el compresor de un equipo de refrigeración, el mismo que es conectando a la salida del biodigestor y al tanque hermético, producimos un vacío con el mismo compresor al tanque de almacenamiento, luego traspasamos el biogás del biodigestor al tanque además se acopla una manguera y el dispositivo de cocina para realizar la prueba de combustión



Figura No. 10 Traspaso del biogás

2.5.5 Descripción del proceso de combustión

Para la prueba de combustión del biogás luego de la transferencia del biogás al tanque de almacenamiento obteniendo la suficiente presión (1,5 psi aproximadamente) en el interior del mismo y acoplado el sistema de combustión se realiza la prueba de combustión, acoplando una hornilla en un recipiente con un litro de agua se procede a tomar el tiempo hasta que el agua ebullicione, obteniendo en un tiempo de 16 minutos la ebullición del litro de agua.



Figura No. 11 prueba de combustión



Figura No. 12 Diferencia de peso y volumen

2.5.6 Poder calórico

Poder calórico es la cantidad de calor que entrega un kilogramo, o un metro cúbico, de combustible al oxidarse en forma completa, es decir cuando el carbono pase a anhídrido carbónico

UNIDADES (kcal/ /kg) ; (kcal /m³) ; (BTU/ /m³) ; (BTU/lb) ; (BTU/pie³)

El poder calórico de un combustible puede ser:

- Poder Calórico Superior (PCS)
- Poder Calórico Inferior (PCI)

2.5.6.1 Poder calórico superior

El poder calórico superior se define suponiendo que todos los elementos de la combustión (combustible y aire) son tomados a 0°C y los productos (gases de combustión) son llevados también a también a 0°C después de la combustión, por lo que el vapor de agua se encontrará totalmente condensado.

Vapor de agua que proviene de:

- la humedad propia del combustible
- el agua formada por la combustión del hidrógeno del combustible.

De esta manera al condensar el vapor de agua contenido en los gases de combustión tendremos un aporte de calor de: 597 kcal / kg vapor de agua condensado

2.5.6.2 Poder calorífico inferior

El poder calorífico inferior considera que el vapor de agua contenido en los gases de la combustión no condensa.

Por lo tanto no hay aporte adicional de calor por condensación del vapor de agua. Solo se dispondrá del calor de oxidación del combustible, al cual por definición se denomina:

Poder Calorífico Inferior del Combustible

2.5.7 INTERPRETACION GRAFICA DEL PODER CALORIFICO

2.5.7.1 Grafica del poder calorífico inferior

Para obtener el Poder Calorífico de un combustible es necesario que todo el carbono (C) se oxide en forma completa pasando a anhídrido carbónico (CO₂)

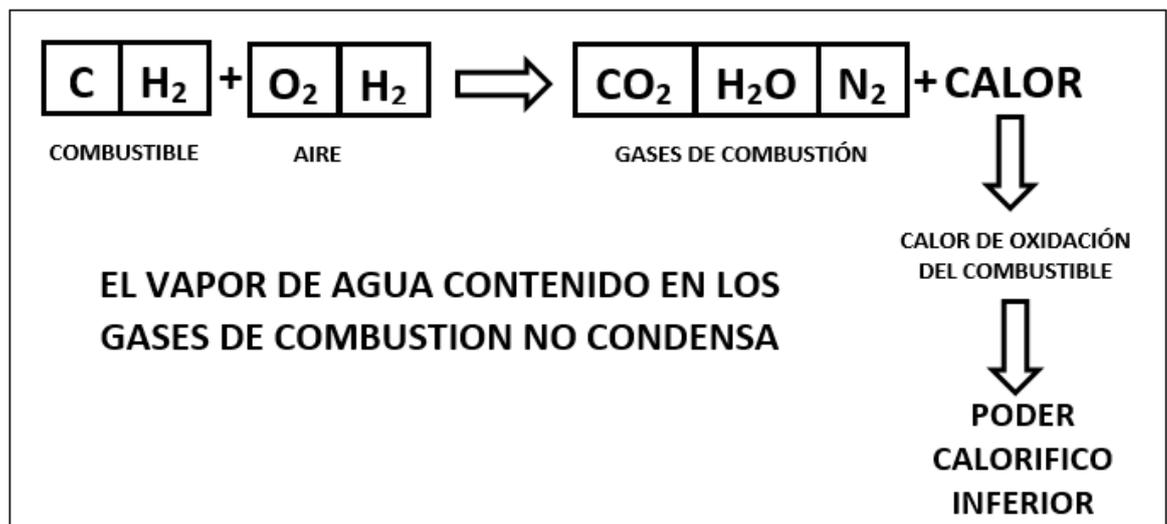


Figura No. 13 Grafica del poder calorífico inferior

Fuente: FERNANDEZ, (2010)

2.5.7.2 Grafica del poder calorífico superior

Para obtener el Poder Calorífico de un combustible es necesario que todo el carbono (C) se oxide en forma completa pasando a anhídrido carbónico (CO₂)

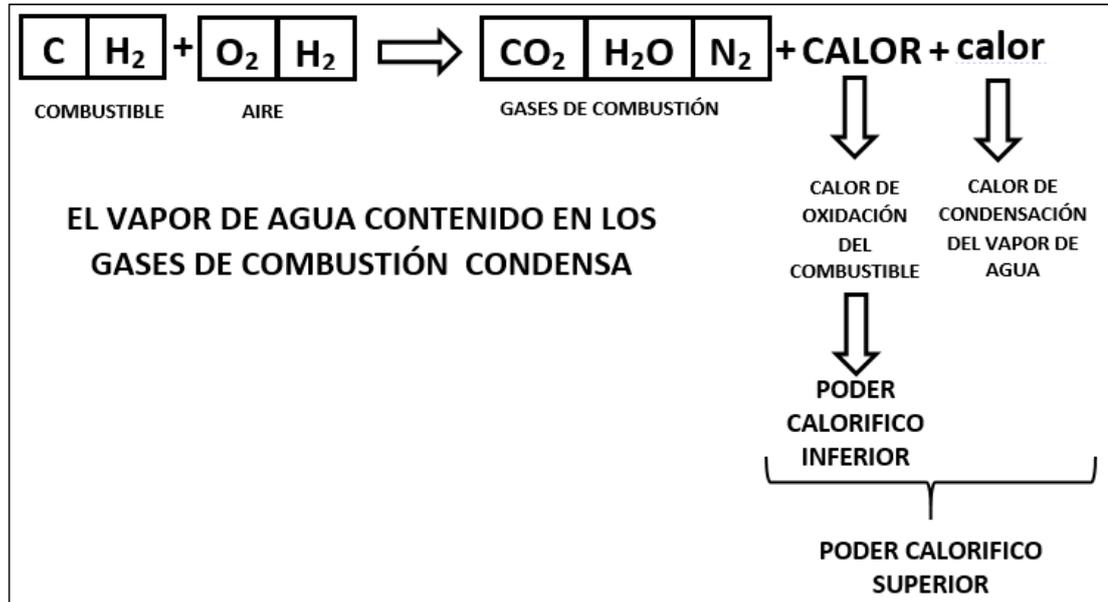


Figura No. 14 Grafica del poder calorífico superior

Fuente: FERNANDEZ, (2010)

2.5.8 Determinación del poder calorífico

Existen dos procedimientos para la determinación del poder calorífico de los combustibles, que son:

- Método Analítico
- Método Práctico

2.5.8.1 El Método Analítico

Consiste en aplicar el Principio de Conservación de la Energía que expresa:

"El poder calorífico de un cuerpo compuesto es igual a la suma de los poderes caloríficos de los elementos simples que lo forman, multiplicados por la cantidad centesimal en que intervienen, descontando de la cantidad de hidrógeno total del combustible la que se encuentra ya combinada con el oxígeno del mismo"

Por lo tanto para la aplicación del presente procedimiento es necesario efectuar previamente un ANALISIS ELEMENTAL del combustible cuyo poder calorífico deseamos determinar:

C % - H % - O₂ % - S % -Humedad %

2.5.8.2 El Método Práctico

Consiste en el empleo de "Calorímetros" los mediante los cuales se puede determinar en forma directa en el laboratorio el poder calorífico de los combustibles.

Los métodos calorimétricos consisten en quemar una cierta cantidad de combustible y medir la cantidad de calor producida a través de la energía térmica ganada por un líquido conocido, agua, el que , de acuerdo el método a utilizar, puede estar contenida en un recipiente, o permanecer en continua circulación durante el proceso.

En un proceso ideal se cumplirá que:

Calor liberado por el combustible = Calor ganado por el agua

$$Q_{\text{comb}} = Q_{\text{agua}}$$

$$Q_{\text{comb}} = m_a \times c_{pa} (t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}) \quad (1)$$

2.6 Conclusiones parciales del capítulo 2

- Podemos concluir del proceso experimental para la obtención de biogás a partir de la descomposición anaerobia de los residuos avícolas, presentan adecuadas condiciones para permitir una mayor capacidad de las bacterias metanogénicas para producir metano.
- Este resultado responde a una dosificación adecuada de combinar el estiércol avícola con el agua, manteniendo una degradación anaerobia en un tiempo determinado para obtener un buen balance de nutrientes que promueva el adecuado crecimiento de los microorganismos que degradan la materia orgánica dentro del biodigestor y, de esta manera, aumentar la productividad del mismo obteniendo así el biogás
- Se obtuvo el poder calórico del biogás obtenido del experimento alcanzando la ebullición de un litro de agua en 16 minutos

CAPITULO 3

3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Caracterización de la biomasa y biol

Los resultados, métodos y parámetros de la caracterización de la biomasa y del biol obtenidos del laboratorio son los siguientes:

Tabla N° 8 Parámetros, métodos y resultados Biomasa

| Parámetros | Método de ensayo | Referencia | Unidad | S 0515 | Incertidumbre (K=2) |
|-------------------------|------------------|-----------------------------|--------|--------|---------------------|
| Carbono orgánico total | ITE-AQLAB-54 | EPA 9060 | % | 36.35 | ~ |
| Potasio | ITE-AQLAB-04/44 | SM 3030 B,3131 B | Mg/Kg | 39180 | ~ |
| Conductividad eléctrica | ITE-AQLAB-53 | EPA 9050 ^a | uS/cm | 11660 | ~ |
| Fosforo disponible | ITE-AQLAB-51 | Booker Tropical Soil Manual | % | 2.49 | ~ |
| Humedad | ITE-AQLAB-57 | ASTM D3976-92 | % | 45.32 | ~ |
| Nitrógeno Total | ITE-AQLAB-59 | KJELDAHL, EPA351.2 | % | 3.13 | ~ |
| Potencial de Hidrogeno | ITE-AQLAB-52 | EPA9045 D | - | 8.07 | ~ |
| Relación C/N | ITE-AQLAB-54 | EPA 9060 | % | 11.60 | ~ |

Fuente: Laboratorio AQLAB

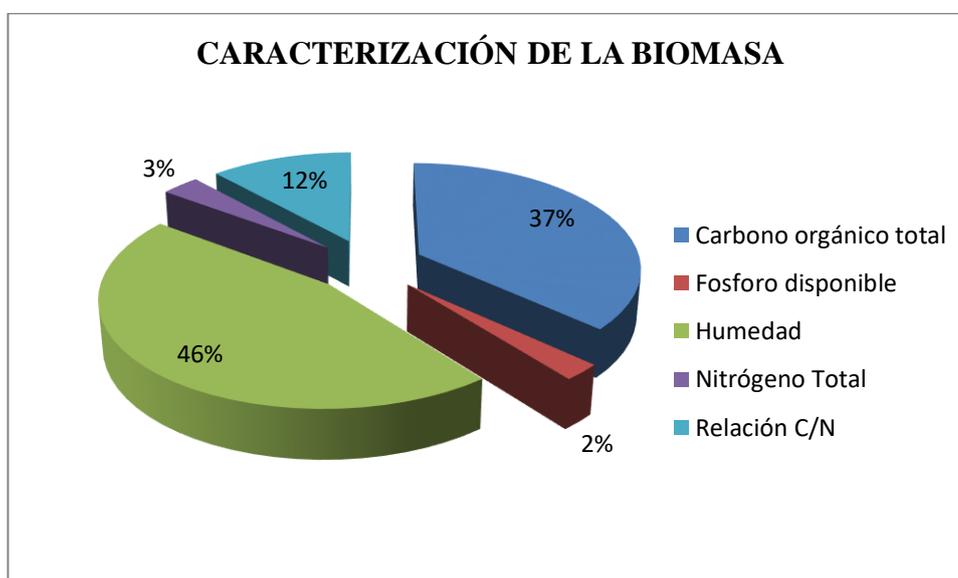


Figura No. 15 Caracterización de la biomasa

Como se demuestra en la tabla y figura anterior se expresa el resultado analizado en el laboratorio de la biomasa, su composición química de la gallinaza que en nuestro caso es la biomasa generada en la granja avícola deduciendo un parámetro fundamental que a diferencia de otras biomásas orgánicas esta presenta un valor de humedad del 45,32%, el cual para su degradación no necesita mayor cantidad de agua.

Tabla N° 9 Parámetros, métodos y resultados Biol

| Parámetros | Método de ensayo | Referencia | Unidad | S 0515 | Incertidumbre (K=2) |
|-------------------------|------------------|-------------------|--------|----------|---------------------|
| Calcio | ITE-AQLAB-35 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 1218.5 | ~ |
| Conductividad eléctrica | ITE-AQLAB-02 | SM 2510 B | uS/cm | 48200 | ~ |
| Cobre | ITE-AQLAB-36 | SM 3030 B, 3111B | mg/L | <0.20 | ~ |
| Fosforo | ITE-AQLAB-51 | HACH 8048 | mg/L | 23.22 | ~ |
| Hierro | ITE-AQLAB-39 | SM 3030 B, 3111B | mg/L | 10.0 | ~ |
| Manganeso | ITE-AQLAB-41 | SM 3030 B, 3111B | mg/L | 3.73 | ~ |
| Nitrógeno amoniacal | ITE-AQLAB-12 | HACH 8038 | mg/L | 6325.0 | ~ |
| Potasio | ITE-AQLAB-44 | SM 3030 B, 3111B | mg/L | 4813.5 | ~ |
| Potencial Hidrogeno | ITE-AQLAB-01 | SM 4500-H B | ~ | 8.27 | + - 0,05 |
| Sodio | ITE-AQLAB-47 | SM 3030 B, 3111B | mg/L | 958 | ~ |
| Solidos Totales | ITE-AQLAB-03 | SM 2540 B | mg/L | 51296.31 | ~ |
| Zinc | ITE-AQLAB-49 | SM 3030 B, 3111B | mg/L | 6.88 | ~ |

Fuente: Laboratorio AQLAB

Como se expresa en la tabla es el resultado del análisis del laboratorio del biol presenta un gran poder nutritivo para ser utilizado como fertilizante natural que proveerá de nutrientes ricos en la aplicación a cultivos.

3.2 Resultados de producción de biogás

Para la producción de biogás partimos del volumen de materia orgánica que produce la granja avícola es 40m³ cada mes y medio que realizan su evacuación, la cantidad de desecho orgánico diario es 0,89 m³ /días de un total de 6000 aves y cada una produce 0,15 kg/día.

Para determinar la cantidad de biogás generado en el biodigestor experimental partimos de la colocación de 80kg de biomasa, con el transcurso de tiempo de degradación obtuvimos los siguientes resultados:

3.2.1 Resultados experimento N° 1

Tabla N° 10 Cantidad de Biogás obtenido experimento N°1

| TIEMPO DE DEGRADACIÓN | CANTIDAD DE BIOGÁS (ml) | CANTIDAD ACUMULADA DE BIOGÁS (ml) | % ACUMULADO | % SEMANAL |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Semana 1 | 50 | 50 | 4,17 | 4,17 |
| Semana 2 | 100 | 150 | 12,5 | 8,33 |
| Semana 3 | 150 | 300 | 25 | 12,5 |
| Semana 4 | 400 | 700 | 58,33 | 33,33 |
| Semana 5 | 300 | 1000 | 83,33 | 25 |
| Semana 6 | 200 | 1200 | 100 | 16,67 |

Fuente: Hidalgo W.

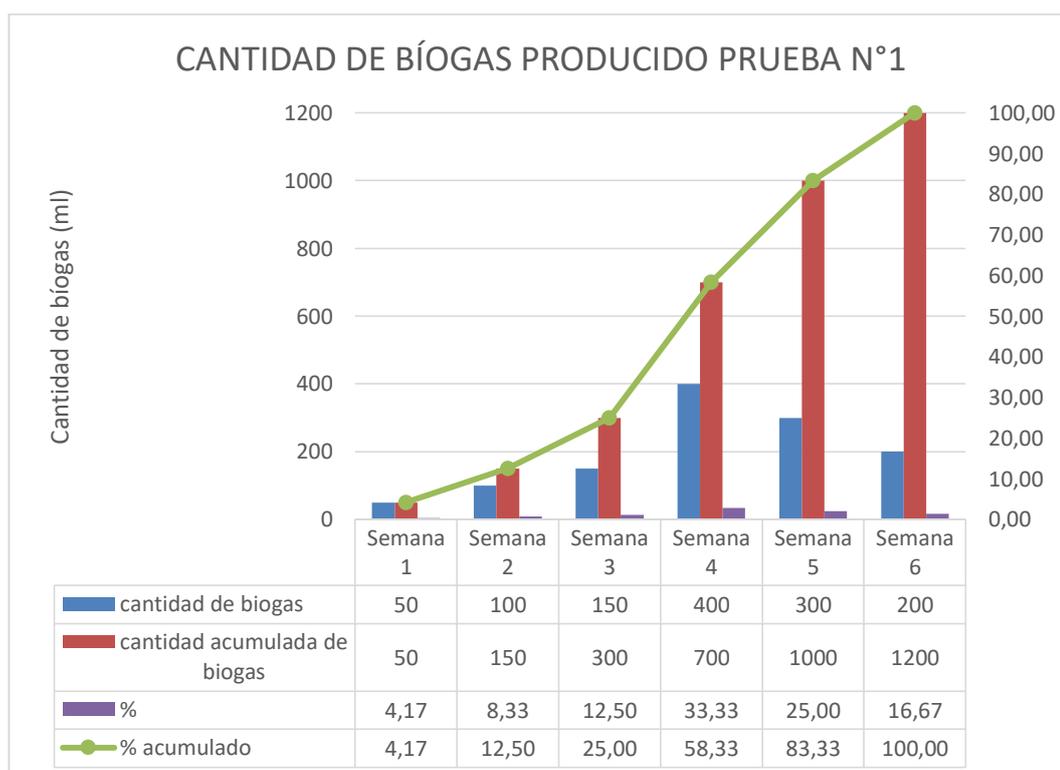


Figura No. 16 Cantidad de biomasa prueba N° 1

Fuente: Hidalgo W.

