



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACION

**SISTEMA BIODIGESTOR SOLAR CITIES PARA EL RECICLAJE DE
EFLUENTES ORGÁNICOS DE LA PRODUCCIÓN BOVINA DE LA
FACULTAD DE CAREN-UTC 2018-2019**

**Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en
Medio Ambiente**

Autora:

Murillo Molina Mayra Geomyra

Tutor:

PhD. Córdova Yanchapanta Vicente de la Dolorosa


LATACUGA-ECUADOR

FEBRERO 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Mayra Geomyra Murillo Molina declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación: Sistema biodigestor Solar Cities para el reciclaje de efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad de CAREN - UTC 2018-2019, siendo Córdova Yanchapanta Vicente de la Dolorosa tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....

Murillo Molina Mayra Geomyra

C.I. 050252928-2

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte MURILLO MOLINA MAYRA GEOMYRA, identificada/o con C.C.Nº05252928-2, de estado civil soltero. y con domicilio en la Av. Belisario Quevedo y calle Rafael Villacis, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - febrero 2014- marzo 2019

Aprobación HCA. – 25 de abril del 2018

Tutor. - PhD. Vicente Córdova

TEMA: SISTEMA BIODIGESTOR SOLAR CITIES PARA EL RECICLAJE DE EFLUENTES ORGÁNICOS DE LA PRODUCCIÓN BOVINA DE LA FACULTAD DE CAREN - UTC 2018-2019

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales

de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva,

dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de febrero del 2019.



Mayra Geomyra Murillo Molina

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Sistema biodigestor Solar Cities para el reciclaje de efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad de CAREN - UTC 2018-2019”, de Murillo Molina Mayra Geomyra, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero, 2019



Córdova Yanchapanta Vicente de la Dolorosa
C.I 1801634922

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el o los postulante: Mayra Geomyra Murillo Molina con el título de Proyecto de Investigación: : **“Sistema biodigestor Solar Cities para el reciclaje de efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad de CAREN - UTC 2018-2019”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.


Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2019

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Dr. Polivio Moreno
CC: 0501041641



Lector 2
Ing. Cristian Lozano
CC: 0603609314



Lector 3
MSc. Patricio Clavijo
CC: 0501444582

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme durante este camino, porque hizo realidad un sueño anhelado.

A mis padres Wilson y Rosa, quienes siempre me apoyaron durante toda mi vida, por el sacrificio que realizaron para llegar hasta donde he llegado. Gracias por toda la confianza que han tenido en mí. A mis hermanos por darme la fuerza de superar los obstáculos y seguir adelante. Gracias familia me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual manera agradezco a mi tutor PhD. Vicente Córdova por la paciencia y el apoyo para lograr mi objetivo. A mis maestros que me han visto crecer como persona y gracias por sus conocimientos hoy puedo sentirme dichosa y contenta para servir a la sociedad.

A mis amigos más cercanos por darme su apoyo durante este tiempo y sobre todo por brindarme su amistad.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mi Dios por regalarme una familia maravillosa y por la oportunidad de vivir, guiándome en el caminar de mi vida, con sus bendiciones y la fuerza para culminar una de mis metas y hacer de mí una persona luchadora.

A mis padres por ser el pilar fundamental, para lograr uno de mis objetivos ya que con su apoyo y amor profundo supieron guiarme por el buen camino y me enseñaron a creer en mí.

A mis hermanos Luis, David y Angélica gracias por su amor y apoyo incondicional que siempre me brindan.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Sistema biodigestor Solar Cities para el reciclaje de efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad de CAREN - UTC 2018-2019”

Autora: Murillo Molina Mayra Geomyra

RESUMEN

El proyecto de investigación “Sistema biodigestor Solar Cities para el reciclaje de efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad CAREN-UTC 2018-2019”, se desarrolló en el establo de ordeño de la carrera Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencia Agropecuarias y Recursos Naturales. La necesidad de este biodigestor se originó en el alto impacto ambiental que ocasiona la gestión inadecuada del estiércol bovino producido en la explotación pecuaria de la Facultad CAREN. El objetivo es mejorar la inadecuada disposición de los efluentes orgánicos de la producción bovina mediante el diseño y la construcción de un biodigestor que sea amigable con el ambiente, aprovechando la energía y los nutrientes de los mismos. Se realizó los análisis respectivos para la caracterización cuantitativa y cualitativa de los efluentes generados. El levantamiento de información del área de estudio permitió identificar las condiciones ambientales actuales que se genera por el inadecuado manejo de los desechos. Durante el mantenimiento del establo de ordeño, la generación de los efluentes orgánicos es de 220 litros diarios que son descargados a la vía. Actualmente el efluente se libera al ambiente donde genera olores desagradables, emisión de gases de efecto invernadero (gas metano) y la creación de un ambiente propicio para el desarrollo de biodiversidad nociva y enfermedades. El diseño y la construcción del biodigestor Solar Cities es un modelo económico de fácil trasportación, construido con materiales accesibles para el desarrollo del mismo, cuenta con aislamiento térmico. Este biodigestor cuenta con 5 sistemas: el sistema da alimentación que dirige las excretas al tanque de fermentación, sistema de salida del gas se transporta hacia el tanque de almacenamiento del gas, sistema de salida del fertilizante, sistema de ingreso del gas y el sistema de salida del gas para su uso.

Palabras claves: fermentación anaeróbica, biodigestor, Solar Cities, impacto ambiental, efluentes orgánicos.

ABSTRACT

The research project "Solar Cities Bi-digester System for the recycling of organic effluents from the bovine production of CAREN- UTC Department 2018-2019 ", was developed in the milking stable of the Veterinary Medicine Career of the Agricultural Sciences and Natural Resources Department. The need for this bio-digester originated in the high environmental impact caused by the inadequate management of bovine manure produced in the livestock operation of CAREN department. The objective is to improve the inadequate disposal of organic effluents from cattle production through the design and construction of a bio-digester that is friendly to the environment, taking advantage of their energy and nutrients. The respective analyzes were carried out for the quantitative and qualitative characterization of the generated effluents. The gathering of information from the study area made it possible to identify the current environmental conditions that are generated by inadequate waste management. During the maintenance of the milking barn, the generation of organic effluents is 220 liters per day that are discharged to the road. Currently the effluent is released into the environment where it generates unpleasant odors, emission of greenhouse gases (methane gas) and the creation of an auspicious environment to the development of harmful biodiversity and diseases. The design and construction of the Solar Cities bio-digester is an economic model of easy transportation, built with accessible materials for the development of the same, has thermal insulation. This bio-digester has 5 systems: the feed system that directs the excreta to the fermentation tank, the gas outlet system is transported to the gas storage tank, the outlet fertilizer system, the intake gas system and the outlet gas system for its use.

KEYWORDS: Anaerobic fermentation, Bio-digester, Solar Cities, Environmental impact, Organic effluents.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	16
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	17
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	18
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	18
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	19
6. OBJETIVOS:.....	20
6.1. General.....	20
6.2. Específicos	20
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	21
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	22
8.1. Biomasa.....	22
8.1.1. Tipos de biomasa	22
8.1.1.1. Biomasa natural	22
8.1.1.2. Biomasa residual.....	22
8.2. Desechos	23
8.2.1. Tipo de desechos.....	23
8.2.2. Desechos con potencial para producir metano	24
8.3. Estiércol bovino	24
8.4. Cambio climático.....	25
8.5. Gas metano.....	27
8.6. Dióxido de carbono.....	27
8.7. Energías alternativas	27
8.8. Biodigestor	28
8.8.1. Tipos de biodigestores.....	28
8.8.2. Función del biodigestor	29
8.9. Digestión anaeróbica.....	29
8.10. Fermentación anaeróbica.....	29
8.11. Factores que inciden en la formación del biogás.....	30
8.12. Biogás	30

8.12.1.	Composición del Biogás.....	31
8.12.2.	Fases del biogás	31
8.12.3.	Uso del biogás	31
8.13.	Biol	32
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA:.....	32
10.	METODOLOGÍA.....	33
10.2.1.	Calculo de Cantidad promedio de excretas generadas en el establo	34
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
11.1.	Cantidad de efluentes generados en la producción bovina.....	37
11.1.1.	Descripción física	37
11.1.2.	Caracterización cuantitativa de los efluentes orgánicos.....	37
11.1.2.1.	Generación de los fluentes orgánicos	38
11.1.2.2.	Mantenimiento del establo de ordeño.....	38
11.1.2.3.	Recorrido del efluente orgánico	38
11.1.2.4.	Disposición final.....	39
11.1.2.5.	Calculo de Cantidad promedio de excretas generadas en el establo	40
11.1.3.	Impactos socio-ecológicos de la liberación de desechos.....	42
11.1.3.1.	Diagnóstico de la situación actual.....	42
11.1.3.2.	Enfermedades humanas causadas por las excretas de los bovinos.....	43
11.2.	Identificación del biodigestor a implementarse.....	46
11.3.	Diseño Biodigestor Solar Cities	48
11.3.1.	Calculo de la capacidad de carga del biodigestor	49
11.3.2.	Construcción del biodigestor	49
11.3.3.	Ventajas.....	57
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	58
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	58
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
14.1.	CONCLUSIONES.....	59
14.2.	RECOMENDACIONES	60
15.	BIBLIOGRAFIA	61
16.	ANEXOS.....	63
	Anexo 1: Identificación del área de estudio y caracterización de efluentes	63
	Anexo 2: Análisis físico químico del estiércol del ganado bobino.....	66
	Anexo 3 Diagnóstico de la situación actual del área de estudio y recolección de información.....	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios directos e indirectos	18
Tabla 2 Actividades de los objetivos	21
Tabla 3 Clasificación de desechos	23
Tabla 4 Propiedades físico- químicas del estiércol del ganado bovino utilizado en la agricultura orgánica.....	24
Tabla 5. Composición del biogás	31
Tabla 6 Parámetros/análisis físico-químico de la excreta del ganado bovino	35
Tabla 7 Coordenadas del área de implantación del biodigestor.	37
Tabla 8 Ventajas y desventajas de diferentes tipos de biodigestores	46
Tabla 9 Capacidad de carga del biodigestor.....	49
Tabla 10 Impactos generados con la implementación del biodigestor	58
Tabla 11 Presupuesto para la elaboración de un Biodigestor Solar Cities.	58
Tabla 12 resultado del pesaje de la caracterización de los efluentes orgánicos	64