Como expresa el cuadro y figura anterior en la semana cuarta y quinta tenemos un aumento mayor de biogás de 300 ml en los 30 / 40 días de degradación con un valor de 33.33% y 25%.

3.2.2 Resultado experimento N°2

Tabla N° 11 Cantidad de Biogás obtenido en el experimento N°2

| TIEMPO DE DEGRADACIÓN | CANTIDAD DE BIOGÁS (ml) | CANTIDAD ACUMULADA DE BIOGÁS (ml) | % ACUMULADO | % SEMANAL |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Semana 1 | 100 | 100 | 6,67 | 6,67 |
| Semana 2 | 100 | 200 | 13,33 | 6,67 |
| Semana 3 | 200 | 400 | 26,67 | 13,33 |
| Semana 4 | 500 | 900 | 60,00 | 33,33 |
| Semana 5 | 400 | 1300 | 86,67 | 26,67 |
| Semana 6 | 200 | 1500 | 100,00 | 13,33 |

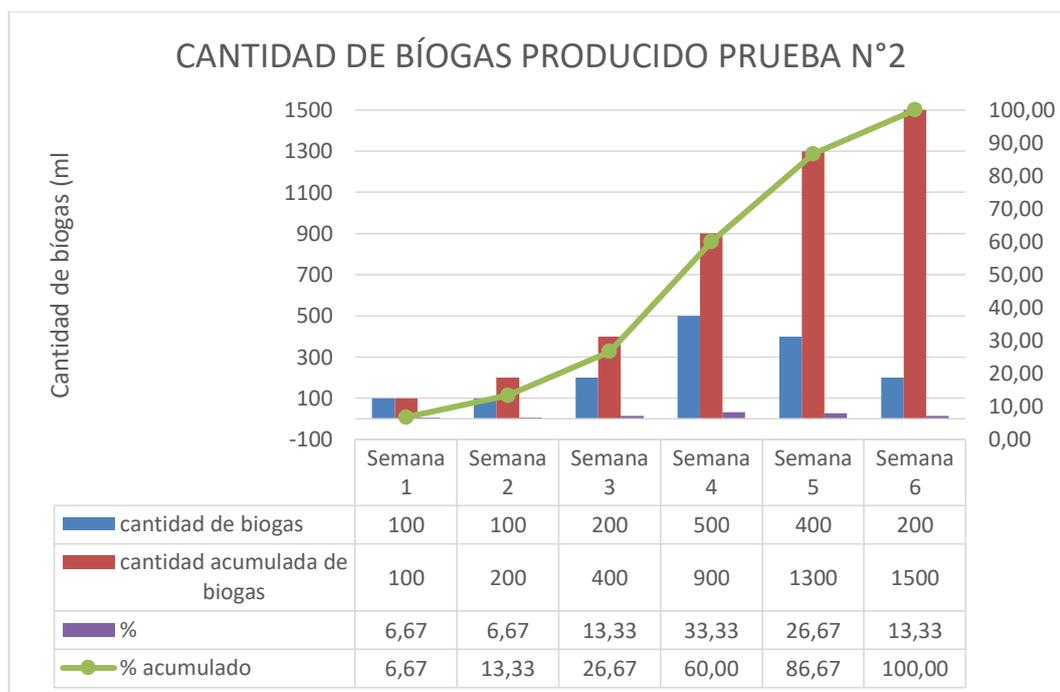


Figura No. 17 Cantidad de biomasa prueba N° 2

Fuente: Hidalgo W.

Como expresa el cuadro y figura anterior en la semana cuarta y quinta tenemos un aumento mayor de biogás de 500 ml en los 30 / 40 días de degradación con un valor de 60% y 86,67%.

3.2.3 Resultados experimento N°3

Tabla N° 12 Cantidad de Biogás obtenido en el experimento N° 3

| TIEMPO DE DEGRADACIÓN | CANTIDAD DE BIOGÁS (ml) | CANTIDAD ACUMULADA DE BIOGÁS (ml) | % ACUMULADO | % SEMANAL |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Semana 1 | 50 | 50 | 5,00 | 5,00 |
| Semana 2 | 100 | 150 | 15,00 | 10,00 |
| Semana 3 | 150 | 300 | 30,00 | 15,00 |
| Semana 4 | 200 | 500 | 50,00 | 20,00 |
| Semana 5 | 300 | 800 | 80,00 | 30,00 |
| Semana 6 | 200 | 1000 | 100,00 | 20,00 |

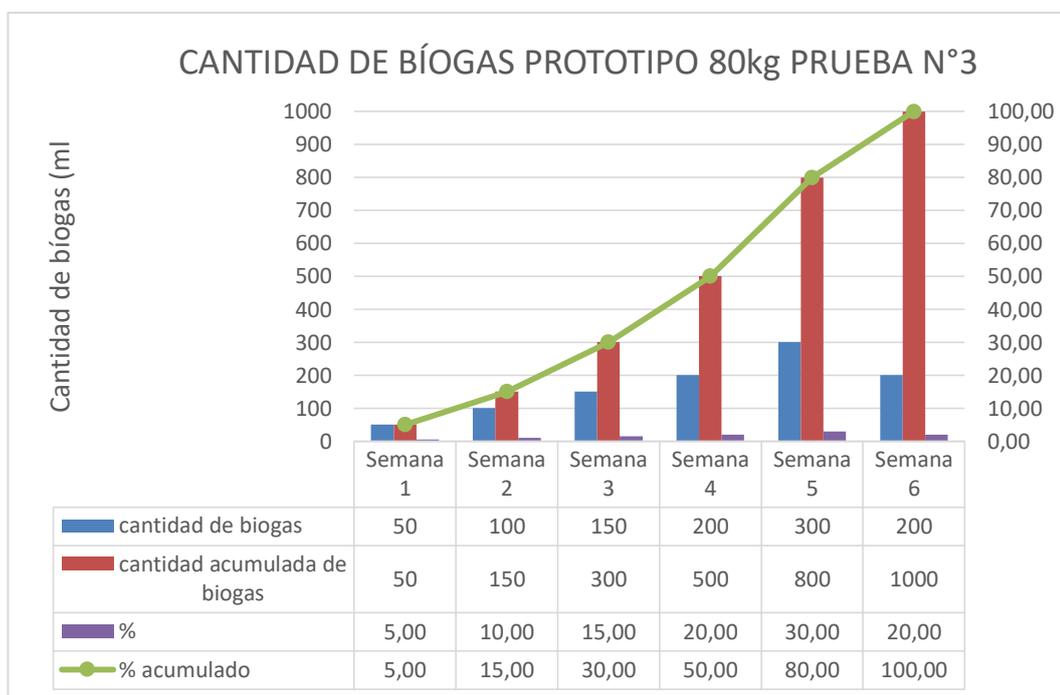


Figura No. 18 Cantidad de biomasa prueba N° 3

Fuente: Hidalgo W.

Como expresa el cuadro y figura anterior en la semana cuarta y quinta tenemos un aumento mayor de biogás de 200 y 300 ml en los 30 / 40 días de degradación con un valor de 50% y 80%

Tabla N° 13 Cantidad de Biogás generado por experimento

| BIOGÁS GENERADO POR EXPERIMENTO | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|--------------|
| Experimentos | Cantidad de biogás | Cantidad acumulada | Media |
| Experimento N°1 | 1200 | 1200 | 12333 |
| Experimento N°2 | 1500 | 2700 | |
| Experimento N°3 | 1000 | 3700 | |

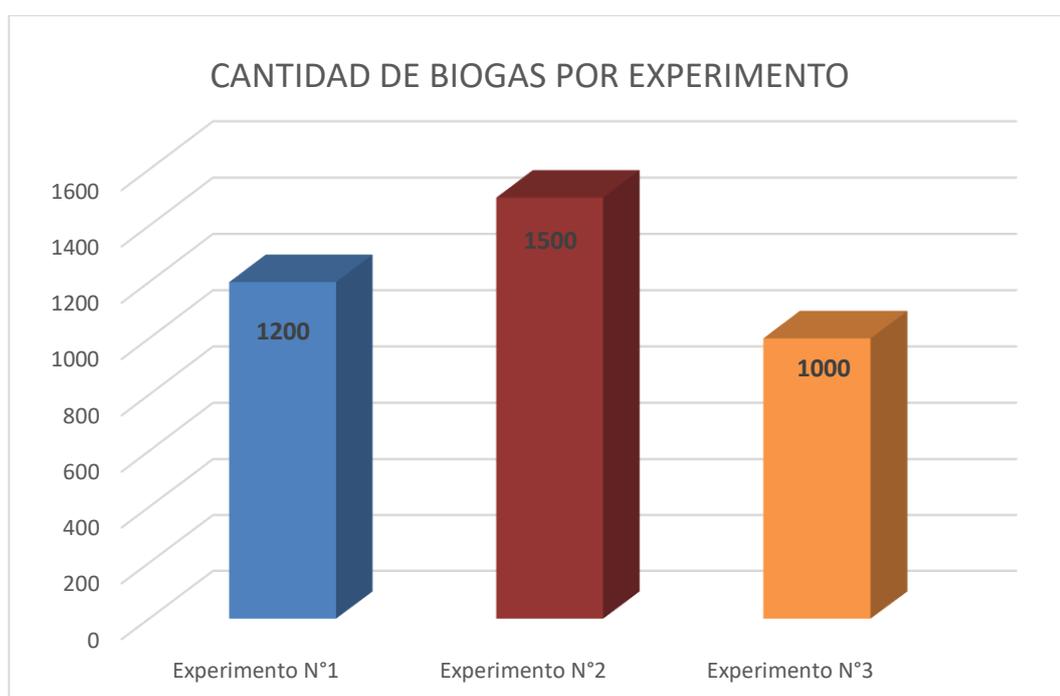


Figura No. 19 Cantidad de biogás por experimento

De acuerdo a los tres expos realizados podemos deducir que en el segundo experimento se obtiene la mayor cantidad de biogás, pese a utilizar la misma cantidad de biomasa en las mismas condiciones ambientales existe variaciones en la cantidad de biogás generado, siendo importante para el cálculo de la propuesta tomar la media de los tres experimentos.

Para el aprovechamiento continuo de biogás se propone un sistema de dos biodigestores con el cual, el primero se aprovechara el biogás a partir de los 40 días, continuo a este aprovechamiento se llenara el segundo biodigestor con la biomasa generada en el mencionado tiempo, iniciara su degradación por los 40 días y luego se aprovechara el biogás del segundo biodigestor.

Una vez aprovechado el biogás generado en el primer biodigestor e iniciado el aprovechamiento del biogás del segundo biodigestor, se obtiene el biol y se procede a cargar nuevamente el primer biodigestor con la biomasa generada en la granja para que inicie su degradación.

3.2.4 Caracterización del biogás

El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable. El biogás tiene propiedades específicas que se indican en la siguiente tabla.

Los resultados de la caracterización del biogás producido en el biodigestor son:

Tabla N° 14 Composición del Biogás obtenido

| Parámetros | Método de ensayo | Referencia | Unidad | S 0515 | Incertidumbre (K=2) |
|----------------------------|------------------|-------------------|---------------------------|--------|---------------------|
| Composición | ITE-AQLAB-35 | SM 3030 B, 3111 B | CH ₄ | 59.34 | ~ |
| Contenido energético | ITE-AQLAB-02 | SM 2510 B | CO ₂ | 30.95 | ~ |
| Equivalente de combustible | ITE-AQLAB-36 | SM 3030 B, 3111B | kWhm ³ | 6.0 | ~ |
| Límite de explosión | ITE-AQLAB-51 | HACH 8048 | L petróleo/m ³ | 0.60 | ~ |
| Temperatura de ignición | ITE-AQLAB-39 | SM 3030 B, 3111B | % | 7 | ~ |
| Presión crítica | ITE-AQLAB-41 | SM 3030 B, 3111B | ⁰ C | 670 | ~ |
| Temperatura critica | ITE-AQLAB-12 | HACH 8038 | atm | 76 | ~ |
| Densidad normal | ITE-AQLAB-44 | SM 3030 B, 3111B | ⁰ C | -82.5 | ~ |
| Potencial Hidrogeno | ITE-AQLAB-01 | SM 4500-H B | Kg m ³ | 1.2 | ~ |
| olor | ITE-AQLAB-47 | SM 3030 B, 3111B | ~ | ~ | ~ |
| Masa molar | ITE-AQLAB-03 | SM 2540 B | Kg kmol ⁻¹ | 16.043 | ~ |

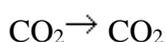
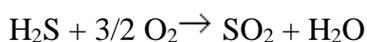
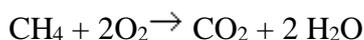
Fuente: Laboratorio AQLAB

El metano, es el compuesto del carbono más simple, cuya composición se basa en un carbono y cuatro hidrógenos, con fórmula CH₄. Se trata de un gas inodoro y sin

color, y además es muy poco soluble en agua. Cada uno de los átomos de hidrógeno se encuentra unidos a carbonos por medio de un enlace de tipo covalente. Es un compuesto no polar, el cual se presenta en forma de gas, a una temperatura y presión normales. Hay enormes cantidades de este gas, conocido comúnmente como gas natural.

3.3 Resultados de aplicación del biogás

El biogás mezclado con aire puede ser quemado en un amplio espectro de artefactos descomponiéndose principalmente en CO₂ y H₂O. La combustión completa sin el exceso de aire y con oxígeno puro, puede ser representada por las siguientes ecuaciones químicas:



El requerimiento de aire mínimo sería del 21% pero esta cifra debe ser aumentada para lograr una buena combustión.

La relación aire-gas puede ser ajustada aumentando la presión del aire, incrementando la apertura de la válvula dosificadora de gas (el biogás requiere de una apertura 2 a 3 veces mayor a la utilizada por el metano puro y modificando la geometría del paso de aire desde el exterior).

Debido al contenido de dióxido de carbono, el biogás tiene una velocidad de propagación de la llama lenta, 43 cm/seg y por lo tanto la llama tiende a escaparse de los quemadores.

Con la aplicación del biogás obtenido en el biodigestor a partir de la biomasa generada en la granja avícola su principal aplicación la vamos a realizar en el uso de calefacción combustionando el biogás con un calentador a gas, así obtendremos un calentamiento ambiental en el interior del galpón.

Tabla N° 15 Poder calorífico del metano

| PODER CALORÍFICO DEL GAS METANO | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| SUSTANCIA | FORMULA | MASA | PODER CALORÍFICO | | | |
| | | | SUPERIOR kcal/kg | INFERIOR Kcal/kg | SUPERIOR kW.h/kg | INFERIOR kW.h/kg |
| METANO | CH ₄ | 16,04 | 13,249 | 11,94 | 15,4 | 13,88 |

Fuente: FERNANDEZ (2010)

La composición química del biogás depende primordialmente de dos factores: los materiales empleados en la digestión y la tecnología utilizada para el proceso.

Entre sus características el biogás posee un poder calorífico entre 14 y 15 kWh/kg, su equivalente en combustible es de 0,6 - 0,65 L de petróleo por metro cúbico de biogás.

3.3.1 Resultados de la combustión para calentamiento de agua

Los resultados obtenidos en la prueba en la ebullición del agua por la diferencia del peso del tanque y su volumen obtenemos los siguientes resultados

Tabla N° 16 Datos de ebullición del agua

| DATOS DE EBULLICIÓN DEL AGUA | |
|------------------------------|-------------|
| Tiempo | Temperatura |
| 0 min | 20 °C |
| 1 min | 24 °C |
| 2 min | 31 °C |
| 3 min | 41 °C |
| 4 min | 48 °C |
| 5 min | 53 °C |
| 6 min | 59 °C |
| 7 min | 64 °C |
| 8 min | 71 °C |
| 9 min | 77 °C |
| 10 min | 79 °C |
| 11 min | 81 °C |
| 12 min | 87 °C |
| 13 min | 94 °C |
| 14 min | 98 °C |
| 15 min | 100 °C |
| 16 min | 100 °C |

Fuente: Hidalgo W. (2017)

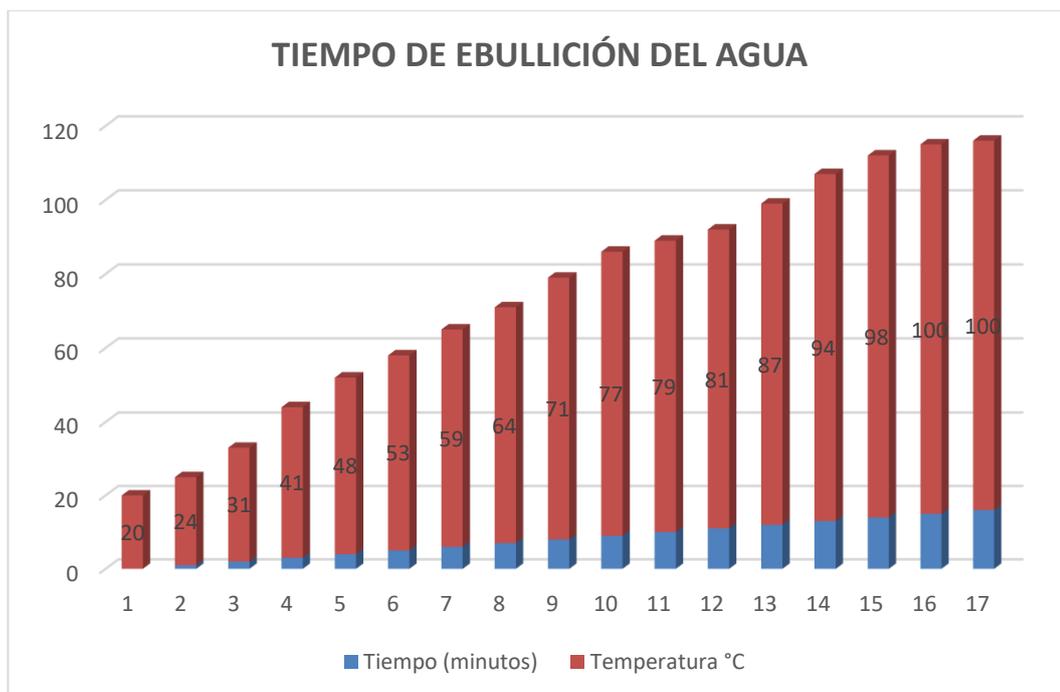


Figura No. 20 Tiempo de ebullición del agua

Fuente: Hidalgo W.

Para obtener la cantidad de biogás utilizado en el calentamiento de un litro de agua se procedió a pesar el tanque de almacenamiento de biogás al inicio y al final de la prueba obteniendo los siguientes valores:

Tabla N° 17 Cantidad de biogás utilizado en la prueba de ebullición del agua

| | PESO DEL TANQUE | VOLUMEN DEL TANQUE |
|-------------------------|-----------------|---------------------|
| Peso inicial del tanque | 4,8 kg | 0,25 m ³ |
| Peso final del tanque | 4,4 kg | 0,23 m ³ |
| Diferencia | 0,4 kg | 0,02 m ³ |

Fuente: Hidalgo W.

Como se expresa en el cuadro anterior por la diferencia de volúmenes para ebullicionar un litro de agua se utilizó 0,02 m³ de biogás

3.4 Cantidad de biogás resultante de toda la biomasa generada en la avícola

Con los resultados del experimento para obtener biogás, se partió con una cantidad de 80kg de biomasa en el diseño experimental, obteniendo 1200ml de biogás en un promedio de 42 días de degradación en el biodigestor.

La cantidad total de generación de biomasa en la avícola es de 900 kg/día en donde es recolectado cada mes y medio (45 días) dándonos un total de 40500 kg de biomasa, en la siguiente tabla se interpreta la cantidad de biogás que se obtendrá con el volumen total de generación de biomasa.

Tabla N° 18 Cantidad de biogás con el volumen total de biomasa

| CANTIDAD DE BIOMASA | TIEMPO DE DEGRADACION (días) | CANTIDAD DE BIOGAS (m ³) | CANTIDAD DE BIOGAS (ml) |
|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 80 kg | 45 | 0,0012 | 1200 |
| 900 kg (diario) | 45 | 0,0135 | 13500 |
| 40500 kg (45 días) | 45 | 0,6075 | 607500 |

Fuente: Hidalgo W.

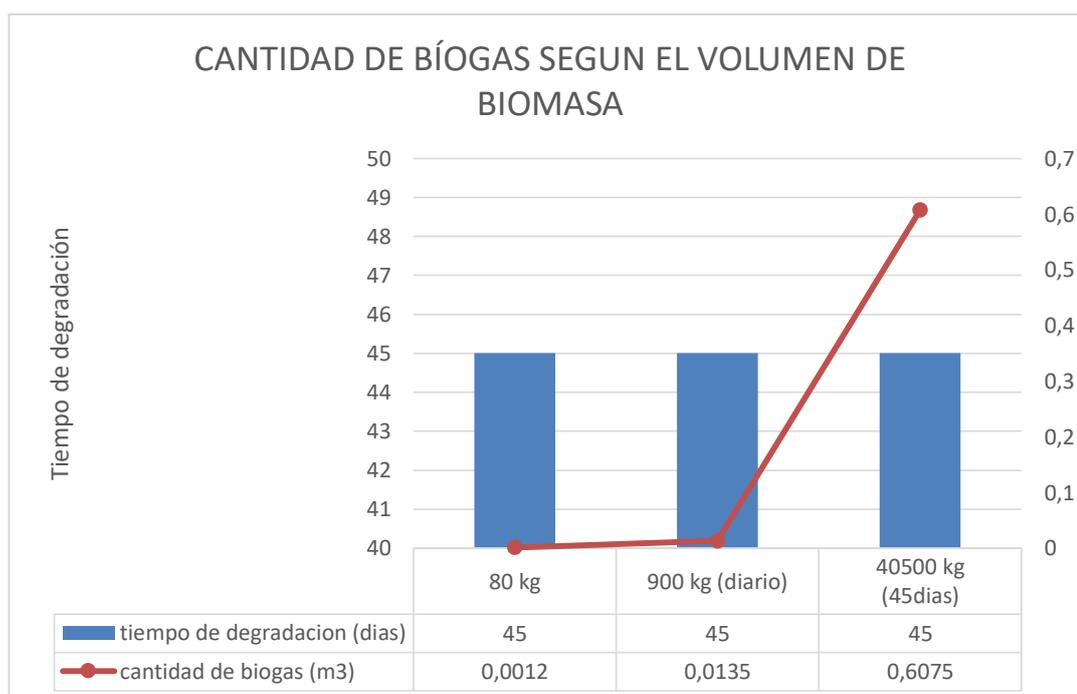


Figura No. 21 Cantidad de biogás según el volumen de la biomasa

Fuente: Hidalgo W.

Como se expresa en la tabla y figura anterior se deduce que en el diseño experimental con 80kg de biomasa en un tiempo de 40 /45 días obtenemos 0,0012 m³ de biogás, con el respectivo análisis deducimos que con 900 kg de biomasa generada diariamente en la granja avícola obtendremos 0,0135 m³ de biogás y con 40500 kg de biomasa que se obtiene en 45 días nos da como resultado 0,6075 m³ de biogás todos estos valores son con 45 días de degradación dentro de un biodigestor.

3.5 Conclusiones parciales del capítulo 3

- La biomasa de los desechos orgánicos obtenidos de la granja avícola “Cynthia Elizabeth” constituyen una fuente viable para la producción de biogás tomando en consideración que por su fácil biodegradabilidad y características, favorecen notablemente el proceso de digestión anaerobia.
- Se define que la biomasa de la granja “Cynthia Elizabeth en las proporciones adecuadas logradas en el diseño experimental se obtiene una producción de gas metano viable para el aprovechamiento y utilización de su potencial energético.
- Las experiencias realizadas a nivel experimental bajo condiciones controladas, permitieron conocer el potencial máximo de producción de biogás permitiendo determinar los parámetros y condiciones de operación para la obtención de datos que permitan realizar el diseño de un biodigestor y aprovechar el potencial energético de los residuos orgánicos en la granja “Cynthia Elizabeth”.

CAPITULO 4

4 PROPUESTA

Luego de recolectar información en campo y obtener los resultados en el diseño experimental son relacionados con el potencial de biogás, cuantificado y demás análisis, surge la necesidad de elaborar las propuestas sostenibles para el uso que se podría dar a este recurso que no se está utilizando.

4.1 Título de la propuesta

Diseño de un biodigestor para la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí

4.2 Justificación

El presente trabajo tiene la virtud de manejar dos importantes vertientes que constituyen problemas en la actualidad, estos son la acumulación de desechos orgánicos que genera la granja avícola, causante de enfermedades de la piel y de tipo respiratorio, además de elevar los niveles de contaminación ambiental, y por otro lado la escasez de fuentes energéticas alternativas para no depender directamente de combustibles fósiles (carbón y petróleo), así aportamos con el cambio de la matriz productiva impulsada por el gobierno ecuatoriano.

Con este trabajo se pretende disminuir la acumulación de desechos orgánicos generados en la granja avícola por 6000 gallinas, mediante un sistema que traerá como beneficio crear y aprovechar fuentes de energía alternativa.

Por lo antes mencionado es preciso destacar que se trata de diseñar un biodigestor que producirá gas metano y a su vez se aprovechara la energía alternativa, lo cual sugiere el aprovechamiento de los desechos orgánicos, disminuyendo el volumen de los mismos, al resultar el diseño de este sistema constituirán un punto de partida

para una nueva generación de biodigestores que aprovechara la energía alternativa, con los correspondientes aportes generaran un ambiente más saludable y limpio por disminución de desechos orgánicos con un significativo aporte tecnológico y metodológico representado en el esquema funcional de la transformación de los desechos a gas natural aprovechable que puede ser realizado incluso a gran escala, considerando el enorme potencial de los desechos generados en las granjas avícolas.

Con esta propuesta se pretende dar una guía para los administradores de la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujili para la utilización de esta fuente de energía de bajo costo y muy segura, y así contribuir con la reducción de la contaminación del medio ambiente. Las propuestas deben tener las siguientes características:

- Su costo deberá ser adaptable al medio y robustos para soportar las condiciones del lugar.
- Poco espacio de instalación.
- Estéticamente atractivo, novedoso y fácil de usar.

4.3 Objetivos

El objetivo general que persigue la siguiente propuesta es analizar la información obtenida en el diseño experimental con el fin de mostrar las etapas de modelo en la construcción de un biodigestor en base a un análisis económico, social y medioambiental para el aprovechamiento del biogás partiendo del potencial energético de la biomasa.

4.4 Estructura de la propuesta

Se han planteado la siguiente alternativa para la obtención del biogás a partir del aprovechamiento de la biomasa que se produce en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujili, tomando como referencia los resultados obtenidos en el diseño experimental del biodigestor para la obtención de biogás, sin embargo si en un futuro se desean implementar un biodigestor para la extracción de biogás y aplicar el modelamiento realizado, la capacidad de producción en la propuesta se

podrían incrementar, es decir, se podría obtener mayor aprovechamiento de la biomasa, la propuesta planteada se detalla a continuación

- Aprovechamiento del potencial energético de la biomasa a través de un sistema de dos biodigestores.
- Uso del biogás como combustible para un sistema de calefacción en la granja avícola Cynthia Elizabeth

4.5 Desarrollo de la propuesta

De acuerdo a la información recolectada en el diseño experimental se ha definido la cantidad de biogás que se podría obtener partiendo del volumen total de biomasa que genera la granja avícola durante un mes y medio ser aprovechar con la utilización de un biodigestor.

La cantidad promedio de biomasa recolectada en el transcurso de un mes y medio (45 días) es de 40 m^3 40000 kg partiendo de 6000 aves, según datos obtenidos en el diseño experimental con este volumen de biomasa se obtendrá $0,60 \text{ m}^3$ de biogás para el aprovechamiento de la granja avícola.

Mediante varios análisis de varios biodigestores se define el que mejor características presenta para el aprovechamiento del biogás, de tipo horizontal estos no profundizan en el suelo son rectangulares pueden ser de concreto armado o con una bolsa plástica su conformación es alargada y garantiza que el efluente pueda salir de su interior por su flujo y su tiempo de retención con un compartimento para mezcla de biomasa y agua antes de ingresar al biodigestor.

Para un volumen de 40 m^3 necesitamos un contenedor de 5m largo, 4m ancho y 2m de altura para su degradación y la bolsa de acumulación de biogás será de la tercera parte del volumen $0,60 \text{ m}^3$

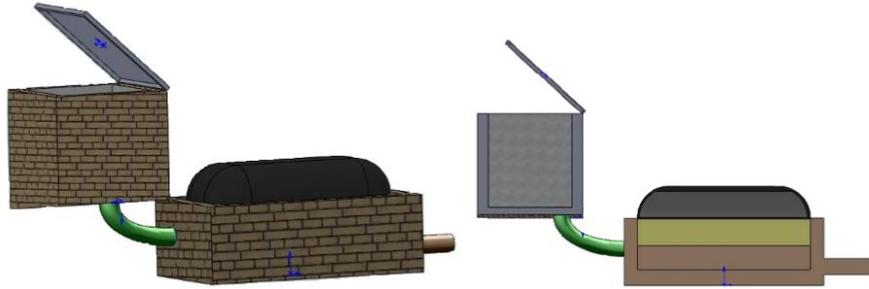


Figura No. 22 Grafica del biodigestor rectangular

Para el diseño del biodigestor realizamos un estudio para mantener un flujo continuo de biogás con la utilización de dos biodigestores, de la siguiente interpretación

Tabla N° 19 Secuencia de la obtención de biogás con dos biodigestores

| SECUENCIA DE OBTENCIÓN DE BIOGÁS | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| | Tiempo de degradación | Tiempo de obtención de biogás | Cantidad de biogás (m ³) |
| biodigestor 1 | 45 | 45 | 0,6 |
| biodigestor 2 | 46 | 90 | 0,6 |
| biodigestor 1 | 91 | 135 | 0,6 |
| biodigestor 2 | 136 | 180 | 0,6 |
| biodigestor 1 | 181 | 225 | 0,6 |
| biodigestor 2 | 226 | 270 | 0,6 |

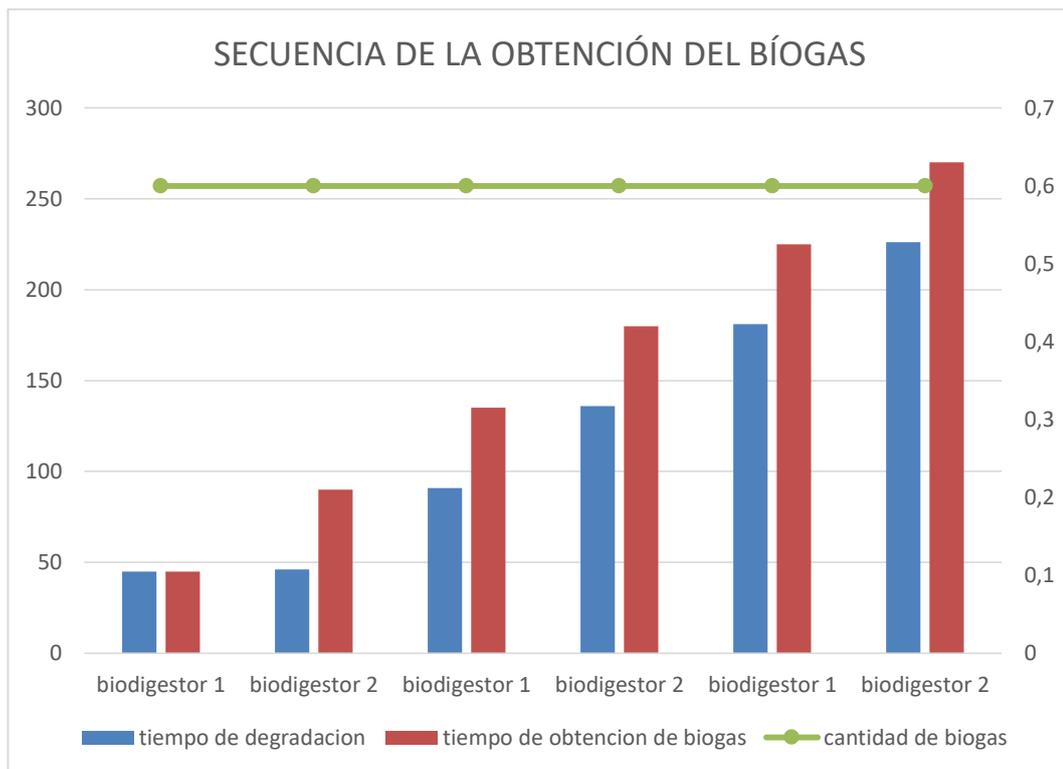


Figura No. 23 Secuencia para la obtención de biogás

Fuente: Hidalgo W.

Como se expresa en la tabla y figura anterior se propone para el aprovechamiento continuo del biogás la utilización de un sistema de dos biodigestores el primero se cargara la biomasa e iniciara su degradación por 45 días luego de este transcurso de días se aprovechara el biogás generado en el biodigestor, luego de los 45 días de carga del primer biodigestor de igual manera ya se obtendrá los 40 m³ de biomasa generada en la granja avícola cargando con esto el segundo biodigestor para su degradación por 45 días luego de este tiempo ya se podrá aprovechar el biogás generado en el segundo biodigestor mientras en el primer biodigestor ya se podrá obtener el biol y se iniciara nuevamente la carga con la biomasa, así se obtendrá un aprovechamiento continuo del biogás generado en los dos biodigestores secuencialmente.

4.5.1 Diseño del biodigestor

4.5.1.1 Volumen total de biodigestor

Como mencionan varios autores en sus investigaciones concordando todos que el volumen total del biodigestor ha de albergar una parte líquida y otra gaseosa. Normalmente se da un espacio del 75% del volumen total a la fase líquida, y del 25% restante a la fase gaseosa.

El volumen total es la suma del volumen gaseoso y el volumen líquido.

$$V_T = V_G + V_L \quad (2)$$

En nuestro caso:

Poseemos un volumen de biomasa de 40 m³ que genera la granja avícola en un tiempo de 45 días para su evacuación.

Para el volumen de almacenamiento de generación de biogás son 10 m³ dando un volumen total del biodigestor de 50 m³

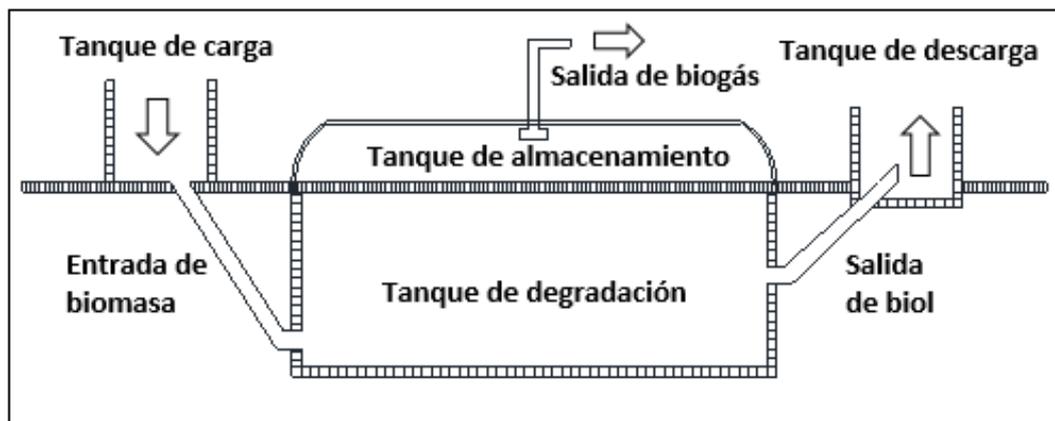


Figura No. 24 Diagrama del biodigestor

Fuente: Hidalgo W.(2017)

En la figura expuesta se muestra el diagrama del biodigestor en donde constan las partes que conforma el biodigestor y su flujo de ingreso de biomasa, producción de biogás y salida de biol, en el Anexo 5.20 se muestra el diseño del mismo con medidas reales.