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Temperatura global promedio.....	26
Ilustración 2 Área de estudio - Facultad CAREN	33
<i>Ilustración 3</i> Área delimitada de la investigación: Establo de ordeño de la Facultad CAREN	37
Ilustración 4. Parte posterior del establo de ordeño.....	38
Ilustración 5 Limpieza del establo (Interior y exterior)	38
Ilustración 6 Recorrido del efluente orgánico de la producción bovina.....	39
Ilustración 7 Disposición final de los efluentes orgánicos	39
Ilustración 8 Cantidad de los efluentes orgánicos de la producción bovina.....	40
Ilustración 9 Cantidad total de los efluentes orgánicos de la producción bovina	41
Ilustración 10 Resultado de los análisis físicos- químicos del estiércol del ganado bovino ..	42
Ilustración 11 Diseño Biodigestor Solar Cities (vista frontal y vista posterior)	48
Ilustración 12 Lavado y desinfectado de los tanques IBC	50
Ilustración 13 Sistema del biodigestor de entradas y salidas	50

Ilustración 14 Tanque A, perforación y colocación de tubo PVC de 3pulg y 80 cm de largo	51
Ilustración 15 Sellado del sistema 1	51
Ilustración 16 Colocación de un tubo PVC de 30cm, seguido de un embudo	52
Ilustración 17 Perforación de 3pulg y colocación de un tubo PVC de 90cm más un adaptador.	52
Ilustración 18 Sellado del sistema 2 y colocación de una te 3x2	53
Ilustración 19 Sistema 2 (salida del fertilizante)	53
Ilustración 20 Se acoplo un bushing a la tapa del tanque A, seguida de un tubo PVC de ½ pulg	54
Ilustración 21 Sistema 4 ingreso del gas	54
Ilustración 22 Sistema 5 salida del gas	55
Ilustración 23 Sistema del tanque A Y B	55
Ilustración 24 Biodigestor Cities	55
Ilustración 25 Colocación del doble vidrio	56
Ilustración 26 Aislamiento térmico con poliuretano del Tanque A	56
Ilustración 27 .Biodigestor instalado en el establo de ordeño	57

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Sistema biodigestor Solar Cities para el reciclaje de efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad de CAREN - UTC 2018-2019

Fecha de inicio: abril 2018

Fecha de finalización: febrero 2019

Lugar de ejecución:

Salache bajo – Eloy Alfaro- Latacunga - Cotopaxi- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Equipo de Trabajo:

Tutor: PhD Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Lectores:

Lector 1: Ing. Polivio Moreno

Lector 2: Ing. Cristian Lozano

Lector 3: M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

Área de Conocimiento:

Ambiente /Protección del Medio Ambiente

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Servicios ecosistémicos y sostenibilidad

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación se basó en un modelo de un biodigestor Solar CITIES para el procesamiento de los efluentes orgánicos de la producción bovina en la Facultad CAREN en el establo de ordeño de la carrera de Medicina Veterinaria.

La necesidad de este biodigestor se originó en el alto impacto ambiental que ocasiona la gestión inadecuada del estiércol bovino producido en la explotación pecuaria de la Facultad CAREN. Actualmente el efluente se libera al ambiente donde genera mal olor, emisiones de gas metano que contribuye al efecto invernadero, y crea un ambiente propicio para el desarrollo de biodiversidad nociva y enfermedades.

Se aplicó una metodología de investigación para el diseño y prototipo de un biodigestor Solar CITIES de alta eficiencia para el aprovechamiento energético y nutricional de los efluentes orgánicos del ganado bovino con un gran potencial energético si se tratan mediante fermentación anaeróbica en biodigestores.

Con este sistema se aprovechará los efluentes orgánicos, originando biogás y abono que será utilizado como fertilizante orgánico y esto reducirá la procreación de vectores y olores desagradables que afecta a la comunidad universitaria.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Según el informe de la FAO, el 18% de las emisiones de efecto invernadero provienen de los desechos del ganado, liberando a la atmósfera entre 590 y 880 millones de toneladas de metano (CH₄), producida por el proceso de fermentación anaeróbica. La FAO calcula que el ganado bovino es el responsable de casi 9,5% de la emisión mundial de gases de efecto invernadero.

Con el fin de reducir las emisiones de efecto invernadero en la actualidad el uso de la tecnología del biodigestor ha cobrado gran interés debido a la actual crisis energética- ambiental producto del agotamiento de los combustibles fósiles.

El ganado bovino, como otros animales y como los seres humanos, producen desechos orgánicos, de los cuales mediante el proceso de fermentación anaerobia generan gas metano que contribuyen al efecto invernadero (GEI).

El biodigestor es una tecnología alternativa, limpia y renovable, que causará un gran impacto positivo en la comunidad Universitaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, logrando beneficios de tipo ambiental porque reducirá la emisión de GEI, minimizará la utilización de fertilizantes químicos para el acondicionamiento y conservación del recurso suelo, reducirá el recurso económico.

La utilización del biodigestor disminuirá la emisión local de los gases de efecto invernadero, disminuyendo significativamente olores ofensivos y vectores de enfermedades en la zona.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1 Beneficiarios directos e indirectos

BENEFISIARIOS		HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Beneficiarios directos	Comunidad Universitaria	993	1239	2232
Beneficiarios indirectos	Población de Latacunga	69.598	74.381	143.979

Fuente: Secretaria de la Facultad CAREN (2018)

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Según la FAO 2016 manifiesta que en Latinoamérica como otras partes del mundo el gas metano es uno de los GEI, que se presenta como uno de los problemas de la contaminación ambiental. La producción de metano en los últimos años ha tomado gran importancia en la producción animal debido a sus efectos negativos en el medio ambiente. Actualmente se emiten 880 millones de toneladas de metano a la atmósfera en todo el mundo generado por 14200.000.000 reses y ovejas en la tierra. A esto se añaden unos 25 millones de toneladas más de metano, provenientes de los excrementos.

Según el Informe del Planeta vivo el clima ha cambiado a mayor velocidad, los océanos se han acidificado y han desaparecido biomas enteros, todo ello a un ritmo medible durante el periodo de vida de un ser humano.

El principal problema de la emisión de metano a nivel nacional es la sobreproducción de ganado. Según Vida sostenible 2010 publica que el metano es un gas 20 veces más nocivo para el calentamiento global que el CO₂ principalmente producido por la quema de combustibles fósiles. En el Ecuador la concentración del gas metano ha sido uno de los problemas ambientales que juega un papel importante en la determinación de la capacidad de oxidación de la tropósfera. Las explotaciones ganaderas actuales, con su diferente extensión, provocan un impacto negativo ambiental que generan residuos (estiércol), que contamina el aire, el agua y los ecosistemas a su alrededor.

En el sector de Salache se origina la ganadería, el motivo principal es la generación de gas metano que son emitidos a la atmosfera.

El problema se define como la inadecuada disposición de los efluentes orgánicos de la producción bovina que genera la contaminación ambiental, vectores que pueden producir enfermedades que afectan a la salud y olores desagradables según el Dr. José Velásquez médico veterinario manifiesta que las enfermedades causadas por el estiércol del ganado bovino son: criptosporidiosis, *E. coli*, *Giardia*, *listeriosis* y *Salmonella* son enfermedades que se encuentran en el estiércol de vaca.

6. OBJETIVOS:

6.1. General

Implementar un sistema biodigestor Solar Cities para el tratamiento de los efluentes orgánicos de la producción bovina de la facultad de CAREN

6.2. Específicos

- Determinar la cantidad de efluentes generados en la producción bovina.
- Establecer los impactos socio-ecológicos de la liberación de los desechos.
- Construir un biodigestor Solar Cities amigable con el ambiente.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 2 Actividades de los objetivos

Objetivo	Actividades	Resultado de actividades	Descripción de la metodología por actividad
1.Obj.Determinar la cantidad de efluentes generados en la producción bovina	Descripción física	Coordenadas de ubicación	Levantamiento de información inicial referencia geográfica del lugar de la implementación del biodigestor.
	Caracterización cuantitativa y cualitativa de efluentes.	Determinación de la cantidad y características de las excretas del ganado bovino	Muestra de las excretas del ganado bovino, tomando en cuenta los parámetros a ser analizados.
2.Obj. Establecer los impactos socio-ecológicos de la liberación de desechos	Observación In situ	Impactos ambientales	Levantamiento de información in situ de las condiciones ambientales del establo de ordeño.
	Investigación de las enfermedades causadas por los vectores.	Información recolectada de la Doctora Paola Enríquez y el Médico Veterinario Luis Caiza	Entrevista realizada en el mes de enero del 2019
3. Obj. Construir un biodigestor Solar Cities amigable con el ambiente	Identificación del biodigestor a implementarse	Selección del modelo del biodigestor para el tratamiento de los efluentes.	Artículos Científicos Documentos científicos Trabajos investigativos
	Diseño del biodigestor	Biodigestor Solar Cities	Diseño del Biodigestor en el programa SketchUp 2016
	Implementación del biodigestor	Biodigestor implantado	Construcción del Biodigestor

Elaborado por: Murillo M.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Biomasa

La biomasa es toda sustancia orgánica renovable de origen tanto animal como vegetal. La energía de la biomasa proviene de la energía que almacenan los seres vivos. En primer lugar, los vegetales, al realizar la fotosíntesis, utilizan la energía del sol para formar sustancias orgánicas. Después los animales incorporan y transforman esa energía al alimentarse con las plantas, la transformación de dichos productos se los considera residuos, pueden ser utilizados como recurso energético. (Corona, 2007)

8.1.1. Tipos de biomasa

8.1.1.1. Biomasa natural

La biomasa natural es la que se produce en ecosistemas naturales, es una de las principales fuentes energéticas en los países subdesarrollados. (Fernández, 2005)

La biomasa natural se produce sin la intervención del hombre para potenciarla o para modificarla. Se trata fundamentalmente de residuos forestales:

- Derivados de limpieza de bosques y de restos de plantaciones
- Leñas y ramas
- Coníferas
- Frondosas

8.1.1.2. Biomasa residual

La biomasa residual es la que generada en las actividades humanas que utilizan materia orgánica. Su eliminación en muchos casos supone un problema. Principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, como basuras y aguas residuales. Incluye los Residuos Forestales y Agrícolas, los Residuos de Industrias Forestales, los Residuos Sólidos Urbanos y los Residuos Biodegradables. (Fernández, 2005)

8.2. Desechos

Un desecho es “cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado como materiales, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad.