4.5.1.2 Características del biodigestor

El biodigestor rectangular diseñado posee las siguientes características:

- Tanque de carga.- Este tanque presenta una medida de 1m^3 es el tanque por donde va ser alimentado el biodigestor está construido de ladrillo y cemento la alimentación se prepara en el tanque y es transmitido al biodigestor por la parte inferior a través de un conducto PVC de 4" dirigido desde el interior del tanque. Para la construcción del tanque de carga utilizaremos:
 - 60 ladrillos
 - 3 sacos de cemento
 - 1 tubo PVC de 4"
- Tanque de descarga.- Es el tanque en el cual se extrae el biol producto de la digestión anaerobia y está construido con las mismas características del tanque de carga, la descarga se produce por el conducto comunicante, al cargar el biodigestor la presión de la biomasa que ingresa expulsa el biol por el conducto la misma cantidad de ingreso pero ya degradado. Para la construcción del tanque de descarga utilizaremos:
 - 60 ladrillos
 - 3 sacos de cemento
 - 1 tubo PVC de 4"
- Tanque de degradación.- Es el tanque en donde ingresa la biomasa para su degradación es hermético y construido con ladrillo con un acabo en su interior de cemento pulido de una capacidad de 40m^3 de una medida de ancho 4m, largo 5m y de profundidad 2m. Para la construcción del tanque de degradación utilizaremos:
 - 880 ladrillos
 - 15 sacos de cemento
 - 2 acoples para tubos PVC 4"

- Tanque de almacenamiento de biogás.- El tanque de almacenamiento consiste en una construcción cuadrada o redonda con un acabado de cemento pulido o una bolsa de material plástico resistente a la corrosión y al medio agresivo, el biogás producido en el digestor se almacena en este sitio con el fin de obtener una cantidad suficiente para su utilización. Para la construcción de tanque de almacenamiento de biogás utilizaremos
 - 1 rollo de liner plástico de 40m por 1.5m
 - 1 frasco de pegamento llama roja
 - Acoples PVC roscable de 2” con reducciones a ½ “
 - 1 válvula de media vuelta plástica de ½ “
- Válvula y línea de conducción.- la línea de conducción del biogás es una manquera plástica de ½”, la válvula será instalada a la salida del biogás sobre el niple de salida son compatibles con el diámetro de la manguera y son de acero inoxidable o plásticas.

4.5.1.3 Costo de construcción del biodigestor

A continuación se detalla los costos de los materiales, equipos y obra civil que se necesita para la construcción del biodigestor.

Tabla N° 20 Costo de la construcción del biodigestor

| ITEM | CANTIDAD | DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO (USD) | TOTAL (USD) |
|------|----------|---|-----------------------|-------------|
| 1 | 1 | Obra civil de la construcción de los tanques | \$500,00 | \$500,00 |
| 2 | 1000 | Ladrillos | \$0,30 | \$300,00 |
| 3 | 18 | Sacos de cemento | \$ 8,00 | \$ 144,00 |
| 4 | 2 | Material petrio para construcción | \$ 60,00 | \$120,00 |
| 5 | 4 | Tubos de comunicación de la biomasa y biol | \$12,00 | \$48,00 |
| 6 | 1 | Tanque de almacenamiento de biogás (liner plástico) | \$300,00 | \$300,00 |
| 7 | 1 | Nipleria y accesorios para la captación de biogás | \$50,00 | \$50,00 |

| | | | | |
|----|-----|--------------------------|--------------|------------------|
| 8 | 2 | Válvulas | \$50,00 | \$50,00 |
| 9 | 10m | Manguera plástica | \$3,60 | \$36,00 |
| 10 | 1 | Calentador de combustión | \$60,00 | \$60,00 |
| 11 | 1 | Gastos varios | \$100,00 | \$100,00 |
| | | | TOTAL | \$1708,00 |

4.5.1.4 Aplicación del biogás en la granja avícola

Una vez obtenido el biogás del aprovechamiento de la degradación de la biomasa se utilizará en la calefacción del interior de la granja avícola, el biogás será transmitido por una manguera plástica a un calentador a combustión.

4.6 Evaluación socio-económico-ambiental de la propuesta

4.6.1 Económico

Para evaluar económicamente el proyecto de investigación si es factible, se considerará únicamente el costo de la obra civil, instalación de los materiales y equipos, mantenimientos y demás gastos que incurren a la hora de construir y poner en marcha un proyecto.

Como se ha detallado en la propuesta planteada, el costo de construcción del biodigestor es de \$1702,00USD. En vista de estos valores económicamente es viable

Tabla N° 21 Análisis del Valor Actual Neto (VAN)

Tasa Interna de Retorno (TIR)

| No | FNE | (1+i)^n | FNE/(1+i)^n |
|-----------------------|-------|---------|---------------|
| 0 | -1702 | | -1708 |
| 1 | 600 | 110% | 545,454545 |
| 2 | 600 | 121% | 495,867769 |
| 3 | 600 | 133% | 450,788881 |
| 4 | 600 | 146% | 409,808073 |
| TOTAL VAN: | | | 193,92 |
| TASA DE DESCUENTO 10% | | | |
| NUMERO DE PERIODOS 4 | | | |

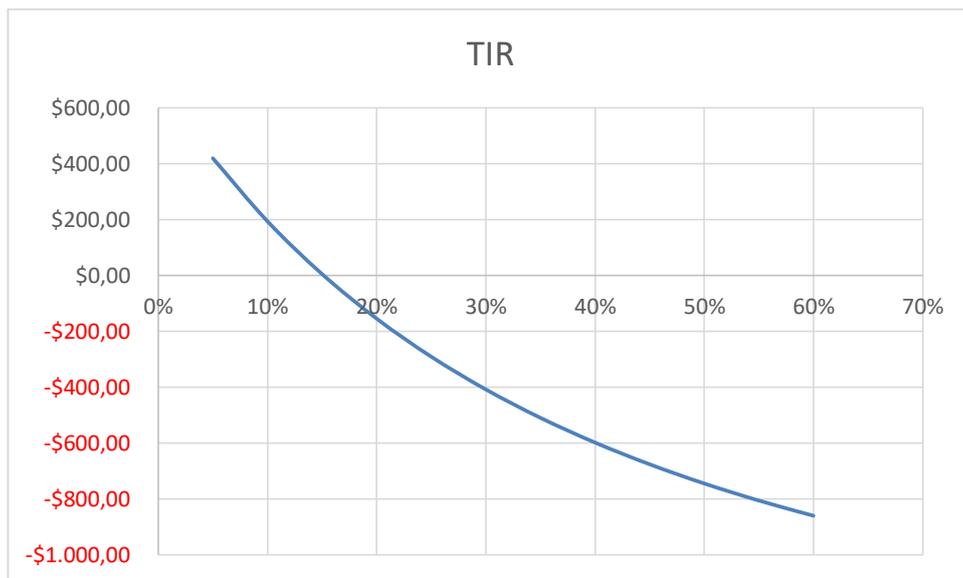


Figura No. 25 Tasa interna de retorno TIR

En la tabla y gráfico anterior se muestra la viabilidad económica de la construcción del biodigestor con el valor invertido de \$1708,00 con una comparación de gasto anual de \$600,00 obteniendo su recuperación en un periodo de 4 años con un VAN de 193,92 y un TIR del 15%

4.6.2 Ambiental

Al implementar el biodigestor para la obtención de biogás a partir del aprovechamiento energético de la biomasa generada en la granja avícola, se reduce la contaminación como malos olores que pueden ser perjudiciales para el personal que labora en el lugar así como para la población que habita cerca, esta aplicación es más amigable en cuanto a cuidar el medio ambiente ya que al aplicar el mencionado proyecto de investigación se utilizara el biogás para la calefacción dentro de la granja avícola y brindara un mejor confort para el personal que labora en el lugar.

4.6.3 Social

Al utilizar el biogás en un proyecto térmico sostenible, ayuda al desarrollo social ya que es un recurso que no está siendo utilizado y al darle una aplicación brinda una mejora al sitio en donde se está produciendo, además para las diferentes granjas avícolas será una fuente de investigación para futuras construcciones de biodigestores así se aprovechara el potencial energético de las diferentes biomásas, es decir esta aplicación a pequeña escala contribuyen al desarrollo de la sociedad.

CONCLUSIONES GENERALES

- Se logró obtener la caracterización de la biomasa generada en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujili, que fue punto de partida importante para el desarrollo de la investigación, ya que con esta información se pudo predecir que si existía un gran potencial de metano como energía alternativa, obteniendo una característica relevante en su humedad al 45,32% , definiendo que para su degradación no se necesita gran cantidad de agua.
- Con el diseño experimental implementado se logró verificar el potencial energético de la biomasa según su volumen y la cantidad de biogás producido en la degradación de la misma, obteniendo con los cálculos respectivos un volumen de 40m³ de biomasa se logró determinar la cantidad de producción en 0,61 m³ de biogás para ser aprovechado su potencial energético, en base a este valor se pudo plantear una propuesta sostenible que pueden ser aplicadas para darle un uso a este importante recurso que no está siendo aprovechado.
- De acuerdo al tiempo de degradación de la biomasa en el biodigestor la producción de biogás es mayor, es así que en el diseño experimental se obtuvo en la semana 1 una cantidad de biogás de 50 ml que corresponde al 4,17% y en la semana 6 se obtuvo 200 ml que corresponde al 16,67% del total de biogás acumulado
- Con el volumen de la biomasa generada en la granja avícola y su producción de gas metano mediante un biodigestor es posible su utilización para el aprovechamiento en un sistema de calefacción
- En la evaluación económica de la construcción del biodigestor tenemos un valor invertido de \$1708,00 con una comparación de gasto anual de \$600,00

su recuperación se refleja en un periodo de 4 años con un VAN de 193,92 y un TIR del 15%

RECOMENDACIONES

- Para obtener mayor eficiencia de obtención del biogás sería importante realizar varios biodigestores para la degradación y aprovechamiento de la biomasa generada en la granja avícola.
- Hacer adecuaciones para la recolección de la biomasa y poder colocarla en el tanque de carga, ya que como se mencionó en la propuesta es el diseño de un biodigestor, y con un sistema de recolección de biomasa se ahorraría importantes recursos como tiempo y económicos.
- Para la captación de biogás se utilizó un sistema de tuberías y accesorios tipo PVC, por tratarse de pruebas este material fue suficiente, pero si ya se desea implementar un sistema de captación para alguna aplicación mayor se debería utilizar un material más robusto para tener una larga duración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Energía de la biomasa*. Madrid España.
- Aguilar FX, B. B. (2006). *Estimación de los beneficios económicos totales de la producción de biogás utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo*. La Paz Bolivia.
- Asamblea Constituyente. (20 de Noviembre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Pichincha.
- C., M. (2003). Desarrollo de una nueva familia de biodigestores y de una tecnología mecanizada para la producción de fertilizantes. La Habana, Cuba, Cuba.
- Camargo, Y., & Velez, A. (25 de Septiembre de 2009). Emisiones de biogás producidas en Rellenos Sanitarios. Barranquilla, Colombia.
- Colmenares, W., & Santos, K. (20 de Mayo de 2009). *Generación y manejo de gases en sitio de disposición final*. Recuperado el 15 de AGOSTO de 2015, de [Ingenieríaquímica.org: http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/relleno_sanitario](http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/relleno_sanitario)
- Dias E., K. J. (2006). *Evaluación de la productividad y del efluente de biodigestores suplementados con grasas residuales*. Guácimo, Costa Rica: Universidad EARTH.
- Domínguez Gómez, D. (2010). *Manual de construcción y operación de biodigestor tipo hindú y flujo continu*. Ibarra Ecuador.
- FERNANDEZ, J. F. (2010). *MAQUINAS TERMICAS*. Cuba.
- Fontenot, J. P. (2010). *Alimentación del ganado con residuos avícolas*. Gainesville. Florida.
- Forget, A. (2011). *Manual de diseño y de difusión de biodigestores familiares, con enfoque en biodigestores tubulares*. Lima Peru.
- Gil, E. (2007). *Energía y biofertilizantes, Manual de producción y utilización*. Buenos Aires, Argentina.
- Grundey, K. (2003). *Tratamiento de los residuos agrícolas y ganaderos*. Madrid, España: Editorial GEA.
- Hidalgo, G. (1998). *Producción y uso de biogas en instalaciones avícolas*. Madrid España.

- INER. (2016). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Obtenido de Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables: <http://www.iner.gob.ec/prospectiva/>
- Lesson, S. (2003). *La producción de pollos parrilleros del futuro: desde la bioseguridad hasta el control de la contaminación*. Obtenido de <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/alltech.asp> (23/9/03).
- Méndez A, C. E. (2003). *Metodología- Diseño y desarrollo del proceso de investigación*. Bogota Colombia: McGrawHill.
- OBERG, E., & JONES, D. (2004). *Manual universal de la técnica mecánica*. BARCELONA. ESPAÑA.
- Piad, R. (2001). *Evaluación de la actividad probiótica de un hidrolizado enzimático de crema de destilería en pollitas de reemplazo de ponedoras*. La Habana: Instituto de Ciencia Animal.
- Rodríguez, V. (15 de 05 de 2003). *La problemática de los residuos Ganaderos: el caso de la gallinaza*. Obtenido de <http://www.terra.es/personal/forma-xxi/cono2.htm> (.).
- Ruiz Ríos, A. (2010). *Mejora de las condiciones de vida de las familias porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestión y manejo integral de residuos sólidos y líquidos*. Lima Peru: Universitat Ramon Lull.
- Schmidt, F. (Noviembre de 2009). *Valoración del Biogas en Rellenos Sanitarios*. Medellin, Colombia.
- Schmidt, F. (Noviembre de 2009). *Valoración del biogás en un Relleno Sanitario*. Medellin, Colombia.

5 ANEXOS

5.1 Caracterización de diferentes sustratos

| Sustrato | TS (% kg de sustrato) | oTS(% de TS) | C/N | m ³ de biogás por kg de oTS | L de biogás por kg de sustrato |
|------------------------------|-----------------------|--------------|-------|--|--------------------------------|
| Estiércol de vacuno | 7-10 | 77-85 | 10-20 | 0.18-0.4 | 9.7-34.0 |
| Estiércol de cerdo | 5-7 | 77-78 | 8-15 | 0.3-0.52 | 11.6-28.4 |
| Estiércol de gallina | 18-32 | 75-83 | 7-10 | 0.33-0.65 | 44.6-172.6 |
| Estiércol ovino/cabra | 25-35 | 72 | 12-25 | 0.16-0.42 | 28.8-105.8 |
| Estiércol de caballo | 28 | | 18-25 | 0.2-0.35 | |
| Hojas de remolacha | 16 | 78.5 | 14-18 | 0.5-0.73 | 62.8-91.7 |
| Plantas de papas | 25 | 79 | 17-25 | 0.55-0.7 | 108.6-138.3 |
| Lodos de aguas servidas | 65-80 | 10 | | 0.31-0.65 | 20.2-52.0 |
| Cascaras de manzanas | 2-3 | 95 | 6-7 | 0.45-0.65 | 8.6-18.5 |
| Cascaras de papas | 12-15 | 90 | 13-19 | 0.4-0.7 | 43.2-94.5 |
| Cascaras de trigo | 6-8 | 87-90 | 10-11 | 0.6-0.8 | 31.3-57.6 |
| Restos de verdura | 10-20 | 76 | 15 | 0.5-0.62 | 38.0-94.2 |
| Restos de frutas | 45 | 93 | 50 | 0.5-0.62 | 209.3-259.5 |
| Restos de comida | 9-18 | 90-95 | 15-20 | 0.6-0.81 | 48.6-138.5 |
| Basuras orgánicas | 60-75 | 30-70 | 40-80 | 0.29-0.8 | 52.2-420.0 |
| Lodos flotantes | 5-24 | 83-98 | | 0.7-1.0 | 29.1-235.0 |
| Contenido estomacal (cerdos) | 12-15 | 80-84 | 17-21 | 0.3-0.45 | 28.8-56.7 |
| Contenido ruminal (vacunos) | 11-19 | 80-88 | 17-21 | 0.4-0.57 | 35.2-95.3 |
| Sebos | 35-70 | 96 | | 0.8-1.1 | 268.8-739.2 |
| Oleaginosas y tortas | 88 | 93 | 50 | 0.5-0.76 | 409.2-622.0 |

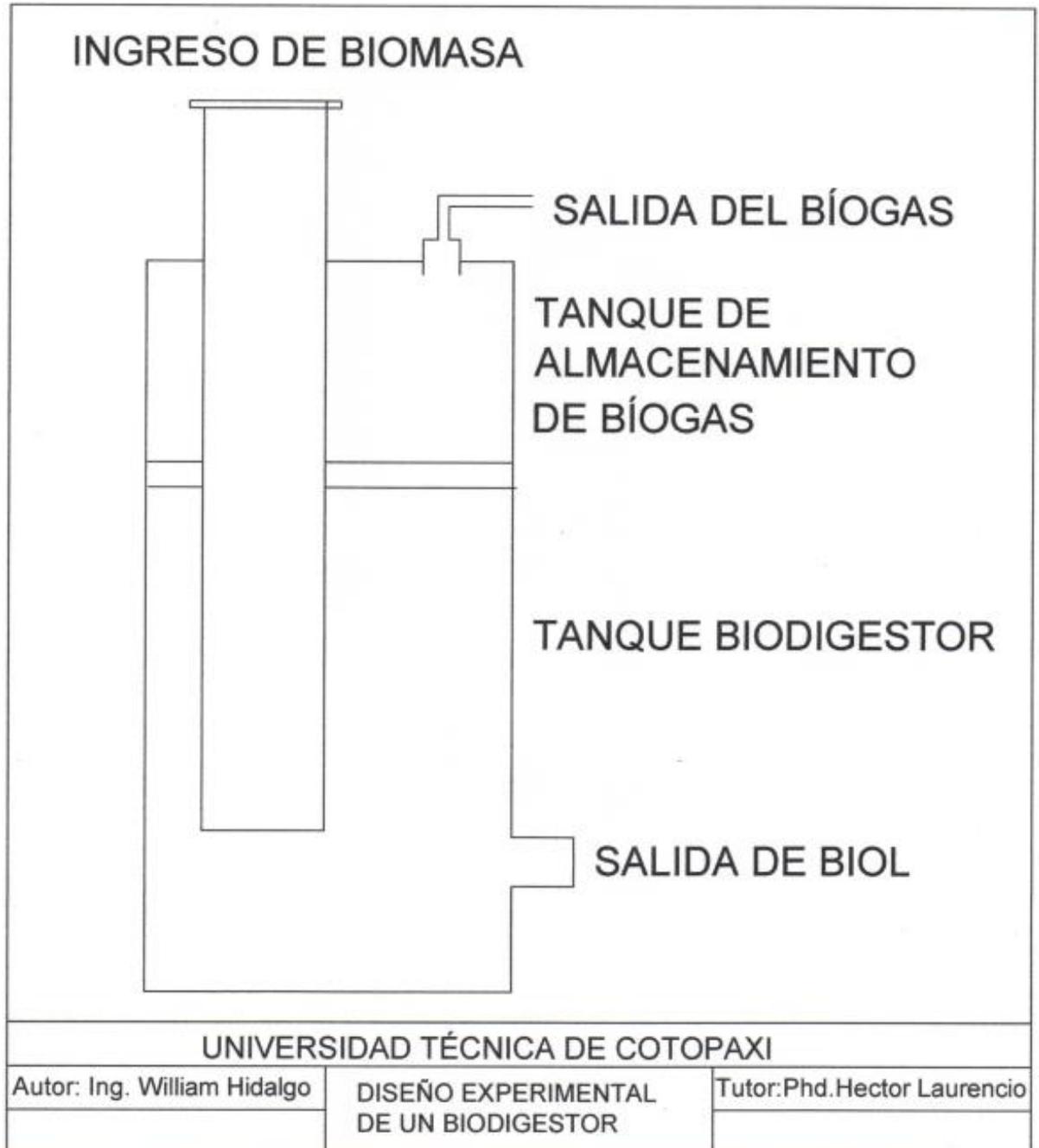
Producción de biogás por kg de sustrato, para diversos sustratos. Relación C/N (Forget, 2011)

TS Alemán Trockensubstanz: substancia seca

oTS Alemán organische Trockensubstanz: substancia orgánica seca

C/N Relación carbono/nitrógeno

5.2 Diseño experimental del biodigestor



5.3 Ph metro



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

| DATOS GENERALES | | | |
|---|----|---|---------------------|
| DESCRIPCIÓN: pHmetro | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/002 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-Químico | | FECHA (Inicio de operaciones): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: HACH COMPANY | | | |
| MARCA: HACH | | MODELO: 51910 | N°. SERIE: 9061 110 |
| ACCESORIOS: | SI | X | NO |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuales son: Electrodo Cartucho electrolito Gel de electrolito Jeringuilla Botella soaker Cable conector o adaptador | | | |

| | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------|---|----|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta | | |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI | X | No |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---|--|
| Rango de pH: 0-14 Rango de temperatura uso rutinario: 0-45°C Temperatura de almacenamiento: -40 a 50 °C Celda media de referencia: Ag/AgCl/2.2M KCl en 40% de gel glicerol | Para muestras con hidrocarburos primero filtrar la muestra para evitar daños en el electrodo |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | X |
| VERIFICACIÓN | | X |
| MANTENIMIENTO | | X |



PG0404-01

| SECTOR | INDICADOR | UNIDAD | VALOR | UNIDAD | VALOR | UNIDAD | VALOR |
|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| pH | pH | pH | 7.0 | pH | 7.0 | pH | 7.0 |
| | | | 7.5 | | 7.5 | | |
| | | | 8.0 | | 8.0 | | |
| pH | pH | pH | 7.0 | pH | 7.0 | pH | 7.0 |
| | | | 7.5 | | 7.5 | | |
| | | | 8.0 | | 8.0 | | |
| pH | pH | pH | 7.0 | pH | 7.0 | pH | 7.0 |
| | | | 7.5 | | 7.5 | | |
| | | | 8.0 | | 8.0 | | |

| SECTOR | INDICADOR | UNIDAD | VALOR | UNIDAD | VALOR | UNIDAD | VALOR |
|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| pH | pH | pH | 7.0 | pH | 7.0 | pH | 7.0 |
| | | | 7.5 | | 7.5 | | |
| | | | 8.0 | | 8.0 | | |
| pH | pH | pH | 7.0 | pH | 7.0 | pH | 7.0 |
| | | | 7.5 | | 7.5 | | |
| | | | 8.0 | | 8.0 | | |
| pH | pH | pH | 7.0 | pH | 7.0 | pH | 7.0 |
| | | | 7.5 | | 7.5 | | |
| | | | 8.0 | | 8.0 | | |

Verificación del pH con la temperatura (verificación de los instrumentos)

| Temperatura (°C) | pH | Temperatura (°C) | pH |
|------------------|-----|------------------|-----|
| 20.0 | 7.0 | 20.0 | 7.0 |
| 25.0 | 7.0 | 25.0 | 7.0 |
| 30.0 | 7.0 | 30.0 | 7.0 |

Verificación del pH con la temperatura (verificación de los instrumentos)

| Temperatura (°C) | pH | Temperatura (°C) | pH |
|------------------|-----|------------------|-----|
| 20.0 | 7.0 | 20.0 | 7.0 |
| 25.0 | 7.0 | 25.0 | 7.0 |
| 30.0 | 7.0 | 30.0 | 7.0 |

REQUISITOS TÉCNICOS

| Parámetro | Requisito |
|---------------|-----------|
| Equipo | 1.0017 |
| Reactivos | 0.0010 |
| Procedimiento | 0.0010 |
| Personal | 0.0010 |

REQUISITOS TÉCNICOS

| Parámetro | Requisito |
|---------------|-----------|
| Equipo | 1.0017 |
| Reactivos | 0.0010 |
| Procedimiento | 0.0010 |
| Personal | 0.0010 |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

REQUISITOS DE CALIFICACIÓN TÉCNICA

| Indicador | Valor | Unidad | Valor | Unidad |
|----------------|-------|--------|-------|--------|
| U ₁ | 7.0 | pH | 7.0 | pH |
| U ₂ | 7.5 | pH | 7.5 | pH |
| U ₃ | 8.0 | pH | 8.0 | pH |

Elaborado por: [Firma]
 Revisado por: [Firma]
 Aprobado por: [Firma]

Elaborado por: [Firma]
 Revisado por: [Firma]
 Aprobado por: [Firma]



INFORME DE CALIFICACIÓN N° 25-42
 Fecha de emisión: 27/03/2025
 Fecha de caducidad: 26/03/2027
 Tipo de actividad: 25.42.7
 Lugar de realización: SANTIAGO DEL CAIRO, D.M., D.R.

Elaborado por: [Firma]
 Revisado por: [Firma]
 Aprobado por: [Firma]

Unidades: pH, Unidades: pH

CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO No. 0005102015

| | | | | | |
|------------------------|----|------|----------------------|----|------|
| FECHA ACTIVIDAD | | | FECHA EMISION | | |
| 21 | 12 | 2015 | 05 | 01 | 2016 |

| | | | |
|-------------------------------------|---|-----------------------------|---|
| DATOS PERSONALES | | DATOS DEL CLIENTE | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA | | NOMBRE DE LA EMPRESA | |
| BLADIMIR ACOSTA EQUIPOS Y REACTIVOS | | AQLAB LABORATORIO | |
| RESPONSABLE DEL TRABAJO | | RESPONSABLE | Ing. Armando Meléndrez |
| Ramiro Aguirre/Bladimir Acosta | | AREA DE TRABAJO | ANALITICA |
| RUC | 1713597845001 | RUC | 2250324907001 |
| DIRECCION | Pintag Barrio San Isidro Simoholagua S/N | DIRECCION | JUAN HUNCITE Y FRAY GREGORIO DE ALUMINIA |
| TEEFONO | 2592898 / 0999441402 | TEEFONO | 062881715 |
| E-MAIL | bladmiracosta@gmail.com | E-MAIL | laboratorio@aqllabec.com |

| | | | |
|----------------------------|---------------|--------------------------|---------|
| DESCRIPCION GENERAL | | | |
| EQUIPO | POTENCIOMETRO | RESOLUCION EQUIPO | 0.01 |
| MARCA | HACH | CODIGO | EPQ/002 |
| MODELO | 51910 | TEMP. AMBIENTE | 28°C |
| No DE SERIE | 9061110 | HUMEDAD AMBIENTE | 45% |

| |
|---|
| DESCRIPCION DE ACTIVIDADES |
| <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza exterior del equipo • Limpieza del electrodo • Comprobación de conexiones eléctricas • Comprobación funcionamiento de botones ON/OFF • Verificación de pH. |

| MEDICIONES EFECTUADAS | EQUIPOS Y/O PATRONES | RESULTADOS | CALIFICACION |
|-----------------------|----------------------|------------|--------------|
| ENCENDIDO | N/A | OK | APROBADO |
| LIED/DISPLAY | N/A | OK | APROBADO |
| pH 4 | Buffer pH 4.00 | 4.01 | APROBADO |
| pH 7 | Buffer pH 7.00 | 7.00 | APROBADO |
| pH 10 | Buffer pH 10.00 | 10.01 | APROBADO |

FUNCIONAMIENTO
Una vez revisado el equipo y realizadas las actividades descritas anteriormente el equipo se encuentra listo para su funcionamiento.

NOMBRE Y FIRMA DE LA EMPRESA


Dr. Bladimir Acosta
REPERESANTJE LEGAL

5.4 Conductivimetro



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

| DATOS GENERALES | | | |
|---|----|---|----------------------|
| DESCRIPCIÓN: Conductivimetro | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/003 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-Químico | | FECHA (inicio de operaciones): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: HACH COMPANY | | | |
| MARCA: HACH | | MODELO: 51800-18 | N°. SERIE: 10323 137 |
| ACCESORIOS: | SI | X | NO |
| Si tiene accesorios el equipo describa cuáles son: Electrodo | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI X NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|--|--|
| Conductividad: 0-19.99 μ S/cm, 20-199.9 μ S/cm, 200-1999 μ S/cm, 2-19.99mS/cm, 20-199.9 mS/cm TDS: 0-50000mg/l de NaCl Sales: 0-42ppt% Temperatura: -10 a 105°C Precisión: 0,1 - 1,0%. | Para muestras con hidrocarburos primero filtrar la muestra para evitar daños en el electrodo |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | X |
| VERIFICACIÓN | | X |
| MANTENIMIENTO | | X |



| Magnitud | Valor STD | Valor máximo | U _{conduct} | U _{deriv} | U _{expandida con} | U _{% expandida con} |
|----------|-----------|--------------|----------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|
| CE | 9,95 | 11,50 | 0,551 | 0,006 | 1,10 | 11,1% |
| CE | 99,3 | 99,75 | 1,237 | 0,548 | 2,47 | 2,5% |
| CE | 1412,00 | 1188,58 | 49,988 | 6,334 | 99,98 | 7,1% |

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| A CE nominal | del Conductivímetro es | | |
|--------------|------------------------|---|-------|
| 9,95 | 1,548 | ± | 1,10 |
| 99,3 | 0,448 | ± | 2,47 |
| 1412 | -223,420 | ± | 99,98 |

para un nivel de confianza del 95 %

11%
2%
7%

INFORME DE CALIBRACION DEL pH-Metro

Calibración interna del Conductivímetro Marca HACH EFQ003, Usando tres patrones certificados de Conductividad 9,95, 99,3 y 1412 uS/cm. La calibración ha arrojado valores de incertidumbre expuestos arriba, de los cuales tomamos el valor más alto del rango 10-1413 con un K de 2 y un factor de cobertura del 95% siendo = 11 % en todo el rango

Proxima calibración: septiembre 2016

Armando Michelena Lara
Armando Michelena Lara



5.5 Balanza Técnica



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

| DATOS GENERALES | | | | | |
|--|----|-------------------------|---|-------------------------|--|
| DESCRIPCIÓN: Balanza Técnica | | | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/050 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-química | | | FECHA (inicio de operaciones): 08/01/2014 | | |
| FABRICANTE: OHAUS | | | | | |
| MARCA: OHAUS | | MODELO: TRAVELER TA3001 | | N°. SERIE: B323428023 | |
| ACCESORIOS: | SI | X | NO | | |
| Si tiene accesorios el equipo describa cuáles son: Cable de poder | | | | | |

| | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------|---|----|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta | | |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI | X | No |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---|--|
| Capacidad: 3000 g linealidad ± 1 g tiempo de estabilización: <3s Temperatura de operación: 10-40 °C Rango de humedad de operación: 30-90% diámetro del plato de pesaje: 120 mm 0.42 A | No derramar agua. Funcionamiento a corriente y 4 pilas AA |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | X | |
| VERIFICACIÓN | | X |
| MANTENIMIENTO | | X |

PG0404-01



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Calle 100 Guayaquil, calle 100 no 21 entre 10
 Guayaquil - Ecuador Psc 08-03030 Psc tel. 400
 http://www.euprom.com - mail: ventas@euprom.com



CERTIFICADO NÚMERO 3677-14-15

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: AGLABORATORIOS AGUSTA Y COMPAÑIA
 DIRECCIÓN: PLANTAS DE ORELLANA CALLE SIAM BENCITE BI Y FRAY GREGORIO DE ALMENDRA
 TEL. EFONO: 4286171

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: **BALANZA DE PRECISION** UNIDAD DE MEDIDA: Gramos (g)
 MARCA: OHAUS RESOLUCIÓN (g): 0.1
 MODELO: TRAVELER TAYLOR VALOR DE VERIFICACIÓN (g): 0.1
 SERIE: 8204802 CAPACIDAD MÁXIMA: 2000
 CÓDIGO: 8204802 CAPACIDAD MÁXIMA (FORMA): 0
 CLASE DE EXACTITUD (FORMA): 0 ALTA 0.001 g/m³ NO ESPECÍFICA

PARÁMETROS DEL EQUIPO (E)

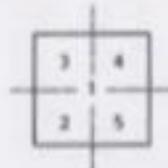
| CÓDIGO | NOMBRE | MARCA | CLASE | SERIE | FECHA CAL. | FECHA PROX. CAL. |
|----------|-----------------------------|---------|----------|---------------|------------|------------------|
| EL-PT-06 | SABONERO DIGITAL | CONTRON | 001 | 1801207 | 16-04-15 | 16-04-17 |
| EL-PT-07 | TERMOBIMETRO | TAYLOR | 032 | NO ESPECÍFICA | 03-04-15 | 03-04-16 |
| EL-PT-08 | PESAS DE PRECISION 1g - 10g | BERN | CLASE F1 | 0112600 | 11-ago-15 | 11-ago-16 |

CALIBRACIÓN

PAQUETAMIENTO: PFC 01.01 CONDICIONES AMBIENTALES: Temperatura relativa: °C 65.7 Temperatura ambiente: °C 23.2
 MÉTODO EMPLEADO: COMPARACIÓN DIRECTA CON PESAS PATRÓN

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| INDICACIÓN | DIRECCIÓN | ESQUEZ | S.M.E. | CUMPLE* |
|------------|-----------|--------|--------|---------|
| No. 1 | 090.0 | 0.0 | 0.2 | Cumple |
| No. 2 | 090.0 | 0.0 | 0.2 | Cumple |
| No. 3 | 090.0 | 0.0 | 0.2 | Cumple |
| No. 4 | 090.0 | -0.1 | 0.2 | Cumple |
| No. 5 | 090.0 | 0.0 | 0.2 | Cumple |

**LINEALIDAD / SISTEMAS**

| Linealidad de masa | 0 | 1 | 10 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 |
|---------------------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Linealidad T | 0.0 | 1.0 | 20.0 | 50.0 | 100.0 | 200.0 | 500.0 | 1000.0 | 2000.0 | 3000.0 |
| Linealidad L | 0.0 | 1.0 | 20.0 | 50.0 | 100.0 | 200.0 | 500.0 | 1000.0 | 2000.0 | 3000.0 |
| Masa certificada | 0.0000 | 1.0001 | 10.0001 | 50.0002 | 100.0002 | 200.0001 | 500.0014 | 1000.0014 | 2000.0016 | 3000.0016 |
| Smart Force | 0.00000 | 0.000010 | 0.000040 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00020 | 0.00070 | 0.0010 | 0.010 | 0.010 |
| Tarea de Linealidad | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Tarea de Linealidad | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| S.M.P. * | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| CUMPLE* | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple |

ENSAYO DE REPRODUCIBILIDAD

| Medida | Valor |
|-----------|------------|
| No. Pesas | Referencia |
| No. 1 | 090.0 |
| No. 2 | 090.0 |
| No. 3 | 090.0 |
| No. 4 | 090.0 |
| No. 5 | 090.0 |
| No. 6 | 090.0 |
| S.M.P. | 0.1 |
| REPROD. | 0.1 |
| CUMPLE* | Cumple |

Por FACTOR MÉRITO (E) (pesas, Valor Máx. del Error)

| Característica a la Incertidumbre por | Tipo de Distribución | Coeff. de Incertidumbre | Reproducibilidad |
|--|----------------------|-------------------------|------------------|
| Reproducibilidad | T de Student | 1 | 0.011170 |
| Linealidad | Rectangular | 1 | 0.004071 |
| Exactitud | Con recortado | 1 | 0.000012 |
| Exactitud | Normal | 1 | 0.010074 |
| Exactitud | Normal | 1 | 0.000000 |
| Exactitud de los instrumentos | Rectangular | 1 | 0.011170 |
| Exactitud de comparación | Rectangular | 1 | 0.000134 |
| Exactitud de la cantidad del uso | Normal | 1 | 0.011170 |
| BIEN DE CALIBRACIÓN | | | 0.0001 |
| Reproducibilidad Comprobada | | | 0.070 |
| Exactitud (Estimada de Linealidad (V)) | | | 00 |
| Valor de Calibración (C) | | | 0.00 |
| (N) FACTOR MÉRITO ALTA FORMA (E) (FORMA) | | | 0.00 |

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

La balanza cumple los requisitos 3.0.1 (Exactitud), 3.0.2 (Exactitud) y 3.1 (Exactitud Relativa Percentual) de la OIML R 76-1 2000

COMENTARIOS

* e.g.g. = Error Máximo Permisible por la OIML R 76-1 2000. Si la clase de la balanza es 1 o E, en la gráfica de exactitud debe haber 5 lecturas, para clases D y F1 habrá 3 lecturas.
 El cálculo de la reproducibilidad se realizó en base a la guía GUM (EN ISO), considerando la reproducibilidad típica por el factor de cobertura (k=2) que para una distribución de 1 de medida con (V=0) grados efectivos de libertad corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95.45%. La reproducibilidad típica de medición se ha determinado mediante el documento EA-401. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad de la imprenta oficial del Laboratorio Ecuatoriano de Normalización y Metrología. El presente certificado se refiere únicamente al equipo en la dirección al momento del ensayo.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Rogelio Caba