Cabe destacar, que los desechos son eliminados por su inutilidad, aunque, es recurrente que aquello que para uno es un desecho y como tal debe ser eliminado, otro individuo puede considerarlo todavía útil para su vida (reciclaje). (Galway, Seckar, & Church, 2006)

8.2.1. Tipo de desechos

Tabla 3 Clasificación de desechos

Tipo	Clases	Ejemplos
Doméstico y comercial	Orgánicos (combustibles)	Restos de comida, cartón, papel madera, desechos de jardín
	Inorgánicos (incombustibles)	Vidrio, cerámica, metales, electrodomésticos, etc.
	Especiales	Aceites y cauchos generados por los automóviles.
Institucionales	Igual que los domésticos y comerciales	Se generan en instituciones gubernamentales, escuelas, hospitales y cárceles.
Construcción y demolición	Construcción	Ladrillos, hormigón, piedra, maderas, y electricidad.
	Demolición	Similar a los desechos de construcción, incluye vidrios rotos, plásticos y acero.
Servicios municipales	Difusos	Limpieza de calles, cuencas, parques y zonas de recreo.
Plantas	Plantas de tratamiento	Fangos provenientes de tratamiento de aguas residuales
	Plantas de incineración	Cenizas vidrio, cerámica, metales, madera.
Industriales		Desechos de plantas de procesos industriales, chatarra, desechos especiales y peligrosos.
Agrícolas y pecuarios		Desechos de cultivos y estiércol generado por la ganadería de leche y engorde.

Fuente: (Contreras, 2016)

8.2.2. Desechos con potencial para producir metano

Los desechos que generan más metano se clasifican de la siguiente forma

- Desechos Animales: Estiércoles, cama, desechos alimenticios, orina, etc.
- Residuos Agrícolas: Semillas, pajas, bagazo de caña, etc.
- Desechos de Rastros: Sangre, carne, desechos de pescado, etc.
- Residuos Agroindustriales: Aserrín, desechos de tabaco, cascarilla de arroz, desechos de frutas y vegetales, etc.
- Residuos Forestales: Ramas, hojas, cortezas, etc.

8.3. Estiércol bovino

El estiércol es un sustrato complejo, el cual presenta considerables contenidos de materiales orgánicos disueltos y particulados, dentro de los que se incluyen polisacáridos, lípidos, proteínas y ácidos grasos volátiles (AGV), además de un conjunto de compuestos inorgánicos. Este sustrato es reconocido como una excelente base para el desarrollo del proceso de digestión anaeróbica y un gran contenido de nutrientes necesarios para el desarrollo de las poblaciones anaeróbicas.

El estiércol es el abono fundamental para mejorar las tierras demasiado sueltas o muy tenaces y aumentar su poder retentivo para el agua, factor decisivo de la fertilidad en las comarcas de lluvias escasas y mal repartidas. (Cardenas, 2012)

Tabla 4 Propiedades físico- químicas del estiércol del ganado bovino utilizado en la agricultura orgánica

PARAMETROS (%)	VALORES
pH	8.8
Conductividad eléctrica (C.E.) ds cm-1	5.51
Materia Orgánica (M.O)	72.6
Nitrógeno (N)	2.03
Fosforo (P)	1.91
Calcio (Ca)	2.81
Potasio (K)	1.97
Magnesio (Mg)	1.10
Hierro (Fe)	0,3581
Humedad (H)	52.8

Fuente: (Pérez, Céspedes, & Núñez, 2008)

8.4. Cambio climático

Según (OMM, 2018), los informes meteorológicos sobre el cambio climático manifiestan que las emisiones de los gases de efecto invernadero de origen antropógeno continua aumentando, la temperatura media de atmosfera inferior de la tierra podría incrementarse en más de 4 grados centígrados (7.2 grados F), el incremento de la temperatura del planeta se atribuye a la actividad humana , los impactos del cambio climático, donde se genera el 70 % emisiones totales de gases de efecto invernadero.

Miche Jarraud fue el Secretario General de OMM (Organización Meteorológica Mundial) del 2017-2015, señaló que el cambio climático está provocando desastres naturales que, a su vez, tienen un impacto sobre la salud de las personas, en los últimos ha habido grandes avances tanto en la ciencia climática como en la salud.

(CODESPA, 2015) Manifiesta que el cambio climático afecta a todos los países. Este está produciendo un impacto negativo en los ecosistemas, en la economía nacional y en la misma vida de las personas. Desastres climáticos, sequías, plagas y aumentos de temperaturas.

La generación de ingresos de millones de productores y sus familias, en países en desarrollo, está vinculada al sector agropecuario que, por su naturaleza y características, está expuesto y es totalmente dependiente de la creciente variabilidad climática y las manifestaciones más drásticas del cambio climático.

Además, el ritmo y la intensidad con la que el cambio climático amenaza con provocar cambios sobrepasan la capacidad natural e histórica de reacción y adaptación de las comunidades, en general, y de las más pobres en particular.

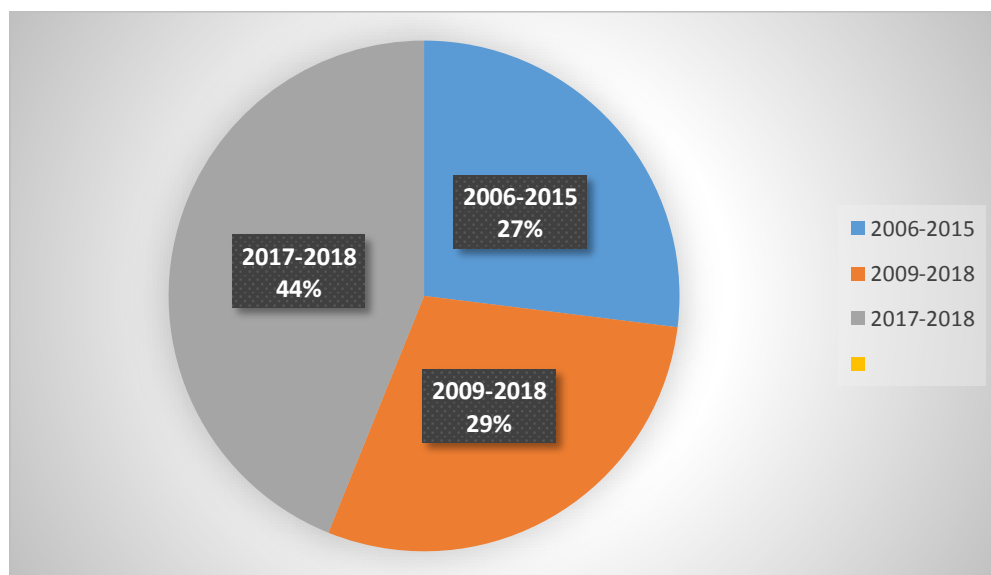
El dióxido de carbono provoca un caldeoamiento de la atmósfera terrestre, que, por analogía, es denominado efecto invernadero. El dióxido de carbono no es el único gas de efecto invernadero; también el vapor de agua y varios gases, tales como el metano, el ozono troposférico, los clorofluorometanos y otros.

El Meteorólogo (Escardo, 2010) Doctor en Ciencias Físicas manifiesta que el CO₂ es causante de efecto invernadero; se está prestando atención a otros gases como el metano, cuya proporción crece continuamente. Manantiales de metano son entre otros la ganadería, los arrozales y determinados insectos como las termitas.

El Secretario General de la OMM, señor Petteri Taalas 2018 menciona que las concentraciones de gases de efecto invernadero han alcanzado de nuevo niveles sin precedentes y, si se mantiene la tendencia actual, es posible que se produzcan aumentos de la temperatura de 3 a 5 °C para finales de siglo”.

Las concentraciones de dióxido de carbono, metano alcanzaron nuevos valores máximos en 2017, según se desprende del Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero. Los datos de diversos lugares, en particular Mauna Loa (Hawái) y el cabo Grim (Tasmania), indican que estas concentraciones siguieron aumentando en 2018.

Ilustración 1. Temperatura global promedio



Elaborado por: Murillo M.

Fuente: ((OMM), 2018)

El Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sobre el calentamiento global de 1,5 °C señala que la temperatura media mundial en el decenio 2006-2015 fue 0,86 °C más alta que en la era preindustrial. El aumento medio con respecto al mismo período de referencia en el último decenio (2009-2018) fue de aproximadamente 0,93 °C y en los últimos cinco años (2014-2018), de 1,04 °C.

El cambio climático es un proceso inequívoco; se dice cómo la producción bovina estimula uno de los factores que lo produce: el efecto invernadero; En las últimas décadas, la concentración de metano en la atmósfera se ha ido incrementando de manera importante, hasta un 1% por año, siendo su principal origen en las actividades humanas. (Vidasostenible, 2016)

8.5. Gas metano

El metano, es el compuesto del carbono más simple, cuya composición se basa en un carbono y cuatro hidrógenos, con fórmula CH_4 . 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. Hay enormes cantidades de este gas, conocido comúnmente como gas natural. Se produce como producto final en las plantas tras la putrefacción anaeróbica, proceso que se usa para aprovecharlo en producir biogás. El metano es uno de los gases del efecto invernadero, que contribuye al calentamiento global. (Angarita, 2014)

Las emisiones de metano (CH_4) son generadas como consecuencia de la descomposición de materia orgánica en los vertederos de desperdicios sólidos de algunos sistemas de almacenamiento de estiércol y ciertos sistemas para el tratamiento de aguas servidas.

8.6. Dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un gas inerte (no tiene ningún poder calorífico) y debe ser calentado en la combustión. Su eliminación no es aconsejable salvo en los casos de almacenaje del biogás a altas presiones debido a que sería inútil gastar energía de compresión y volumen de almacenaje de alto costo en un gas que no dar ningún beneficio adicional.

Se utilizan varios sistemas entre los cuales los más difundidos son los que emplean su disolución en agua a presión y otros que usan mezclas químicas de gran complejidad. (Valtierra, 2010)

8.7. Energías alternativas

Las energías alternativas aprovechan productos energéticos que se generan o producen en una determinada zona, como en el caso del viento, luz y calor procedente del sol, agua, calor de la tierra, producción agrícola (biocarbuerentes), bosques, cultivos varios (biomasa).

Una de las fuentes de energía es el gas natural se ha convertido en una energía básica para el mundo, que se utiliza como fuente de calor, es muy importante en nuestros hogares como una fuente de energía para la generación de electricidad. (Viloria, 2012).

8.8. Biodigestor

Un Biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaeróbica de bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar este en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación. El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto que provee un fertilizante natural para los cultivos. (Herrero, 2008)

8.8.1. Tipos de biodigestores

Hay muchos tipos de biodigestores, pero los más comunes son el dosel flotante (indio) y el domo fijo (chino). (Bautista , 2010)

- Pozos sépticos: es el más antiguo y más sencillo de los digestores anaerobios conocidos. Es utilizado usualmente en la disposición de aguas residuales domésticas. Este tipo de biodigestor no aprovecha el gas producido debido a que su función es el tratamiento de las aguas servidas y no la producción energética.
- Biodigestor tipo hindú: desarrollado en la India después de la segunda guerra mundial. Su función principal era la producción de gases combustibles, por lo que consta de una trampa flotante para gas. Este tipo de biodigestor es alimentado de forma semi continua a través de una tubería de entrada.
- Biodigestor tipo chino: desarrollado a partir del biodigestor hindú. China adaptó la tecnología para un mejor manejo de los desechos, sin ocuparse tanto del uso energético del biogás producido.
- Biodigestor de estructura flexible: un modelo más económico de construcción de biodigestores, más accesible a la economía de pequeñas comunidades o de personas individuales, desarrollado en la provincia de Taiwán, a partir de materiales flexibles. Actualmente se utiliza el polietileno, y son comúnmente utilizados en América Latina, Asia y África. Consiste en una bolsa de material plástico ubicada dentro de una canaleta que proporciona soporte. Un extremo de la bolsa constituye la entrada del material a fermentar y el otro extremo la salida de los lodos de fermentación. En la parte superior se encuentra la salida para los gases.
- Biodigestor de alta velocidad o flujo inducido: utilizados en instalaciones industriales o semi industriales. Se diferencian de los biodigestores convencionales en cuanto a su

diseño, pues mejoran el contacto entre las bacterias y el material a digerir, obteniéndose tiempos de retención menores.

8.8.2. Función del biodigestor

Un digestor biológico o biodigestor, en su forma más simple es, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita materia orgánica como; desechos vegetales y frutales (excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua, esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto gas metano (biogás) y un subproducto líquido (biol), el cual puede ser utilizado como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

Este tipo de tecnología tiene un gran potencial para el cuidado del ambiente ya que disminuye la cantidad de desechos vertidos a los ecosistemas y además se produce una fuente de energía relativamente limpia. (Royere, 2016)

8.9. Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos mediante el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, residuos vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico. (Moreno, 2011)

8.10. Fermentación anaeróbica

La fermentación anaeróbica es un proceso mediante el cual, una gran variedad de desechos orgánicos, en un ambiente sin aire, pueden ser convertidos en un gas combustible tico en metano, llamado “Biogás” y un residuo semisólido, rico en nitrógeno, llamado “bio abono”.

El proceso se lleva a cabo dentro del biodigestor. Dentro de este, se produce una fermentación del material en donde intervienen varias bacterias.

8.11. Factores que inciden en la formación del biogás

- La temperatura es muy importante para la producción de biogás, ya que los microorganismos que realizan la biodigestión disminuyen su actividad fuera de estas temperaturas. La temperatura en la cámara digestiva debe ser entre los 20° C y 60° C; para optimizar el tiempo de producción es deseable mantener una temperatura entre los 30° C y 35° C.
- El nivel de acidez determina como se desenvuelve la fermentación del material orgánico. El pH del material debe tener un valor entre 6.5 y 7.5. Al estar fuera de este rango neutro la materia orgánica corre el riesgo de pudrirse, ya que se aumenta la actividad relativa de los microorganismos equivocados; esto normalmente produce un olor muy desagradable.
- Tiempo de retención, es el tiempo que requiere los microorganismos para degradar toda la materia orgánica y generar los productos de dicho proceso. Depende exclusivamente de la temperatura del lugar en el cual se vaya a implementar el biodigestor.
- El contenedor debe de estar perfectamente sellado para evitar que entre el oxígeno y de esta manera tener un procedimiento anaeróbico adecuado; también evita fugas del biogás.
- Debe de contener entre el 80% y 90% de humedad.
- Los materiales más comúnmente utilizados para producir biogás son el estiércol de vaca, caballo, puerco y humana, sin embargo, también se pueden otros materiales orgánicos.
- Para lograr una descomposición eficiente, la materia orgánica debe de ser en tamaños digeribles pues entre más chica más rápida la producción del biogás.
- Se deberá tener un equilibrio del carbono y el nitrógeno

8.12. Biogás

El biogás se genera a partir de residuos orgánicos sometidos a un proceso de biodigestión anaeróbica (sin presencia de oxígeno). Los residuos orgánicos de origen animal o vegetal deben estabilizarse mediante algún sistema de tratamiento para reducir su potencial de contaminación. (Hernández, 2015)

El biogás se produce en un proceso biológico. En ausencia de oxígeno (anaeróbico significa sin oxígeno), la materia orgánica se descompone formando una mezcla de gases conocida como biogás. Ese proceso se encuentra ampliamente en la naturaleza y ocurre. La materia orgánica

se convierte casi enteramente en biogás gracias a la acción de una gama de distintos microorganismos. También se genera energía (calor y nueva biomasa).

8.12.1. Composición del Biogás

Tabla 5. Composición del biogás

COMPUESTO	SIGLAS	CANTIDAD
Metano	CH ₄	40-80 %
Dióxido de Carbono	CO ₂	18-44 %
Hidrogeno	H	4%
Sulfuro de hidrogeno	H ₂ S	4%
Nitrógeno	N	4%

Fuente: (Hernández, 2015)

8.12.2. Fases del biogás

La digestión anaeróbica que ocurre en el biodigestor es un proceso natural, en el que intervienen diferentes complejos de microorganismos en distintas etapas: (Aguilar, 2015)

- Hidrólisis: emplea un primer grupo de bacterias llamadas hidrolíticas, produce la degradación de los polímeros orgánicos, dando lugar a moléculas simples.
- Acidogénesis: un segundo grupo de bacterias, denominadas homoacetogénicas, rompe las moléculas simples, dejando como producto sustancias que las bacterias del tercer grupo utilizan como alimento.
- Metanogénesis: un tercer grupo de bacterias, llamadas metanogénicas, terminan de degradar las sustancias producidas en las etapas anteriores. Los productos finales de esta etapa son el gas metano y fertilizante orgánico.

De este proceso resultan los gases que componen el biogás y un influente rico en nutrientes, el metano, obtenido de la última etapa de la digestión anaeróbica, puede utilizarse directamente como fuente de calor mediante su combustión, o puede convertirse en electricidad. El residuo de la digestión, es un fertilizante agrícola que contienen nutrientes como nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio. (Hernández, 2015)

8.12.3. Uso del biogás

Sirve para cocinar, sustituye la electricidad, la leña o el gas propano. Se usa el gas directamente como sale del biodigestor. La llama en el quemador debe ser de color azul, lo que indica que está desarrollándose buena combustión. También tiene fines energéticos; para alumbrado,

sustituir gasolina o diésel de motores de combustión interna de picadoras de pasto, bombas de agua o generadores eléctricos. (Elizondo, 2005)

8.13. Biol

El material que sale del biodigestor es un excelente abono y acondicionador del suelo, con elementos importantes para el desarrollo de las plantas.

El Biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos. Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), rentables ecológicamente y económicamente. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores. (Manual de BIOL)

El Biol es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Tras salir del biodigestor, este material ya no huele y no atrae insectos una vez utilizado en los suelos.

El biol como abono es una fuente de fitoreguladores que ayudan a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos.

El biol es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos que serán un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados. (Manual de BIOL).

9. PREGUNTA CIENTÍFICA:

¿El sistema biodigestor Solar Cities reducirá los impactos socio ambientales al permitir el reciclaje de los efluentes orgánicos de la producción bovina de la Facultad CAREN?

El Sistema biodigestor Solar Cities reducirá los impactos socio-ambientales identificados en el área de estudio como: la degradación del suelo, la proliferación de vectores y emisión de gases de efecto invernadero (gas metano), que han ocasionado cambios en el entorno ambiental.

Este modelo de biodigestor es un contenedor cerrado herméticamente e impermeable, cuenta con un aislante térmico que ayuda a mantener la temperatura para el proceso anaeróbico. Consta de 5 sistemas: el sistema de alimentación, salida del gas, salida del fertilizante, ingreso del gas y el sistema de salida de gas para uso.

10. METODOLOGÍA

10.1. Área de estudio

El estudio de los efluentes orgánicos en la producción bovina se realizó en el establo de ordeño de la carrera de Medicina Veterinaria, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

DATOS GENERALES	
Provincia	Cotopaxi
Ciudad	Latacunga
Parroquia	Eloy Alfaro
Sector	Salache Bajo
Temperatura	13C ⁰
Población Universitaria	143.979
Latitud	9889388
Longitud	764514
Altitud	2739 m.s.n.m

Ilustración 2 Área de estudio - Facultad CAREN



Realizado por : Murillo. M.

10.2. Caracterización de los efluentes

El desarrollo de la parte experimental de la presente investigación se realizó en el mes de noviembre del 2018.

Para la caracterización de los efluentes orgánicos de la producción bovina se realizó un diagnóstico del área, identificando el manejo de los residuos orgánicos para la toma de muestras que serán analizadas en base a la variable de la cantidad y características físico-químicas de las excretas generadas.

Para la recolección y la cuantificación de excretas del ganado bovino se registraron datos diarios en el punto de descargo, durante cinco días laborables en distintos horarios. (*Anexo 1, Tabla 11*), Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

10.2.1. Cálculo de Cantidad promedio de excretas generadas en el establo

$$ETC = \frac{Ec1 + Ec2 + Ec3 + Ec4}{D}$$

Donde:

ETC= Cantidad total de excretas generadas en el establo

Ec= cantidad de excreta generada por día

D= Días de recolección del estiércol

Para el análisis físico-químico se recolectó una muestra (1kg) que fue transportada al Laboratorio de análisis de suelo, plantas y agua del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental “Santa Catalina”, Panamericana Sur Km.1 vía Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha para los respectivos análisis. (*Anexo 2*)

Materiales y equipos

Materiales

- Libreta de campo
- Balde plástico de 25 litros
- Fundas herméticas
- Cooler

Equipos de protección personal

- Mascarilla
- Guantes quirúrgicos

- Botas de caucho

Parámetros considerados para el análisis de las muestras.