AUTORIZADO POR:
 Ing. Nelson Pineda
 GERENTE TÉCNICO

SECRETARIO POR:
 RESPONSABLE - CLIENTE

5.6 Cabina Desecadora



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

DATOS GENERALES

| | | | |
|---|----|---|----------------------|
| DESCRIPCIÓN: Desecador de Cabina | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/020 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Analítica | | FECHA (inicio de operaciones): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: | | | |
| MARCA: BEL-ART | | MODELO: Bel-Art | N°. SERIE: 07440 USA |
| ACCESORIOS: | SI | NO | X |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuáles son: | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|----------------------|--|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---------------------------------|--|
| de 0 a 100% de humedad relativa | No colocar cerca de un dispositivo de calentamiento. No colocar en zonas con humo o vapor. No intente introducir presión o vacío dentro del desecador No coloque productos químicos explosivos o peligrosos. No esterilice en autoclave No deje la puerta abierta durante largos periodos el aire húmedo entrará. |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | |



5.7 Espectrofotómetro UV



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

DATOS GENERALES

| | | | |
|---|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| DESCRIPCIÓN: Espectrofotómetro UV- VISIBLE | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/014 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-química | | FECHA (inicio de operación): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: Pharmacia Biotech | | | |
| MARCA: Ultrospec 3000 | | MODELO: 80-2106-20 | N°. SERIE: 75840 |
| ACCESORIOS: | <input type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <input checked="" type="checkbox"/> X |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuales son: | | | |

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---|
| PROVEEDOR | | Dr. Bladimir Acosta | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> No |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---------------------------|---|
| 100-240V 50/60 Hz | Verificar que esté cerrado en la tapa del porta celdas y que no existan celdas en el carrusel antes de su uso. Encender el equipo mínimo 30 min antes de su uso. Siempre dejar las celdas afuera y lavarlas. Verificar que esté conectado a un UPS |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | X |



5.8 Espectrofotómetro de Absorción Atómica



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

DATOS GENERALES

| | | | |
|---|----|--|--------------------------------|
| DESCRIPCIÓN: Espectrómetro de Absorción Atómica | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/061 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Instrumental 2 | | FECHA (inicio de operaciones): 20/01/2015 | |
| FABRICANTE: PERKIN ELMER | | | |
| MARCA: Perkin Elmer | | MODELO: Analyst 300 | N°. SERIE: 0410S9120309 |
| ACCESORIOS: | SI | X | NO |
| Si tiene accesorios el equipo describa cuáles son: Lámparas de cátodo hueco. | | | |

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI X NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: tel., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|--|--|
| Vac (Generador) 115/230 Hz (en funcionamiento) 50/60 Ignición Automática Monocromador Littrow con 1,800 Longitud de onda rango detector 185-850nm Resolución 0.2/0.7/2 nm Dispersión 1.6 nm/mm | Encender el compresor y verificar la presión de las válvulas, no colocar materiales sobre el equipo, colocar las lámparas en su respectiva caja si son retiradas del equipo. |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | X | |
| MANTENIMIENTO | X | |



5.9 Estufa



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

| DATOS GENERALES | | | |
|--|--|--|------------------------------|
| DESCRIPCIÓN: ESTUFA | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/001 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-Químico | | FECHA (inicio de operaciones): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: MRC | | | |
| MARCA: MRC | | MODELO: DFO-80 | N°. SERIE: No dispone |
| ACCESORIOS: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NO | | | |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuáles son: Bandejas | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|-----------------------------|---|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef, e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|--|--|
| Rango de temperatura: Ambiente a 250 °C Estabilidad de la temperatura ± 0,1 °C. Volumen: 80 L. Peso: 47 kg. | No colocar compuestos volátiles o inflamables, evitar el uso de materiales plásticos para evitar daños en el electrodo |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | X |
| VERIFICACIÓN | | X |
| MANTENIMIENTO | | X |





CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN

Calle 14a No. 21-50 Bar 11
Cariacari - Ecuador P.O. Box 220007 Fax: 011 402
http://www.euprom.com - mail: sales@euprom.com



CERTIFICADO No: 2877-19-10

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: AGLAS LABORATORIOS ACOSTA Y COMPAÑA
DIRECCIÓN: FRANCISCO DE ORILLANA CALLE JUAN HUARTE 8N Y PRM OROZCO DE ALAMOR
TELÉFONO: 0591-711

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: ESTUFA
MARCAS: MRC
MODELO/TIPO: EPO-60
SERIE: NO ESPECIFICA
CÓDIGO CLIENTE: EPO-001
UNIDAD DE MEDIDA: °C
RESOLUCIÓN: 0,1
CAPACIDAD O RANGO: 260 °C
UBICACIÓN DEL EQUIPO: AREA ANALITICA
LUGAR DE CARACTERIZACIÓN: AREA ANALITICA

PATRONES UTILIZADOS

| CODIGO | NOMBRE | MARCA | MODELO | SERIE | FECHA CAL. | PROX. CAL. |
|-----------|--------------------|-----------------|--------|---------------|------------|------------|
| EL PT 26 | TERMOMETRO DIGITAL | SPER SCIENTIFIC | 80004 | 1180108 | 03-ago-15 | 03-ago-16 |
| EL PT 26 | TERMOMETRO DIGITAL | SPER SCIENTIFIC | 80004 | 1025084 | 03-ago-15 | 03-ago-16 |
| EL PT 30 | TERMOMETRO DIGITAL | SPER SCIENTIFIC | 80004 | 1180108 | 03-ago-15 | 03-ago-16 |
| EL PT 287 | FLOCOMETRO | HOTZEL | 04847 | NO ESPECIFICA | 21-ago-15 | 21-ago-16 |
| EL PT 47 | TERMOHIGROMETRO | TRUOTE | 122 | NO ESPECIFICA | 02-ago-15 | 02-ago-16 |

CHARACTERIZACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN MEDIANTE SENSORES PATRÓN DE TEMPERATURA

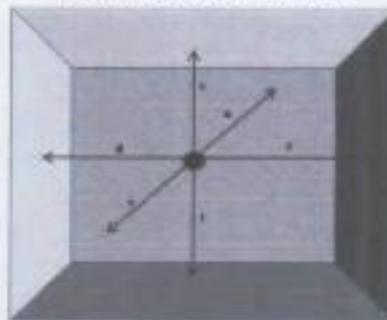
PROCEDIMIENTO: PEC-EL-35

CONDICIONES AMBIENTALES: 25,5 °C 57 %HR

DESCRIPCIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN: Se programa el registro automático del perfil térmico del equipo ensayado con 9 sensores de temperatura ubicados en las 8 esquinas y el centro geométrico del espacio de trabajo. Las lecturas son tomadas luego de que el equipo ha alcanzado el valor de temperatura programado en intervalos de un minuto durante un mínimo de 30 minutos. Los datos se almacenan en bitácora y posteriormente son descargados y analizados en una computadora.

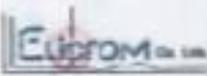
Ventilador: FORZADA
No de Puertos: NO APLICA
Posición de los puertos: NO APLICA
Ubicación del sensor: CENTRO UTIL
Sistema de calificación: S
Caracterización (tecnológica): VACIO

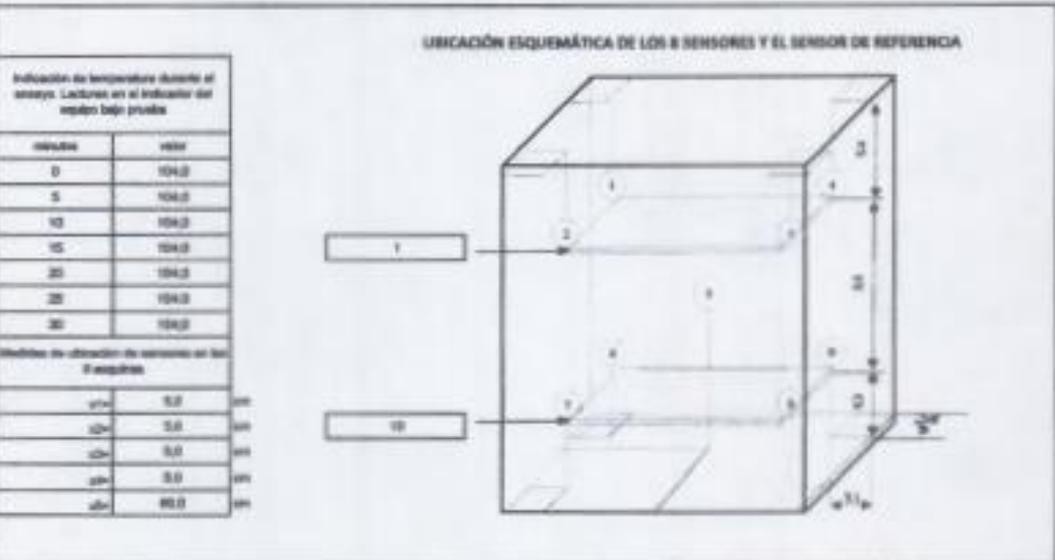
UBICACIÓN DEL SENSOR DE REFERENCIA



| sensor | x | y | z |
|--------|------|-----|-----|
| 1 | 20,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 30,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 24,5 | 0,0 | 0,0 |
| 4 | 24,5 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 35,0 | 0,0 | 0,0 |



| | | |
|---|--|---|
|  | CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN <small>Colombia - Avenida Calle 100 No. 27 - Edif. 10 Bogotá - Ecuador - P.O. Box 20000 - P.O. Box 40 info@eufom.com - web: www.eufom.com</small> |  |
| | CERTIFICADO No: | |

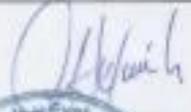


| Temperatura en los puntos de medida identificados del 1 al 9 (Sensor de Referencia- Sensor 0) | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | Sensor 5 | Sensor 6 | Sensor 7 | Sensor 8 | Sensor 9 |
| °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| 103,7 | 104,7 | 104,9 | 104,7 | 104,2 | 103,0 | 104,4 | 104,7 | 105,5 |

| Valor programado en el Controlador del equipo bajo prueba (set point) | Tolerancia del Equipo (en el estándar ISO) | Estabilidad y Uniformidad Máxima Admisible | Temperatura medida en el sensor de referencia | Temperatura medida en el indicador del equipo bajo prueba | Corrección de la indicación | Estabilidad (En el tiempo) | Uniformidad (En el Espacio) | Incertidumbre Global |
|---|--|--|---|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| 104,0 | ±0,2 | ±0,2 | 104,2 | 104,0 | 0,2 | ±0,2 | ±0,2 | ±0,2 |

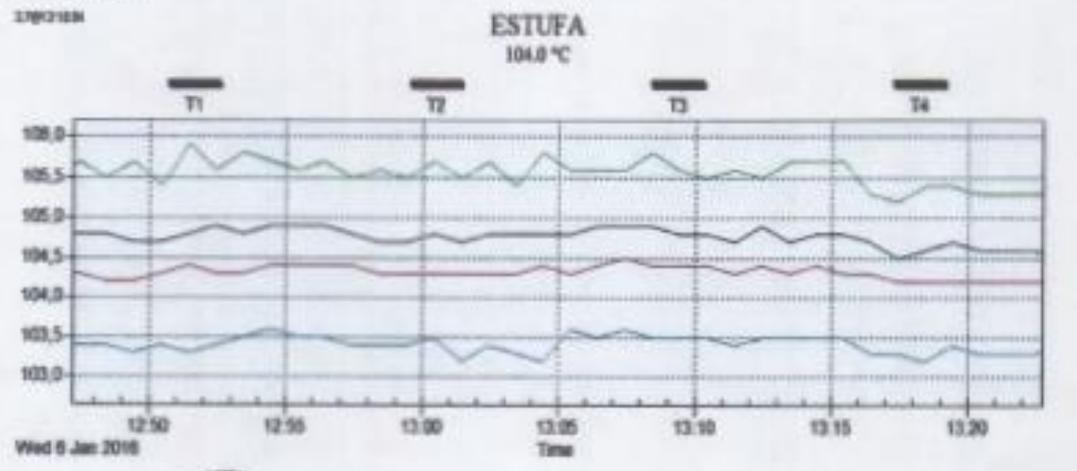
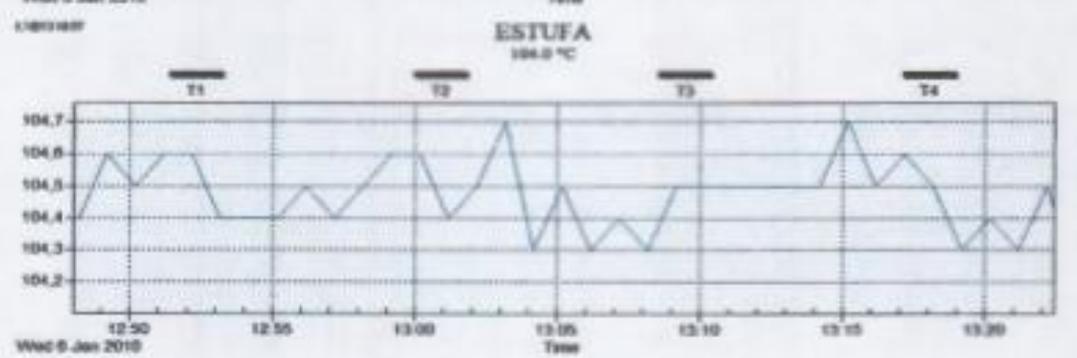
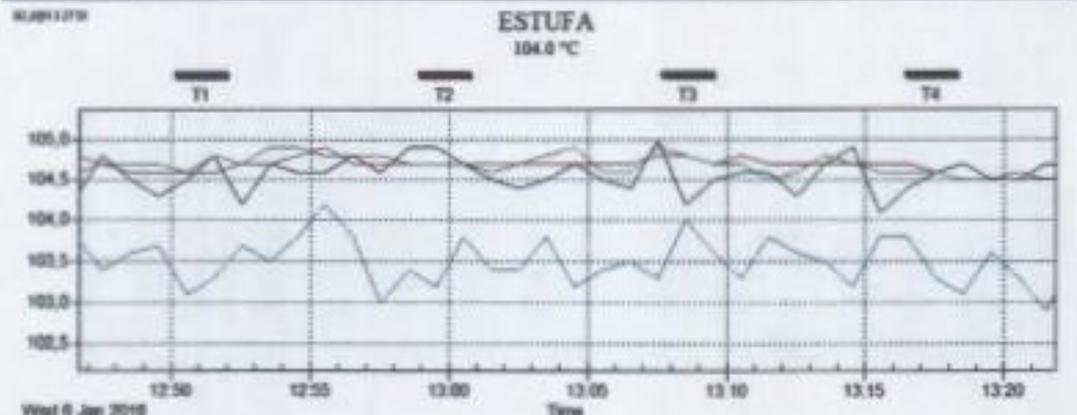
CONCLUSIONES:

El estado de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía GUM ISO 901, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura k=2,0, que para una distribución 1 por Student con 10df es = 95% (grado de libertad de Student) correspondiente a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95,42%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-402. Este certificado no podrá reproducirse sujeta en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Eufom Colombia. El presente certificado se refiere exclusivamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo. Los resultados indicados son válidos solo para el volumen de trabajo distribuido por los 9 sensores, el resto de la cámara no se controla necesariamente. La temperatura del aire en el lugar de medición se obtiene sumando la temperatura del indicador de la cámara más la corrección de la indicación. Equipo trabaja con un termocapil.

| | | |
|---|--|--|
| CARACTERIZACIÓN REALIZADA POR: FECHA DE EMISIÓN: 08-ene-18  | Rogelio Galar  | RECIBIDO POR:  RESPONSABLE - CLIENTE |
| AUTORIZADO POR: Ing. Esteban Pineda GERENTE TÉCNICO | | |



ANEXO 1: PEPPL (SERVICIO)



5.10 Incubadora



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

| DATOS GENERALES | | | | | |
|---|----|---------------------------|--|--------------------------------|--|
| DESCRIPCIÓN: Incubadora | | | | CÓDIGO INTERNO: EMB/028 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Microbiológica | | | FECHA (Inicio de operaciones): 05/08/2013 | | |
| FABRICANTE: | | | | | |
| MARCA: Memmert | | MODELO: No dispone | | N°. SERIE: No dispone | |
| ACCESORIOS: | SI | X | NO | | |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuales son: Bandejas | | | | | |

| | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------|---|----|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta | | |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI | X | NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: tel., e-mail, persona de contacto.) | | | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---|--|
| Rango de temperatura: Ambiente a 250 °C Estabilidad de la temperatura + 0,1 °C Volumen: 80 L. Peso: 47 kg. | No colocar compuestos volátiles o inflamables, evitar el uso de materiales plásticos |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | X | |
| VERIFICACIÓN | | X |
| MANTENIMIENTO | | X |

PG0404-01



CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN

Calle de Caracas, calle 1era No 21 entre 10
Sucre - Guayaquil P.O. Box 23227 P.O. Box 402
Tel: +593-4-2522222 Fax: +593-4-2522222



CERTIFICADO No: 2677-18-15

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: ALFA LABORATORIOS ACUÑA Y COMPÑIA
DIRECCIÓN: PARRALITO DE ORELLANA CALLE JUAN FANATO 361 PARRALITO DE ORELLANA
TEL: +593 9 680 174

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: RESUBOONA
MARCAS: HANNA
MODELO/TIPO: HANNA
SERIE: 810128
CÓDIGO CLIENTE: 006-002
UNIDAD DE MEDIDA: °C
RESOLUCIÓN: 0.1
CAPACIDAD O RANGO: 00 - 70 °C
UBICACIÓN DEL EQUIPO: AREA DE MICROBIOLOGIA
LUGAR DE CARACTERIZACIÓN: AREA DE MICROBIOLOGIA

PATRONES UTILIZADOS

| IDENCO | NOMBRE | MARCA | MODELO | SERIE | FECHA CAL. | PROF. CAL. |
|-----------|--------------------|--------|-----------|---------------|------------|------------|
| EL PT 100 | TERMOMETRO DIGITAL | ELPRO | SC000 790 | 8002 | 05-ab-15 | 05-ab-15 |
| EL PT 800 | TERMOMETRO DIGITAL | ELPRO | SC000 794 | 8010 | 05-ab-15 | 05-ab-15 |
| EL PT 900 | TERMOMETRO DIGITAL | ELPRO | SC000 794 | 8011 | 05-ab-15 | 05-ab-15 |
| EL PT 807 | PLUMETRO | HOTTEL | 08487 | NO ESPECIFICA | 21-ago-18 | 21-ago-18 |
| EL PT 427 | TERMOMETRICO | TAYLOR | 120 | NO ESPECIFICA | 05-ab-15 | 05-ab-15 |

CARACTERIZACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN MEDIANTE SENSORES PATRÓN DE TEMPERATURA

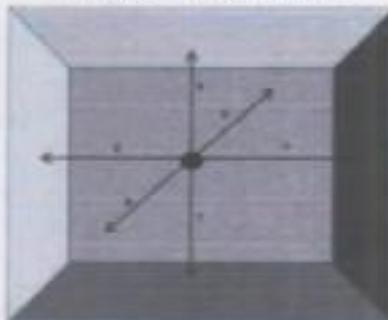
PROCEDIMIENTO: PEC-EL-39

CONDICIONES AMBIENTALES: 23.1 °C 55 %HR

DESCRIPCIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN: Se programó el registro automático del punto fijo del equipo arrojando con el sensor de temperatura ubicado en los 8 puntos y el medio geométrico del agua de trabajo. Las lecturas son tomadas luego de que el equipo ha alcanzado el valor de temperatura programado en intervalos de un minuto durante un tiempo de 20 minutos. Los datos se almacenan en el software y posteriormente son descargados y analizados en una computadora.