Tabla 6 Parámetros/análisis físico-químico de la excreta del ganado bovino

PARÁMETROS
Conductividad Eléctrica (C.E)
Nitrógeno Total
Fósforo
Materia orgánica
Potasio
Calcio
Magnesio
Calcinación (M.O)
pH
C/N
Humedad

Elaborado por: Murillo M.

10.3. Diagnóstico de la situación actual

Se realizó la visita in situ al área de estudio con la finalidad de conocer el manejo de los efluentes y sus efectos, identificando los impactos generados por el manejo inadecuado de los efluentes orgánicos. El ganado bovino durante su alimentación, producción y limpieza se encuentran a cargo de tres personas que desarrollan estas actividades diariamente.

Se realizó una entrevista al Médico Veterinario Luis Caiza del Parque Nacional Cotopaxi y a la Dra. Paola Enríquez Médico General del Hospital Básico Rafael Ruiz del Cantón Pujilí, sobre las bacterias que se encuentran en las excretas del ganado bovino y las enfermedades que causan las mismas.

10.4. Factores que influyen para la construcción del biodigestor

Para la construcción y el diseño del biodigestor Solar Cities se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Factores humanos

- Necesidad de la implementación del Biodigestor
- Recursos disponibles de tipo económico, mano de obra

- Disponibilidad de materia prima (excretas del ganado bovino)

Factores biológicos

- Enfermedades y plagas ocasionadas por la excreta del ganado bovino

Factores físicos

- Localización, ubicación y la geografía aspectos como latitud, longitud y altitud del área de implementación
- Vías de acceso

10.4.1. Materiales para la construcción del biodigestor.

- 2 tanques IBC de 1000 lt.
- 1 tubo pvc de 4 pulg
- 3 tubo pvc de ½ x 1 metro
- 1 tubo pvc de 3 pulg
- 2 te 3x 2 pulg
- 1 te ½ pulg
- 2 tapones 3 pulg
- 2 tanques IBC (1000 lt)
- 3 codos enroscables de ½ pulg
- 1 universal ½ pulg
- 1 polipega
- 1 teflón grande
- 1 polinex
- 2 bushing 90 x 75
- 1 bushing 2 x ½
- 2 adaptadores macho y hembra 90
- 2 adaptadores macho y hembra 110
- 3 contra tuerca ½ pulg
- 1 válvula ½ pulg
- 2 adaptador f/x 1/2
- 1 tapón macho 1/2
- 5 manguera bicapa ½

- 2 abrazadera 30.06
- 1 reducción de 6 a 4 pulg
- 2 vidrios 80x60 cm

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Cantidad de efluentes generados en la producción bovina

11.1.1. Descripción física

El biodigestor fue implementado en el establo de ordeño de la Facultad CAREN, las coordenadas geográficas del área de implementación se detallan a continuación.

Tabla 7 Coordenadas del área de implantación del biodigestor.

PUNTOS	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Altitud
1	764384	9889568	2735
2	764362	9889578	2729
3	764395	9889605	2726
4	764380	9889621	2728

Elaborado por: Murillo M.

Ilustración 3 Área delimitada de la investigación: Establo de ordeño de la Facultad CAREN



Elaborado por: Murillo M.

11.1.2. Caracterización cuantitativa de los efluentes orgánicos

Se presenta de forma detallada el diagnóstico desde la generación hasta la disposición final de los efluentes orgánicos.

11.1.2.1. Generación de los fluentes orgánicos

La generación de los efluentes orgánicos en la Facultad CAREN se produce principalmente del ganado bovino. Los residuos generados por los bovinos se encuentran en la parte posterior del establo de ordeño.



Ilustración 4. Parte posterior del establo de ordeño

11.1.2.2. Mantenimiento del establo de ordeño

Las personas encargadas del establo de ordeño realizan el mantenimiento que se efectúa entre las 05h: 40 y en la tarde a las 14h: 30.



Ilustración 5 Limpieza del establo (Interior y exterior)

11.1.2.3. Recorrido del efluente orgánico

En el mantenimiento del establo de ordeño los residuos son desechados hacia una carretera, la cual fluye por la vía hasta un orificio en la tierra.



Ilustración 6 Recorrido del efluente orgánico de la producción bovina

11.1.2.4. Disposición final

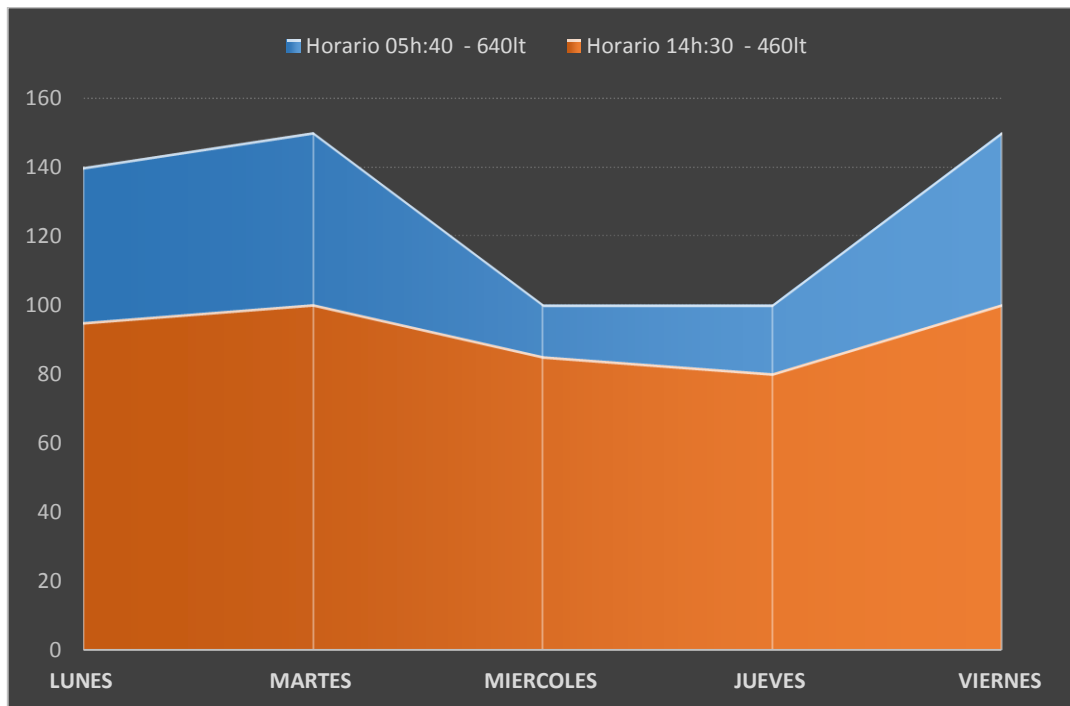
Los efluentes orgánicos son depositados en el orificio, donde se filtran hacia el interior del suelo.



Ilustración 7 Disposición final de los efluentes orgánicos

El análisis de la cuantificación de los efluentes estableció, durante los días laborables, en el horario de la mañana se genera de 100 a 150 litros y en la tarde de 80 a 100 litros.

Ilustración 8 Cantidad de los efluentes orgánicos de la producción bovina



Elaborado por: Murillo M.

El análisis de la cuantificación total de los efluentes se estableció que durante los dos horarios de recolección de la muestra en los días laborables se genera una cantidad de 180 a 250 litros diarios.

Para determinar la cantidad promedio de excretas de ganado bovino generado en el establo de ordeño se calculó la cantidad total.

11.1.2.5. Cálculo de Cantidad promedio de excretas generadas en el establo

$$ETC = \frac{EC1 + EC2 + EC3 + EC4}{D}$$

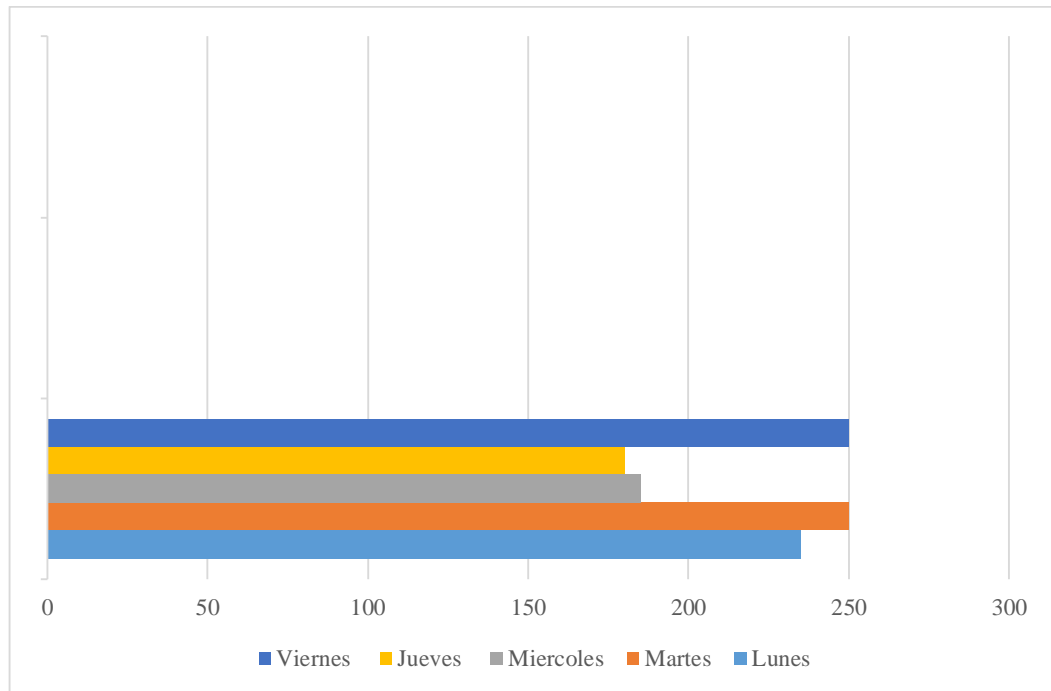
$$ETC = \frac{235 + 250 + 185 + 180 + 250}{5 \text{ DIAS}}$$

$$ETC: 1100/5$$

$$ETC = 220 \text{ litros diarios}$$

El promedio total de generación de efluentes orgánicos de la producción bovina, recolectada durante cinco días en el establo de ordeño es de 220 litros diarios.