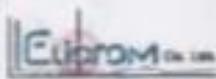
Ventilación: NATURAL
Flujo de Flujo: NO APLICA
Posición de los puntos: NO APLICA
Ubicación del sensor: CENTRO UPL
Número de series: 8
Caracterización geométrica: VACIO

UBICACIÓN DEL SENSOR DE REFERENCIA



| Sensores | Sensores |
|----------|----------|
| 1 | 25.0 mm |
| 2 | 25.0 mm |
| 3 | 25.0 mm |
| 4 | 25.0 mm |
| 5 | 24.0 mm |
| 6 | 24.0 mm |





CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN

Calle 108 No. 17-10
 Bogotá - Colombia P.O. Box 28207 Fax: 491
 Web: www.euprom.com Mail: ventas@euprom.com



CERTIFICADO No: 2677-18-15

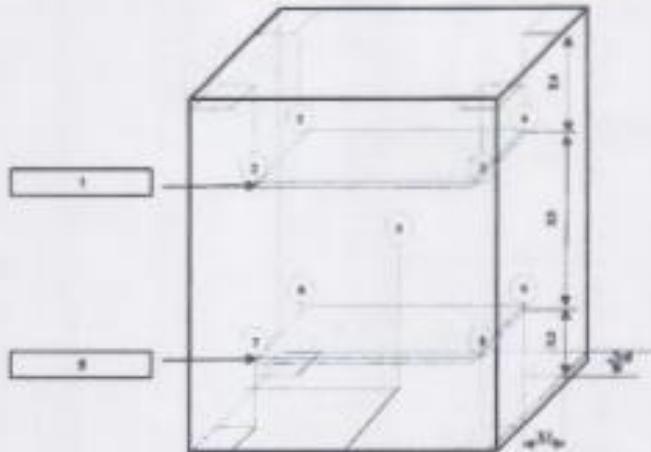
UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS 8 SENSORES Y EL SENSOR DE REFERENCIA

Indicador de temperatura durante el ensayo. Lecturas en el indicador del equipo bajo prueba

| minutos | valor |
|---------|-------|
| 0 | 44,5 |
| 5 | 44,5 |
| 10 | 44,5 |
| 15 | 44,5 |
| 20 | 44,5 |
| 25 | 44,5 |
| 30 | 44,5 |

Medidas de ubicación de sensores en los 8 espacios

| | | |
|-----|-----|----|
| x1= | 0,0 | cm |
| x2= | 0,0 | cm |
| x3= | 0,0 | cm |
| x4= | 0,0 | cm |
| x5= | 0,0 | cm |



Temperatura en los puntos de medida identificados del 1 al 8 (Sensor de Referencia= Sensor 9)

| Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | Sensor 5 | Sensor 6 | Sensor 7 | Sensor 8 | Sensor 9 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| °C |
| 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 |

| Valor programado en el Controlador del equipo bajo prueba (set point) | Tolerancia del Equipo por el cliente (%) | Exactitud y Uniformidad Máxima Admitida | Temperatura medida en el sensor de referencia | Temperatura medida en el indicador del equipo bajo prueba | Corrección de la indicación | Estabilidad (E) al tiempo | Uniformidad (E) al Espacio | Incertidumbre Global |
|---|--|---|---|---|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------|
| °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| 44,5 | 0,5 | 0,4 | 44,5 | 44,5 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,38 |

OBSERVACIONES:

El título de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía GUM 1995, multiplicando la incertidumbre tipo por el factor de cobertura k=2, que para una distribución t (de Student) con $\nu=11$ grados de libertad de Student) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95,45%. La incertidumbre tipo de medición se ha determinado conforme al documento EA-402. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Euprom Calibración. El presente certificado se refiere únicamente al equipo antes descrito al momento del ensayo. Los resultados indicados son válidos solo para el volumen de trabajo indicado por los 8 sensores, el resto de la cámara se ve afectado considerablemente. La temperatura del aire en el lugar de medición se obtiene sumando la temperatura del radiador de la cámara más la corrección de la indicación. Equipo robótico con un termómetro.

CARACTERIZACIÓN REALIZADA POR

Regino Cuervo

FECHA REALIZACIÓN: 07-ene-18

AUTOREACCIÓN POR:
 Ing. Esteban Pineda
 GERENTE TÉCNICO

RECIBO POR:

RESPONSABLE - CLIENTE



5.11 Juego de masas patrón



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

| DATOS GENERALES | | | |
|--|--|--|------------------------------|
| DESCRIPCIÓN: Masa patrón | | CÓDIGO INTERNO: PF/01-04 | |
| LOCALIZACIÓN: Área de balanza analítica | | FECHA (inicio de operaciones): 21/09/13 | |
| FABRICANTE: IMPROTEC | | | |
| MARCA: IMPROTEC | | MODELO: Cilíndrica | N°. SERIE: No dispone |
| ACCESORIOS: SI X NO | | | |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuales son: cuatro pesas de 500mg, 2g, 10g y 20g | | | |

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI X NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---------------------------|---|
| No dispone | Usar pinzas metálicas para su manejo Siempre colocar en el estuche después de su uso Para uso exclusivo de la balanza |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | X | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | |



PG0404-01

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Calle 1era Guayaquil, calle 1era, no 21 entre 10
 Guayaquil - Ecuador Pbx 04-2250307 Fax: ext. 403
 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com



CERTIFICADO No: 2577-11-15

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: AGLAB LABORATORIOS ACOSTA Y COMPAÑIA
 DIRECCIÓN: FRANCISCO DE ORELLANA CALLE JUAN HUNGATE EN Y FRAY GREGORIO DE ALAMBA
 TELÉFONO: 8291715

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) PESAD(S)

DESCRIPCIÓN: JUEGO DE PESAS
 MARCA: NO ESPECIFICA
 RANGO (VALOR): 500 mg - 20 g
 SERIE: NO ESPECIFICA
 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA
 CÓDIGO CLIENTE: NO ESPECIFICA
 CÓDIGO ASIGNADO ELICROM: EC-2015-158

PATRÓN/GRUPO (S) UTILIZADO (S)

| CÓDIGO | NOMBRE | MARCA | MODELO | SERIE | FECHA CAL. | PRX. CAL. |
|-----------|-------------------------|-----------------|----------|----------|------------|-----------|
| EL PC 011 | JUEGO DE PESAS 1 mg 20g | VEBA | CLASE E2 | 0070488 | 07 ago-14 | 07 ago-15 |
| EL ET 013 | BALANZA ANALITICA | SARTORIUS | CPA220 | 2690089 | 05 may-15 | 05 may-16 |
| EL FT 084 | BAROMETRO | CONTROL COMPANY | 1091 | 14036030 | 03 jun-14 | 03 jun-15 |
| EL FT 381 | TERMOCROMETRO | CENTER | 342 | 14012840 | 05 abr-15 | 05 abr-16 |

CALIBRACIÓN

MÉTODO: SUSTITUCIÓN (NBS) CON 8 REPETICIONES EN CADA CASO
 PROCEDIMIENTO: PEC-EL-17
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO ELICROM
 PRESIÓN BAROMÉTRICA: 1008 hPa
 TEMPERATURA MEDA: 23.8 °C
 HUMEDAD MEDA: 48.7 %RH
 DENSIDAD DEL AIRE (CALCULADO): 1,1789 kg/m³

| MASA CONVENCIONAL | INCERTIDUMBRE PARA k=2 | VALORACIÓN (Ver Nota) | CÓDIGO O IDENTIFICACIÓN |
|-------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 500 mg + 0,05 mg | 0,080 mg | F2 | EC-2015-158 |
| 2 g + 0,16 mg | 0,040 mg | F2 | EC-2015-158 |
| 10 g + 0,23 mg | 0,060 mg | F2 | EC-2015-158 |
| 20 g + 0,48 mg | 0,080 mg | F2 | EC-2015-158 |

Nota: La valoración de clase OIML, es solamente en cuanto al valor de masa convencional se refiere.

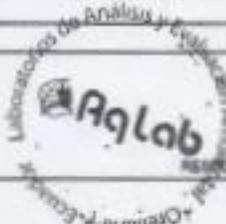
OBSERVACIONES

El cálculo de la incertidumbre expuesta se realizó en base a la guía OIML G2E R01 correspondiente a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95,45%. La incertidumbre tipo de medida se ha determinado conforme al documento EA-402. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del Laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente a la(s) pieza(s) arriba descrita(s) al momento del análisis.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Mario Tigrero
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2015-12-24



AUTORIZADO POR:
 Ing. Sabino Prieto
 GERENTE TÉCNICO



RECIBIDO POR:

RESPONSABLE - CLIENTE

5.12 Mufla



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

| DATOS GENERALES | | | |
|---|----|---|------------------|
| DESCRIPCIÓN: Mufla | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/059 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Instrumental | | FECHA (Inicio de operación): 20/06/2014 | |
| FABRICANTE: NEYMATIC | | | |
| MARCA: Neymatic | | MODELO: 101/Barkmeyer | N°. SERIE: 76969 |
| ACCESORIOS: | SI | NO | X |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuáles son: | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|--|----|---|----|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | | | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta | | | |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | <table style="font-size: x-small; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 20px;">SI</td> <td style="text-align: center; width: 20px;">X</td> <td style="text-align: center; width: 20px;">No</td> </tr> </table> | SI | X | No |
| SI | X | No | | | | |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|--------------------------------|--|
| Vac 115 V 13 A 50/60 Hz. | Establecer la temperatura deseada, use guantes resistentes al calor y pinzas de acero, no abrir la compuerta mientras la temperatura sea \geq a 400°C, dejar reposar la muestra dentro del equipo hasta que baje la temperatura, utilizar material resistente a altas temperaturas, no utilizar plásticos. |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | |



PC0404-01

5.13 Refrigeradora



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

| DATOS GENERALES | | | |
|---|----|---|-----------------------|
| DESCRIPCIÓN: Refrigeradora | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/025 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-química | | FECHA (inicio de operaciones): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: Indurama | | | |
| MARCA: Indurama | | MODELO: RI-350 | Nº. SERIE: No dispone |
| ACCESORIOS: | SI | NO | X |
| Si tiene accesorios al equipo describir cuáles son: | | | |

| | | | |
|---|-----------------------|----------------------|---------------------|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI X NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef, e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|--|---|
| Temperatura: 2- 8 ° C. Dispone de congelador y 2 parillas | Monitoreo en el rango de trabajo de temperatura indicado en las características técnicas. |

| OPERACIONES DE CONTROL. | EXTERNA | INTERNA |
|-------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | X | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | X |





CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN

Calle 68a, Ciudad de Panamá, Panamá, República de Panamá
 Teléfono: +507 302-2000 Fax: +507 302-2000
 www.euprom.com mail: sales@euprom.com

CERTIFICADO No. 2677-21-18

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: ADALABORATORIOS AGUETA Y COMPANIA
 DIRECCIÓN: PANAMA/CIUDAD DE ORELLANA CALLE SAN RAFAEL 36 Y 17077 CARRETERA DE ALAMBA
 TELÉFONO: 302176

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: **STERILIZADORA**
 MARCA: **NEURONAS**
 MODELO/TIPO: **350**
 SERIE: **NO ESPECIFICA**
 CÓDIGO CLIENTE: **EPQ-008**
 UNIDAD DE MEDIDA: **°C**
 RESOLUCIÓN: **0,1**
 CAPACIDAD O RANGO: **NO ESPECIFICA**
 UBICACIÓN DEL EQUIPO: **AREA DE ESTERILIZACIÓN**
 LUGAR DE CARACTERIZACIÓN: **AREA DE ESTERILIZACIÓN**

PARÁMETROS UTILIZADOS

| CÓDIGO | NOMBRE | MARCA | MODELO | SERIE | FECHA CAL. | PROX. CAL. |
|-----------|--------------------|---------|------------|---------------|------------|------------|
| EL PT 160 | TERMOMETRO DIGITAL | ELPRO | 003.00 T60 | 8802 | 28-ago-18 | 28-ago-18 |
| EL PT 166 | TERMOMETRO DIGITAL | ELPRO | 003.00 T66 | 8804 | 28-ago-18 | 28-ago-18 |
| EL PT 169 | TERMOMETRO DIGITAL | ELPRO | 003.00 T69 | 8801 | 28-ago-18 | 28-ago-18 |
| EL PT 207 | FLUJIMETRO | HOTTECH | 34407 | NO ESPECIFICA | 27-ago-18 | 27-ago-18 |
| EL PT 427 | TERMOANALIZADOR | TAUJER | 100 | NO ESPECIFICA | 28-ago-18 | 28-ago-18 |

PARÁMETROS

MÉTODO: COMPARACIÓN MEDIANTE SENSORES PATRÓN DE TEMPERATURA.

PROCEDIMIENTO: PEC-EL-30

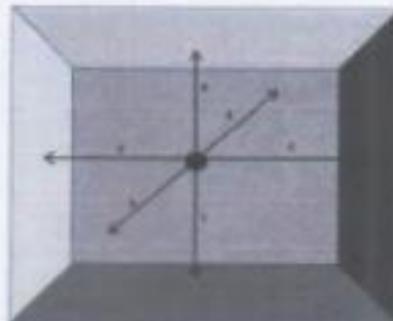
CONDICIONES AMBIENTALES: 26,1 °C

27 h:49'

DESCRIPCIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN: Se programó el registro automático del perfil térmico del equipo sometido con 3 sensores de temperatura ubicados en las 3 esquinas y al centro geométrico del espacio de trabajo. Las lecturas son tomadas luego de que el equipo ha alcanzado el valor de temperatura programado en intervalos de un minuto durante un mínimo de 30 minutos. Los datos se almacenan en bitácora y posteriormente son descargados y analizados en una computadora.

Identificación: **FORJADA**
 No de Puertos: **NO APLICA**
 Posición de los puertos: **NO APLICA**
 Ubicación del sensor: **CENTRO-UTL (SECCIÓN INFERIOR)**
 Subsección No.: **3**
 Caracterización (no estéril): **ENVASES PLÁSTICOS Y DE VIDRIO**

UBICACIÓN DEL SENSOR DE REFERENCIA



| cm | cm |
|------|------|
| 20.0 | 20.0 |
| 20.0 | 20.0 |
| 20.0 | 20.0 |
| 40.0 | 40.0 |
| 40.0 | 40.0 |





CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN

Calle 10a y 11a, No. 21 entre 10
 Quito - Ecuador P.O. Box 226207 Fax: 011 463
 http://www.elcrom.com email: ventas@elcrom.com

CERTIFICADO No.

2677-21-15

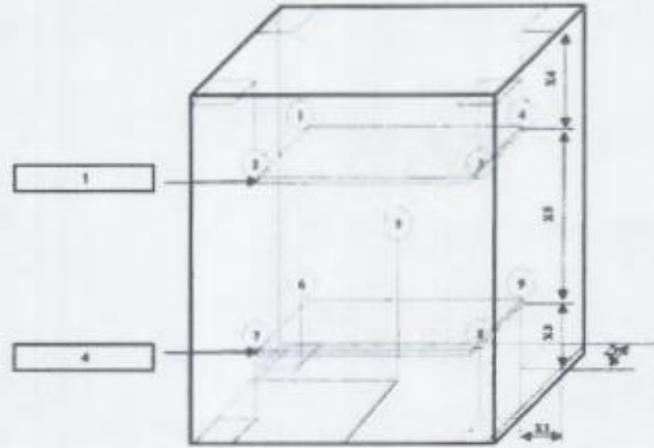
UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS 8 SENSORES Y EL SENSOR DE REFERENCIA

Indicación de temperatura durante el ensayo. Lecturas en el indicador del equipo bajo prueba

| mínima | valor |
|--------|-------|
| 0 | 4,1 |
| 5 | 4,3 |
| 10 | 4,4 |
| 15 | 4,3 |
| 20 | 4,5 |
| 25 | 4,7 |
| 30 | 4,5 |

Medidas de ubicación de sensores en los 8 equipos

| | | |
|-----|------|----|
| x1+ | 5,0 | cm |
| x2+ | 5,0 | cm |
| x3+ | 20,0 | cm |
| x4+ | 30,0 | cm |
| x5+ | 40,0 | cm |



Temperatura en los puntos de medida identificados del 1 al 9 (Sensor de Referencia= Sensor 2)

| Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | Sensor 5 | Sensor 6 | Sensor 7 | Sensor 8 | Sensor 9 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| °C |
| 4,3 | 4,5 | 4,6 | 4,3 | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 4,5 | 4,3 |

| Valor programado en el Controlador del equipo bajo prueba (set point) | Tolerancia del Equipo (por el cliente) (s) | Estabilidad y Uniformidad Máxima Admisible | Temperatura medida en el sensor de referencia | Temperatura medida en el indicador del equipo bajo prueba | Corrección de la Indicación | Estabilidad (En el tiempo) | Uniformidad (En el Espacio) | Incertidumbre Global |
|---|--|--|---|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| 5 | 3,0 | 6,0 | 4,1 | 4,4 | -0,3 | 2,0 | 0,8 | 2,4 |

OBSERVACIONES:

El cálculo de la incertidumbre expandida se realizó en base a la guía GNE ISO 9001, multiplicando la incertidumbre típica por el factor de cobertura k=2,05, que para una distribución t (de Student) con $\nu=11$ (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95,40%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA-402. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elcrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo. Los resultados indicados son válidos sólo para el volumen de trabajo delimitado por los 8 sensores, el resto de la cámara no se considera caracterizado. La temperatura del aire en el lugar de medición se obtiene sumando la temperatura del indicador de la cámara más la corrección de la indicación. El equipo trabaja con un termómetro que señala en 4 de aproximadamente una temperatura a 5 °C.