Ilustración 9 Cantidad total de los efluentes orgánicos de la producción bovina



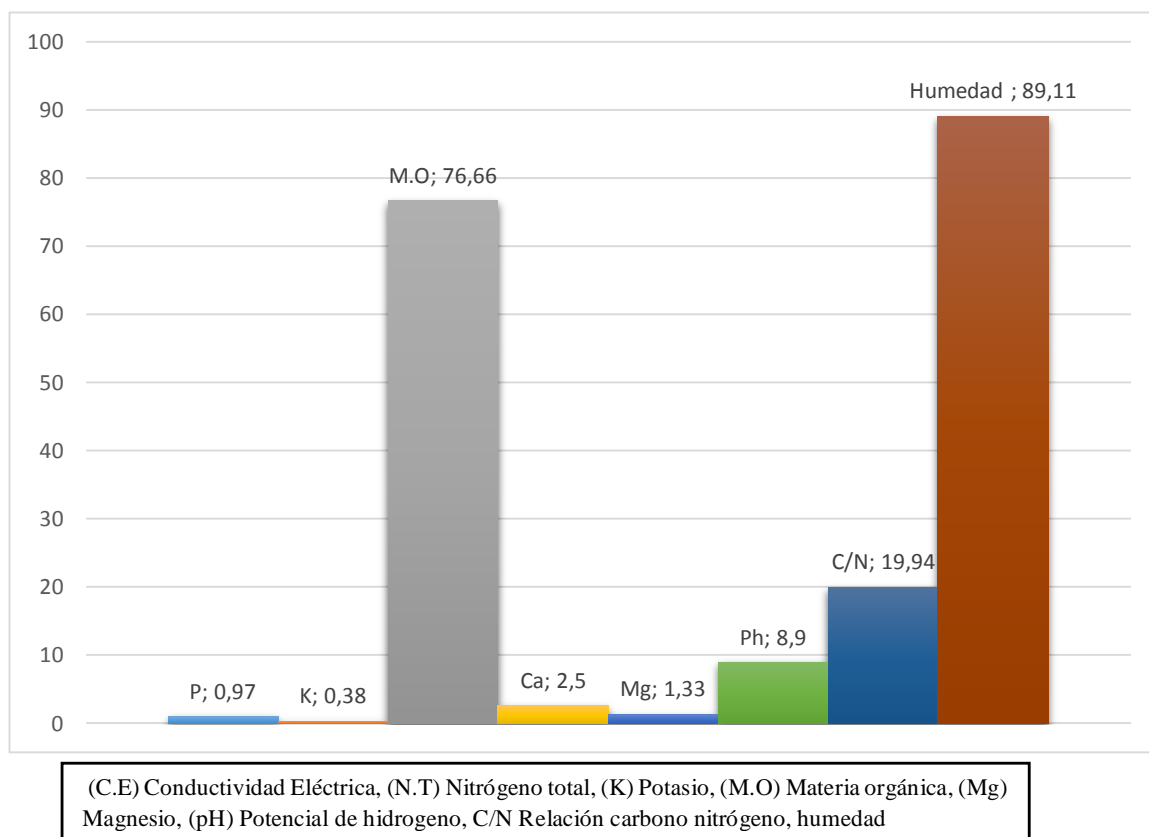
Elaborado por: Murillo M.

El pH promedio se encontró en 8.90. Las excretas pueden variar su pH de 6 y 8 dependiendo de la alimentación o de las frescuras de las excretas según (Vinasco, 2018) . El porcentaje promedio de la humedad de las excretas frescas fue de 89.11 %.

La relación C/N obtenidos en los análisis físico - químico realizado al estiércol del ganado bovino se obtuvo un resultado de 19.94/1. La relación del C/N optima que debe tener el material “fresco o crudo” que se utiliza para iniciar la digestión anaeróbica, es de 30 unidades de carbono por una unidad de nitrógeno, es decir, C/N=30/1 (Vinasco, 2018)

Se considera al encontrar niveles altos de carbono y bajos de nitrógeno o viceversa no pueden encontrar las condiciones ideales para alimentarse, desarrollarse y reproducirse los microorganismos.

Ilustración 10 Resultado de los análisis físicos- químicos del estiércol del ganado bovino



Elaborado por: Murillo M.

11.1.3. Impactos socio-ecológicos de la liberación de desechos

11.1.3.1. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico de las condiciones ambientales que se presenciaron es la degradación del ambiente a causa del inadecuado manejo de las excretas del ganado bovino. Afecta agua, aire, suelo y a la salud de las personas.

El impacto ambiental como generación de gases de infecto invernadero y la sobre carga de nutrientes en los suelos de cultivo ocasionado por excretas de ganado bovino, dependerá en gran medida del sistema de alimentación y del manejo del estiércol.

Las descargas a la atmósfera provenientes del estiércol incluyen polvo, olores y gases producto de la digestión anaeróbica y descomposición aeróbica. El olor no presenta riesgos a la salud, pero la mayoría de la gente encuentra inaceptable los olores emitidos por el estiércol en las zonas urbanas.

El manejo inadecuado de los efluentes y las descargas de las mismas es un medio de proliferación de vectores infecciosos y parasitarios tanto para el animal como para el ser humano. Desprendimiento de gases tóxicos y de olores desagradables que da lugar a problemas de tipo sanitario y a la vez problemas de contaminación en el exterior generando la contaminación atmosférica. Los efluentes orgánicos sin un tratamiento adecuado producen un incremento de nitrógeno en los suelos sufriendo un proceso de mineralización

11.1.3.2. Enfermedades humanas causadas por las excretas de los bovinos

Las enfermedades humanas ocasionadas por las excretas de los bovinos no son frecuentes, los trabajadores pueden presentar algunas enfermedades. El Médico Veterinario del Parque Nacional Cotopaxi Luis Enrique Caiza Estupiñán menciona que las principales bacterias patógenas que se hallan en el estiércol de la vaca es *Escherichia coli* y *Salmonella*.

Por el contacto directo e indirecto de las personas con el excremento de la vaca se puede contagiar por las siguientes bacterias: *Mycobacterium*, bacterias del género *Brucella*, *Leptospira*, *Clostridium tetani*.

La Dra. Paola Enríquez Médico General del Hospital Básico Rafael Ruiz del Cantón Pujilí, durante la entrevista, argumento que las enfermedades causadas por las bacterias que se encuentran en los excrementos de las vacas son enfermedades parasitarias, estos paracitos pueden causar enfermedades diarreicas agudas, deshidrataciones graves, daños pulmonares, inclusive puede causar la muerte.

Escherichia coli

Es una bacteria que vive en el intestino, se transmite generalmente por el consumo de agua o alimentos contaminados. *E. coli* puede producir diarrea hemorrágica y a veces puede causar insuficiencia renal y hasta la muerte. Esto, en general, ocurre en niños y en adultos con sistemas inmunitarios debilitados. Manipule la comida con seguridad, cocine bien las carnes, lave las frutas y verduras antes de comerlas o cocinarlas y evite la leche y los jugos sin pasteurizar.

Síntomas

- Náuseas o vómitos
- Fuertes cólicos abdominales
- Diarrea líquida o con mucha sangre

- Cansancio
- Fiebre

Salmonella

Salmonelosis es una infección en el tracto digestivo provocada por la bacteria ***Salmonella***, se contrae mediante el consumo de alimentos contaminados, como el pollo y los huevos mal cocidos. La *Salmonella* causa varios tipos de infección. La mayoría de las veces estas bacterias causan gastroenteritis, pero a veces causan fiebre tifoidea, una infección más grave.

Síntomas

- Dolor de cabeza y estómago
- Diarrea
- Vómito
- Náuseas
- Fiebre

Mycobacterium

Tuberculosis pulmonar es una infección bacteriana contagiosa que afecta a los pulmones y puede propagarse a otros órganos es causada por la bacteria ***Mycobacterium tuberculosis***, se puede adquirir por la inhalación de gotitas de agua provenientes de las tos o estornudo. La tuberculosis generalmente afecta a los pulmones, aunque también puede afectar a otras partes del cuerpo, como el cerebro, los riñones o la columna vertebral.

Síntomas

- Fatiga
- Fiebre
- Sudoración (sobre todo nocturna)
- Expectoraiones (a veces sanguinolentas)
- Dolor torácico

Brucella

La brucelosis es una infección bacteriana que se transmite de los animales a las personas causada por la bacteria ***Brucella***. Esta enfermedad se trasmite al ser humano mediante el

consumo de productos lácteos no pasteurizados, contacto directo con fluidos provenientes de algún animal infectado (sangre, orina, heces, fluidos vaginales, fetos abortados, placenta) y mediante la inhalación de aerosoles infectados.

Síntomas

- Fiebre
- Escalofríos
- Pérdida de apetito
- Sudores
- Debilidad
- Fatiga
- Dolor articular, muscular y de espalda
- Dolor de cabeza

Leptospira

La leptospirosis es una enfermedad infecciosa que afecta a humanos y un amplio rango de animales, incluyendo a mamíferos, aves, anfibios, y reptiles. Es una enfermedad zoonótica, manifestándose principalmente en épocas de lluvias e inundaciones. Las infecciones humanas aparecen por contacto directo con orina o tejidos de animales infectados, o bien de forma indirecta, por contacto con agua o tierra contaminadas.

Síntomas

- Fiebre
- Dolor de cabeza
- Dolores musculares
- Malestar general.

Clostridium tetani

es una bacteria letal formador de esporas, y anaerobia. Encontrada en los hogares del ser humano y en la comida, en forma de esporas o como parásito en el tracto gastrointestinal de animales, es causante de infecciones muy graves en los humanos, y provoca la enfermedad del tétanos, generalizado: tétanos cefálico, tétanos de las heridas y tétanos neonatal.

Síntomas

- Disfagia
- Diaforesis
- Hipertermia
- Arritmias cardíacas
- Fluctuaciones de la tensión arterial.

11.2. Identificación del biodigestor a implementarse

Tabla 8 Ventajas y desventajas de diferentes tipos de biodigestores

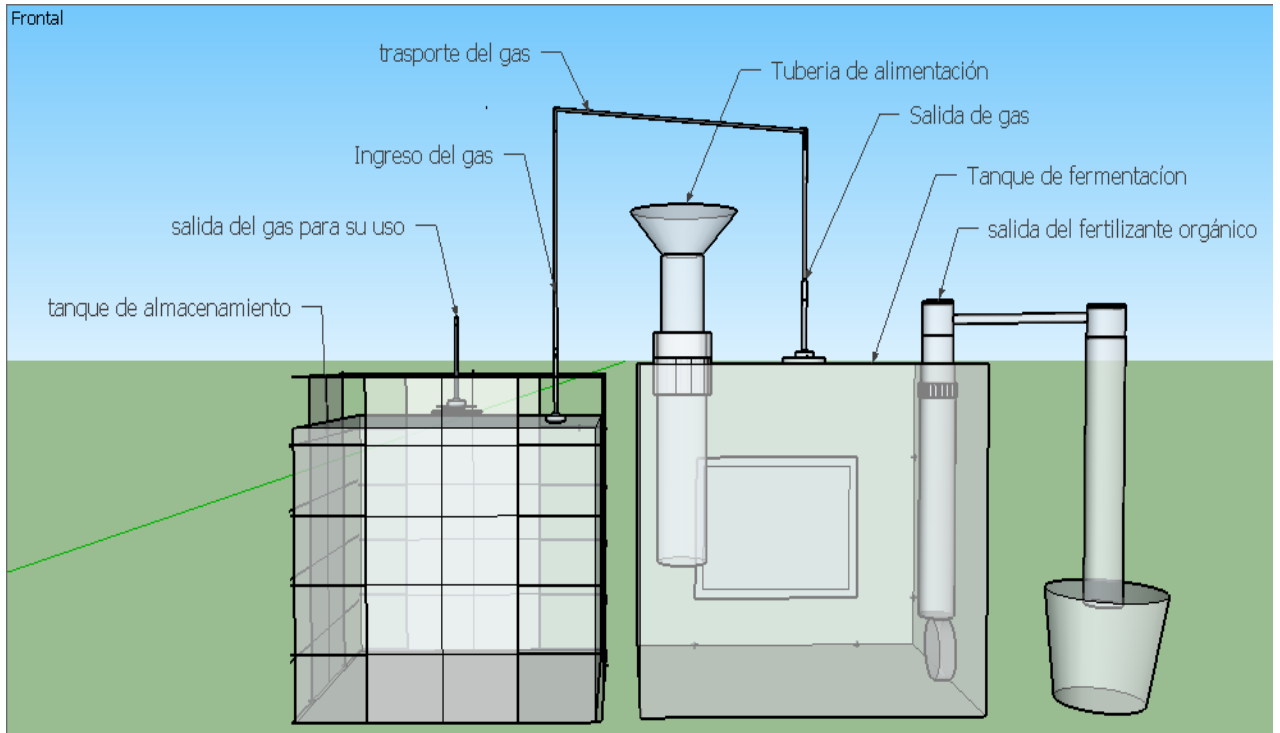
TIPO DE BIODIGESTOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pozos sépticos	Este tipo de biodigestor tiene como función el tratamiento de las aguas servidas.	Es utilizado usualmente en la disposición de aguas residuales domésticas. No aprovecha el gas producido por el mismo
Biodigestor tipo hindú	La carga y descarga del biodigestor no requiere de operaciones especializadas.	Los gastos de construcción que genera este tipo de biodigestor son medios. Tiene un alto consumo de agua.
Biodigestor tipo chino	Esta clase de biodigestor tiene una elevada vida útil, su mantenimiento es sistemático	Contiene un alto consumo de agua. El objetivo de este biodigestor es la generación de abono y no de gas, para la construcción del biodigestor se necesitan materiales de alta calidad y recursos humanos costosos
Biodigestor de textura flexible	Es un modelo de construcción económico, con materiales flexibles, mejora la capacidad del fertilizante. La conducción de la materia prima accesible al modelo del biodigestor	Este tipo de biodigestor se desarrolla en la región costa. No se puede transportar, tiene un bajo tiempo de vida útil, es vulnerable a sufrir roturas

Biodigestor de alta velocidad	Mejora la capacidad del fertilizante, controla los olores desagradables	Se necesitan materiales de alta calidad y recursos humanos costosos para construir este tipo de biodigestor. Se utiliza en las industrias y semi industrias.
Biodigestor Solar Cities	Es un modelo muy económico fácil de trasportar por su bajo peso. Este modelo de biodigestor puede acoplarse a distintos climas. Contiene un aislamiento térmico incluido una ventana de vidrio, la cual retiene el calor en el biodigestor para mejorar la producción del gas	Este modelo tiene un riesgo de explosión sino se realiza el uso del gas. Una de las dificultades es cargar el biodigestor por la intermitencia del fluido.

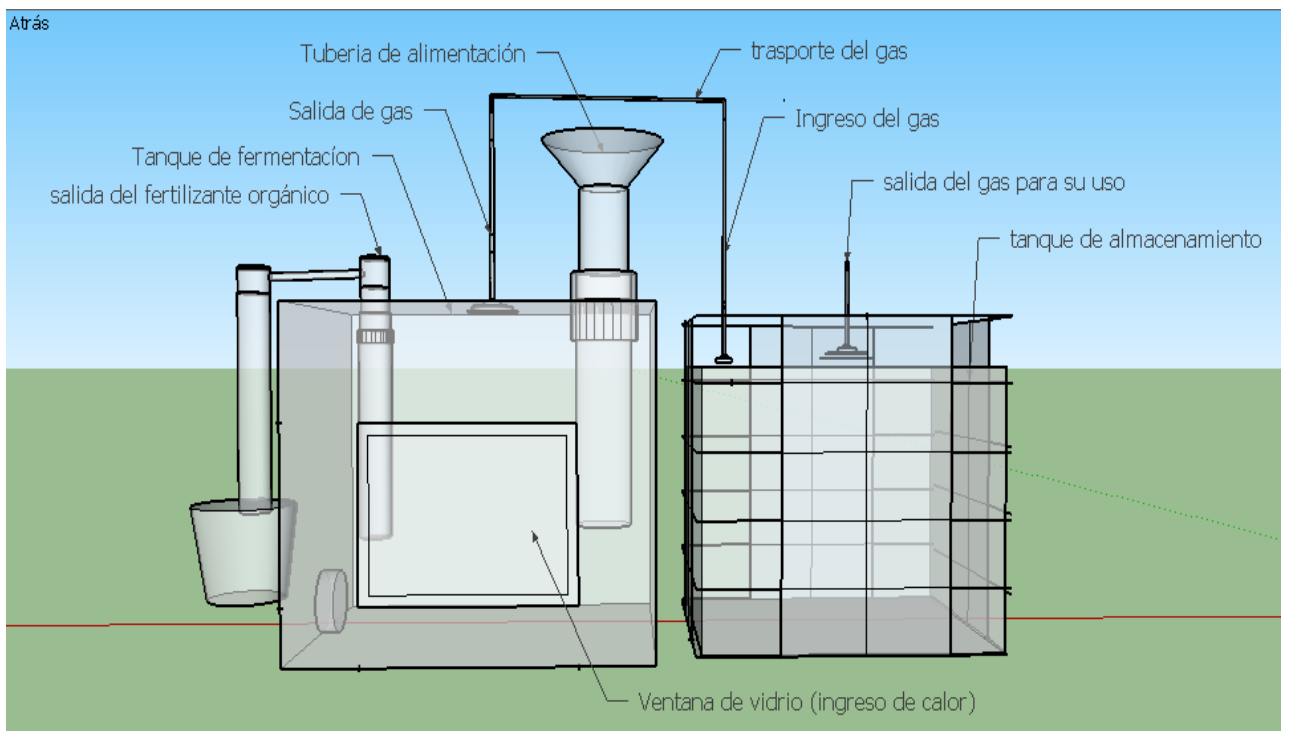
Elaborado por: Murillo M.

11.3. Diseño Biodigestor Solar Cities

Ilustración 11 Diseño Biodigestor Solar Cities (vista frontal y vista posterior)



Elaborado por: Murillo M.



Elaborado por: Murillo M

Para el diseño del biodigestor se tomó como guía a la página:

<http://www.solarcities.eu/education/388> de (Culhane, Majeed, & Jais, 2015). Es una plataforma internacional que tiene como propósito proporcionar de un espacio de acceso virtual de código abierto “innovadores y profesionales del biogás” y capacitación y recursos para todos aquellos que investigan y desarrollan y despliegan soluciones sostenibles para sociedades florecientes.

11.3.1. Cálculo de la capacidad de carga del biodigestor

El cálculo del biodigestor, tienen una capacidad de 1.20 m³.

Donde:

$$V = L1 * L2 * h$$

V= Volumen o capacidad del tanque

L1= base del tanque

L2= profundidad del tanque

h= Altura del tanque

Por lo tanto:

$$V = 1.20 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1 \text{ m}$$

$$V = 1.20 \text{ m}^3$$

La capacidad de carga del biodigestor será de 600 lt (la mitad del tanque) y el restante (600 lt) servirá para la captación del biogás (Tabla9)

Tabla 9 Capacidad de carga del biodigestor

DIMENSIONES	CAPACIDAD
Galones	900
Metros (m ³)	1.20
Litros (lt)	1200

Elaborado por: Murillo M

11.3.2. Construcción del biodigestor

El Biodigestor Solar Cities está construido por dos tanques IBC (A y B) con una capacidad de 1000 litros con las siguientes medidas 1,20 m por 1.00 m lavados y desinfectados correctamente.