CARACTERIZACIÓN REALIZADA POR: **Rogelio Cañar**

FECHA DE REALIZACIÓN: **07-ene-18**

AUTORIZADO POR: **Ing. Sebino Pineda** (with signature)

GERENTE TÉCNICO

RECIBO POR: (with signature)

RESPONSABLE - CLIENTE



CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN

Calle de los Quilómetros, calle 1era no 21 entre 19
 Guayaquil - Ecuador P.O. Box 260007 Fax: tel. 402
 http://www.euprom.com e-mail: ventas@euprom.com

CERTIFICADO No:

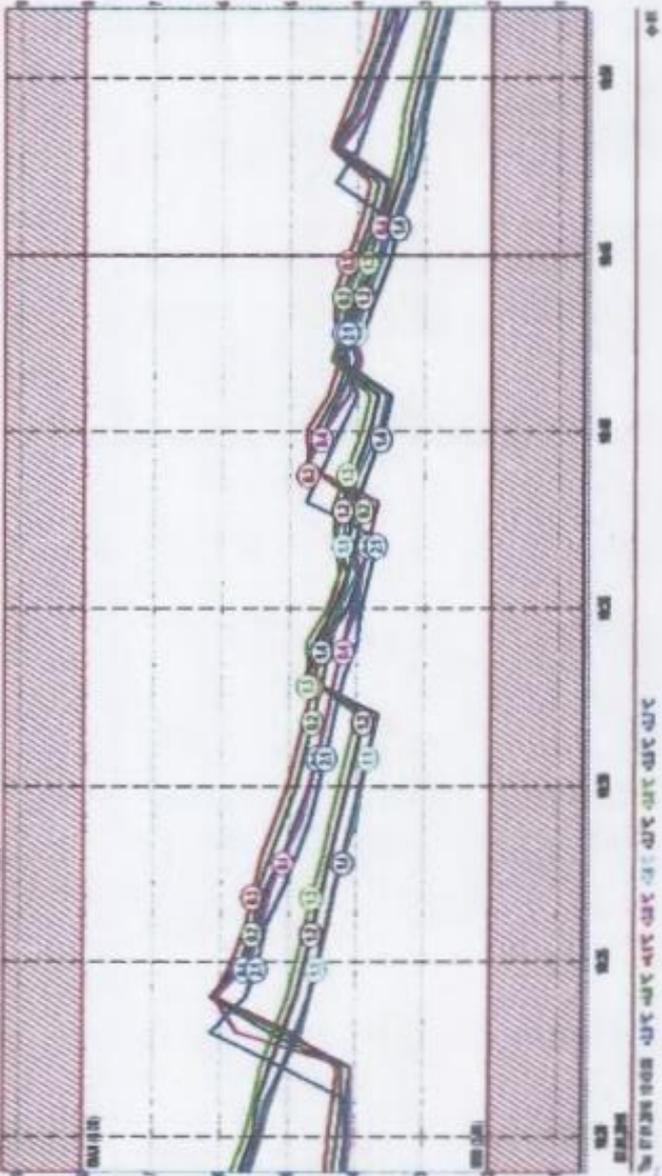
2877-21-15

ANEXO 1- PERFILES TÈRMICOS

8.5.3-8.6-1.3-1.4 Temperature [°C]

15.03.2016 08:03:23
 Documento de Caracterización 2877-21-15_01_01_2016_08:03:23 (1).indd(2)

| Series | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.4 | 8.5 |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Mean Value | 4.7°C |
| Mean Uncertainty | 0.28 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| Std. Deviation | 0.67 | 0.68 | 0.68 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.68 |
| Lower Control Value | 21.14°C |
| Statistical Control | 21.14°C |
| Upper Control Value | 31.14°C |
| Lower Value + 3σ | 21.14°C |
| Upper Value + 3σ | 31.14°C |
| Lower Out of Spec | 21.14°C |
| Upper Out of Spec | 31.14°C |
| Lower Within Spec | 21.14°C |
| Upper Within Spec | 31.14°C |
| Sample | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 | 01/01/2016 08:03:23 |



Handwritten signature

5.14 Ultrasonido



AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

| DATOS GENERALES | | | |
|--|-------------------|---|---|
| DESCRIPCIÓN: Ultrasonido | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/016 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Físico-química | | FECHA (inicio de operación): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: | | | |
| MARCA: BRANSONIC | MODELO: 1510R-DTH | N°. SERIE: RKC080029925D | |
| ACCESORIOS: | SI | NO | X |
| Si tiene accesorios el equipo describa cuáles son: | | | |

| | | | |
|---|-----------------------|----------------------|---------------------|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI X No |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telf., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---|--|
| Temperatura del tanque: 1-69°C Tiempo de desgasificación: 1-99min, 5min por defecto Tiempo de ultrasonido: 1-99min, 60min por defecto | Desconectar el cordón de corriente antes de abrir. No mojar el equipo Usar solo soluciones acuosas para limpieza No usar líquidos inflamables con un punto de inflamación bajo los 100°C El nivel del agua debe de estar como máximo a una pulgada del tope. |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | |



PG0404-01

5.15 Desecador de cabina



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

DATOS GENERALES

| | | | |
|---|-----------------|---|---|
| DESCRIPCIÓN: Desecador de Cabina | | CÓDIGO INTERNO: EFQ/020 | |
| LOCALIZACIÓN: Área Analítica | | FECHA (inicio de operaciones): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: | | | |
| MARCA: BEL-ART | MODELO: Bel-Art | N°. SERIE: 07440 USA | |
| ACCESORIOS: | SI | NO | X |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuáles son: | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI X NO |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telef., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
|---------------------------------|--|
| de 0 a 100% de humedad relativa | No colocar cerca de un dispositivo de calentamiento. No colocar en zonas con humo o vapor. No intente introducir presión o vacío dentro del desecador No coloque productos químicos explosivos o peligrosos. No esterilice en autoclave No deje la puerta abierta durante largos periodos el aire húmedo entrará. |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | |



PG0404-01

5.16 Flujo Laminar



FICHA DE EQUIPO

Hoja 1 de 1

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental

DATOS GENERALES

| | | | |
|---|--------------------|---|---|
| DESCRIPCIÓN: Flujo Laminar | | CÓDIGO INTERNO: EMB/024 | |
| LOCALIZACIÓN: Área microbiológica | | FECHA (Inicio de operación): 05/08/2013 | |
| FABRICANTE: | | | |
| MARCA: NUAIRE | MODELO: UN-427-400 | N°. SERIE: 71934 | |
| ACCESORIOS: | SI | NO | X |
| Si tiene accesorios el equipo describir cuáles son: | | | |

| | | | |
|---|-----------------------|----------------------|--|
| PROVEEDOR | Dr. Bladimir Acosta | | |
| Teléfono | 0999441402 | Persona de Contacto: | Dr. Bladimir Acosta |
| E-mail | bladyacosta@gmail.com | Da servicio técnico | SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| Observaciones: (Si el proveedor del equipo NO proporciona servicio técnico, indicar el proveedor de servicio técnico y la información del mismo: telf., e-mail, persona de contacto.) | | | |

| | |
|---------------------------|---|
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: | CONDICIONES ESPECIALES DE UTILIZACIÓN: |
| | Únicamente para cultivos microbiológicos. |

| OPERACIONES DE CONTROL | EXTERNA | INTERNA |
|------------------------|---------|---------|
| CALIBRACIÓN | | |
| VERIFICACIÓN | | |
| MANTENIMIENTO | | X |



PG0404-01

5.17 Resultados de la caracterización de la biomasa



Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

AMPLIACIÓN AL INFORME DE ENSAYO N°: 5401

WILLIAM HIDALGO.

SAS: 16-026

Dirección: Pujilí.

| | | | | |
|--|----------------------|--------------------------------|------------|--------------------|
| Fecha y hora de ingreso al laboratorio: | 2016/09/12 10:14 | Fecha final de Análisis | 2016/10/05 | T máx: 32°C |
| Toma de muestra: | Sr. William Hidalgo. | Fecha y Hora | 2016/09/11 | T mín: 22°C |

Código de Muestra: s 0515

Identificación: Gallinaza, Granja Cintia Elizabeth.

Parámetros, métodos y resultados:

| Parámetros | Método de Ensayo | Referencia | Unidad | s 0515 | Incertidumbre (K = 2) |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|--------|--------|-----------------------|
| *Carbono Orgánico Total | ITE-AQLAB-54 | EPA 9060 | % | 36,35 | - |
| *Potasio | ITE-AQLAB-04/44 | SM 3030 B, 3111B | mg/Kg | 39 180 | - |
| *Conductividad eléctrica | ITE-AQLAB-53 | EPA 9050A | uS/cm | 11 660 | - |
| *Fósforo disponible | ITE-AQLAB-51 | Booker Tropical Soil Manual | % | 2,49 | - |
| *Humedad | ITE-AQLAB-57 | ASTM D3976-92 | % | 45,32 | - |
| *Nitrógeno Total | ITE-AQLAB-59 | KJELDAHL, EPA 351.2 | % | 3,13 | - |
| *Potencial de hidrógeno | ITE-AQLAB-52 | EPA 9045 D | - | 8,07 | - |
| *Relación C/N | ITE-AQLAB-54 | EPA 9060 | % | 11,60 | - |



Amando Meléndrez
Ing. Amando Meléndrez.
DIRECTOR TÉCNICO



Francisco de Orellana, 05 de octubre de 2016

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Calle Juan Hancite y Fray Gregorio de Almirante, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.
e-mail: laboratorio@aqlabec.com - web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666838

MC2301-02

Página 1 de 1

5.18 Resultados de la caracterización del biol

AMPLIACIÓN AL INFORME DE ENSAYO Nº: 5400

WILLIAM HIDALGO.

SAS: 16-403

Dirección: Pujilí.

| | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|------------|----------------------------|
| Fecha y hora de ingreso al laboratorio: | 2016/09/12 10:14 | Fecha final de Análisis | 2016/10/05 | T máx: 32°C T mín: 22°C |
| Toma de muestra: | Sr. William Hidalgo. | Fecha y Hora | 2016/09/11 | 12:00 |

Código de Muestra: a 4568.

Identificación: Biol, Granja Cintia Elizabeth.

Parámetros, métodos y resultados:

| Parámetros | Método de Ensayo | Referencia | Unidad | a 4568 | Incertidumbre (K = 2) |
|--------------------------|------------------|--------------------------|--------|-----------|-----------------------|
| *Calcio | ITE-AQLAB-35 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 1 218,5 | – |
| *Conductividad Eléctrica | ITE-AQLAB-02 | SM 2510 B | uS/cm | 48 200 | – |
| *Cobre | ITE-AQLAB-36 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | < 0,20 | – |
| *Fosforo | ITE-AQLAB-51 | HACH 8048 | mg/L | 23,22 | – |
| *Hierro | ITE-AQLAB-39 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 10,0 | – |
| *Manganeso | ITE-AQLAB-41 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 3,73 | – |
| *Nitrógeno amoniacal | ITE-AQLAB-12 | HACH 8038 | mg/L | 6 325,0 | – |
| *Potasio | ITE-AQLAB-44 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 4 813,5 | – |
| Potencial hidrógeno | ITE-AQLAB-01 | SM 4500-H ⁺ B | – | 8,27 | ± 0,05 |
| *Sodio | ITE-AQLAB-47 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 958 | – |
| *Sólidos totales | ITE-AQLAB-03 | SM 2540 B | mg/L | 51 296,31 | – |
| *Zinc | ITE-AQLAB-49 | SM 3030 B, 3111 B | mg/L | 6,88 | – |



Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 05 de octubre de 2016

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.

Calle Juan Hancite y Fray Gregorio de Alamanita, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com - web: www.aqlabec.com - Teléfono: (593) 6 2881715 - Celular: 0991666858

5.19 Resultados de la caracterización del biogás



Laboratorio de ensayo
acreditado por el SAE con
acreditación
N° OAE LE C 14-009

AMPLIACIÓN AL INFORME DE ENSAYO N°: 5402

WILLIAM HIDALGO.

SAS: 16-403

Dirección: Pujilí.

| | | | | |
|---|---------------------|-------------------------|------------|----------------------------|
| Fecha y hora de ingreso al laboratorio: | 2016/09/12 10:14 | Fecha final de Análisis | 2016/10/05 | T máx: 32°C T mín: 22°C |
| Tema de muestra: | Sr. William Hidalgo | Fecha y Hora | 2016/09/11 | 12:00 |

Código de Muestra: a 4568.

Identificación: Biogás, Granja cistia Elizabeth

Parámetros, métodos y resultados:

| Parámetros | Método de ensayo | Referencia | Unidad | S 0515 | Incertidumbre (K=2) |
|----------------------------|------------------|-------------------|---------------------------|--------|---------------------|
| Composición | ITE-AQLAB-35 | SM 3010 B, 3111 B | CH ₄ | 59.34 | - |
| Contenido energético | ITE-AQLAB-03 | SM 2510 B | CO ₂ | 30.95 | - |
| Equivalente de combustible | ITE-AQLAB-36 | SM 3010 B, 3111 B | vWh/m ³ | 6.0 | - |
| Límite de explosión | ITE-AQLAB-51 | HACH 8048 | L petróleo/m ³ | 0.60 | - |
| Temperatura de ignición | ITE-AQLAB-39 | SM 3010 B, 3111 B | % | 7 | - |
| Presión crítica | ITE-AQLAB-41 | SM 3010 B, 3111 B | °C | 670 | - |
| Temperatura crítica | ITE-AQLAB-12 | HACH 8038 | atm | 76 | - |
| Densidad normal | ITE-AQLAB-44 | SM 3010 B, 3111 B | °C | -82.5 | - |
| Potencial Hidrogeno | ITE-AQLAB-01 | SM 4500-H B | kg m ³ | 1.3 | - |
| calor | ITE-AQLAB-43 | SM 3010 B, 3111 B | - | - | - |
| Masa molar | ITE-AQLAB-09 | SM 2540 B | kg/kmol ³ | 16.043 | - |



Ing. Armando Meléndez,
DIRECTOR TÉCNICO

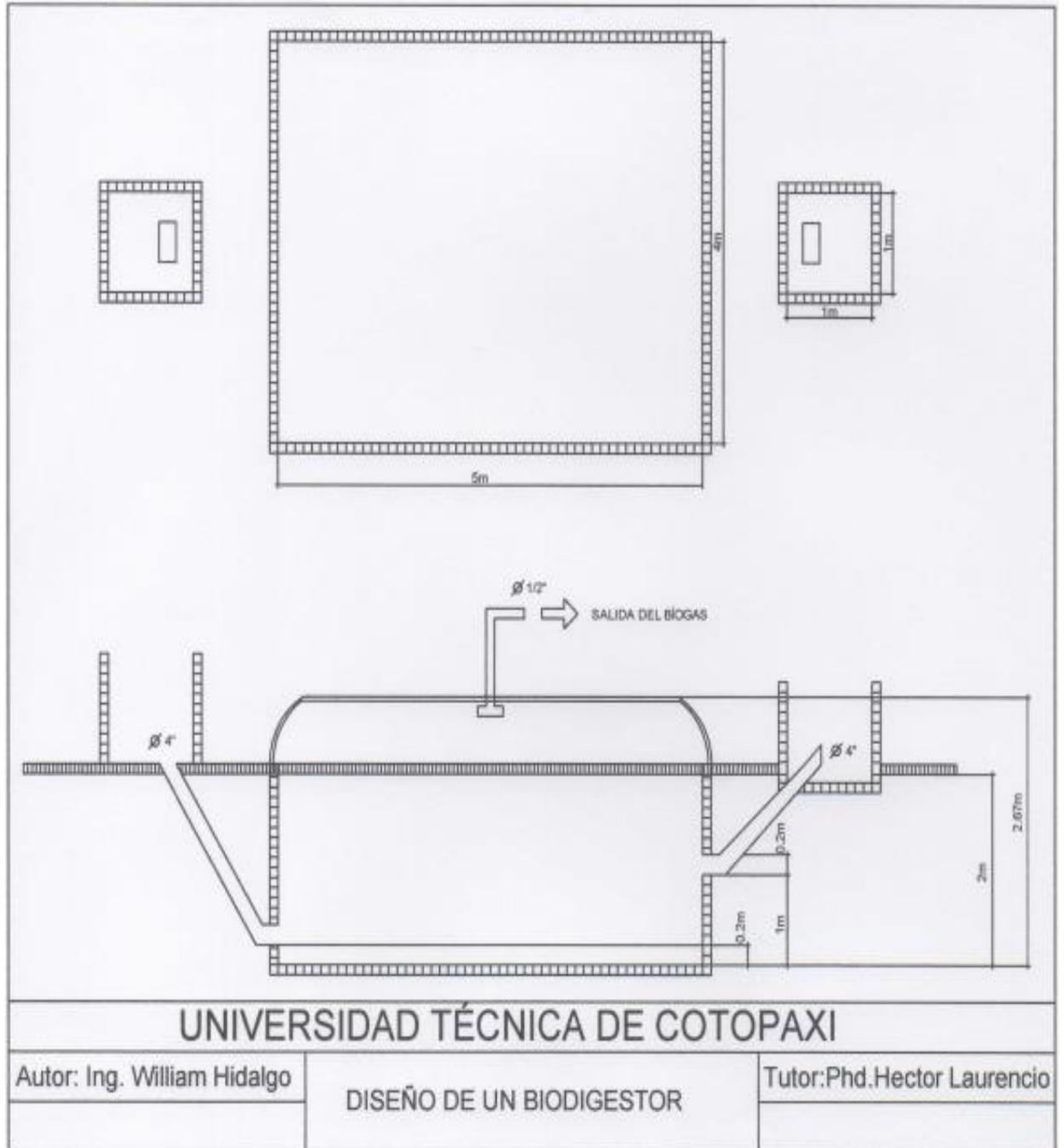
Francisco de Orellana, 03 de octubre de 2016

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
El informe sólo aplica a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
Calle José Huaczo y Frey Ginerio de Alambra, dentro de Campesinista Marín, Barrio Cón Higuer.
e-mail: laboratorio@aqlabec.com - web: www.aqlabec.com - Teléfono: (091) 6 2881713 - Celular: 0991666858

MC2301-02

Página 1 de 1

5.20 Diseño del biodigestor



5.21 Registro fotográfico

Construcción del diseño experimental



Recolección y carga de la biomasa





Obtención del biogás



Pruebas de combustión del biogás



Pruebas del poder calorífico