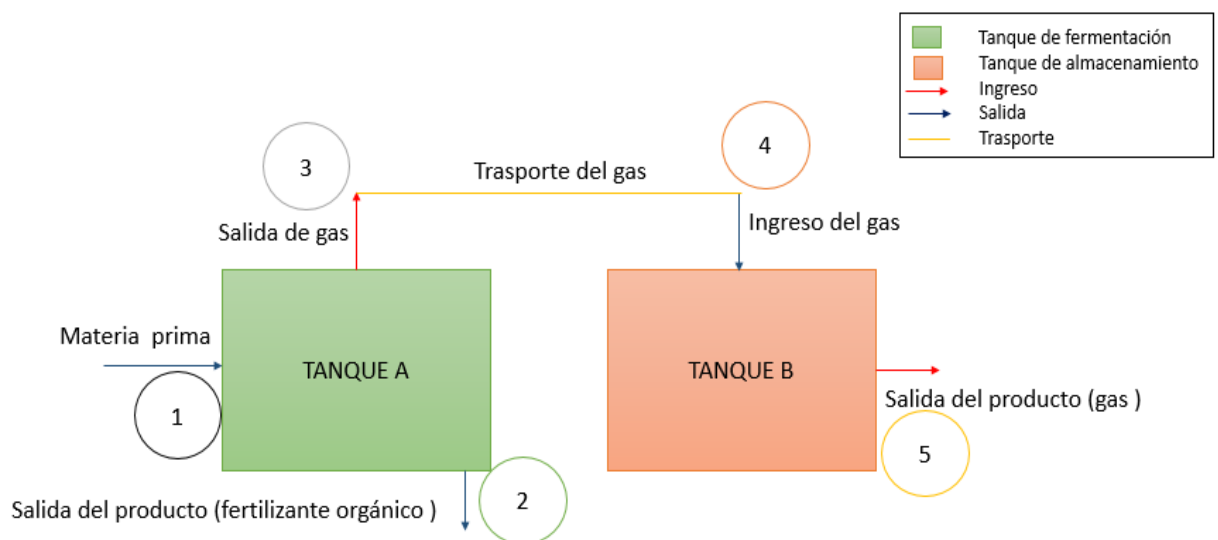


Ilustración 12 Lavado y desinfectado de los tanques IBC

Este biodigestor está constituido por 5 sistemas

1. El sistema de ingreso de los efluentes orgánicos
2. El sistema de salida del fertilizante
3. El sistema de salida del gas hacia el tanque B
4. El sistema de ingreso del gas al tanque B
5. El sistema de salida del gas para uso del mismo

Ilustración 13 Sistema del biodigestor de entradas y salidas



1. El sistema de ingreso de los efluentes orgánicos, 2. El sistema de salida del fertilizante, 3. El sistema de salida del gas hacia el tanque B, 4. El sistema de ingreso del gas al tanque B, 5. El sistema de salida del gas para uso del mismo

Elaborado por: Murillo M.

A: Tanque de fermentación (tanque de digestión)

El tanque A cumple con la digestión anaeróbica que tiene lugar ausencia de aire y luz. El biogás que surge, compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono.

En el tanque A está formado por tres sistemas, donde se adaptó una entrada de los efluentes orgánicos, salida del fertilizante y salida del gas

Sistema 1: Tubería de alimentación

Alimenta al tanque fermentador con la biomasa.

Se realizó un orificio con un diámetro de 4pulg, se introdujo un tubo PVC de 80 cm de largo, con un adaptador de 4 pulg acoplamos un tubo PVC de 30 cm con un embudo.



Ilustración 14 Tanque A, perforación y colocación de tubo PVC de 3pulg y 80 cm de largo



Ilustración 15 Sellado del sistema 1



Ilustración 16 Colocación de un tubo PVC de 30cm, seguido de un embudo

Sistema 2: Salida del fertilizante

Esta tubería funciona como un desfogue, permitiendo la salida del fertilizante desde el fermentador.

Este sistema está construido por una perforación en la parte superior del tanque de 3plg ,y se utilizó dos tubos de PVC de 3 pulg por 90 y 80cm de largo, el tubo de 90 cm se introdujo dentro del tanque con un adaptador de 2 pulg, una Te de 3 a 2 pulg con tapón fue colocada en el tubo de 3 pulg (90cm) y uno tubo de 2 pulg de 5 cm, que va ligada al tubo de 3 pulg (80cm) con una Te de 3 a 2 pulg con tapón .

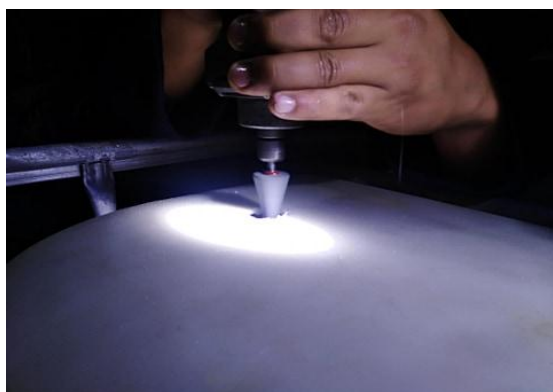


Ilustración 17 Perforación de 3pulg y colocación de un tubo PVC de 90cm más un adaptador.



Ilustración 18 Sellado del sistema 2 y colocación de una te 3x2



Ilustración 19 Sistema 2 (salida del fertilizante)

Sistema 3: Tubería salida de gas

Esta tubería permite conducir el gas hacia el tanque de almacenamiento (B)

La tapa superior del tanque A se acoplo un bushing de 2 a 1/2, se adaptó 3 m de tubo de PVC de 1/2 pulg. En el sistema se utilizó dos Te de 1/2, 2 codos de 1/2, una universal de 1/2 y una contratuerca de 1/2 conectándose hacia el tanque.

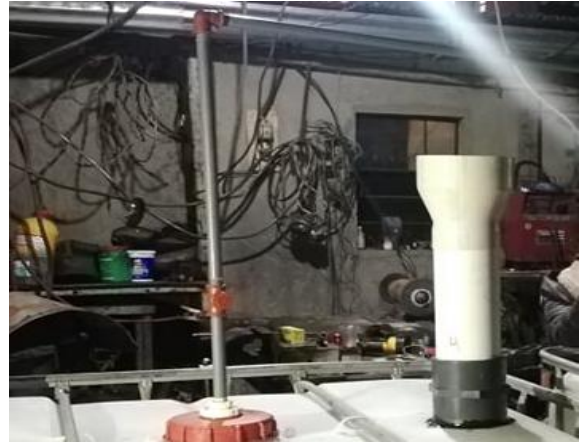


Ilustración 20 Se acoplo un bushing a la tapa del tanque A, seguida de un tubo PVC de ½ pulg

B: Tanque de almacenamiento

Consiste en el almacenamiento del gas, el tanque B cuenta con dos sistemas de entrada y salida del gas.

Sistema 4: Ingreso del gas

La tapa superior del tanque A se acoplo un bushing de 2 a ½. En el sistema se utilizó dos Te de ½, 2 codos de ½, una universal de ½ y una contratuerca de ½ que une con el sistema de salida del gas del tanque A.



Ilustración 21 Sistema 4 ingreso del gas

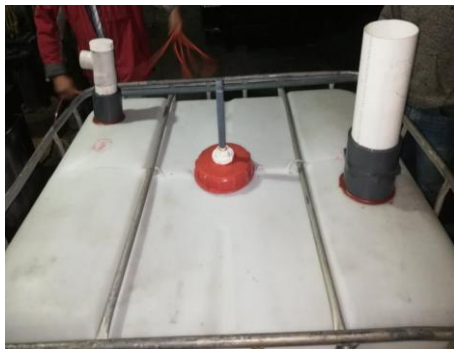
Sistema 5: Salida del gas

En la tapa del tanque B se acoplo un bushing de 2 a ½ pulg, con una salida de tubo de PVC de ½ pulg, codo de ½, válvula de ½ y una manguera bicapa de ½.



Ilustración 22 Sistema 5 salida del gas

Tanque A



Tanque B



Ilustración 23 Sistema del tanque A Y B

Una vez armado todos los sistemas de entrada y de salida se selló herméticamente todas las uniones para evitar la fuga de gas producto de la descomposición de los efluentes.



Ilustración 24 Biodigester Cities

En el tanque A se acoplo una ventana de vidrio de doble panel de 80 x 60 que permitirá retener el calor en el biodigester para ganar calor. (mirando hacia el sur en las latitudes del norte).



Ilustración 25 Colocación del doble vidrio

Una vez construido el biodigestor se trasladó el tanque A, a la ciudad de Quito a la empresa VERTÓN con la finalidad de colocarle un aislante térmico (poliuretano), que permitirá mantener una temperatura adecuada para el proceso de biodigestión.



Ilustración 26 Aislamiento térmico con poliuretano del Tanque A



Ilustración 27. Biodigestor instalado en el establo de ordeño

11.3.3. Ventajas

El biodigestor, además de los productos que brinda como gas y fertilizante, también es una solución ambiental:

Disminuye la contaminación de aguas

- Elimina olores desagradables
- Reduce las poblaciones de organismos que causan enfermedades
- Disminuye la proliferación de moscas y otros vectores
- Producir abono orgánico
- Es una energía renovable y sustentable.
- Aprovecha la producción natural del biogás.
- Es posible utilizar los productos secundarios como abono o fertilizante.
- Evita el uso de leña local, así reduciendo la presión sobre los recursos forestales.
- Fomenta el desarrollo sustentable.
- Redirige y aprovecha los gases de efecto invernadero.

12.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Tabla 10 Impactos generados con la implementación del biodigestor

	POSITIVO	NEGATIVO
Impactos técnicos	Los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental podrán realizar el monitoreo del funcionamiento del biodigestor. Seguimientos y mejoras al proyecto implementado.	Recolección manual del estiércol del ganado bovino. Riego de explosión.
Impactos sociales	El biodigestor es un modelo alternativo sostenible que se encuentra a disposición de las personas, puede ser implantado en diferentes comunidades.	Se requiere la asesoría de una persona para la implementación y construcción del biodigestor.
Impactos ambientales	Reduce los olores, emisiones de metano CH ₄ , evita la pérdida de recursos energéticos no renovables, disminuye la presencia de insectos y enfermedades de los trabajadores. Mejora la capacidad fertilizante del estiércol.	Si no se hace uso del gas obtenido, este se deberá eliminar al ambiente lo que puede resultar una mínima toxicidad.
Impactos económicos	El gasto es único una vez implementado el proyecto, elimina la compra de fertilizantes químicos para los cultivos. El gas obtenido puede remplazar el gas de cilindros.	Si no se da el adecuado manejo y mantenimiento al biodigestor este se podría dañar causando una pérdida económica por su construcción

Elaborado por: Murillo M

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 11 Presupuesto para la elaboración de un Biodigestor Solar Cities.

RECURSOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL	
RECURSOS HUMANOS	Mano de obra	1	200,00	200,00	
	Salida de Campo	Alimentación	13	7,00	91,00
		Transporte	4	40,00	160,00
ANÁLISIS DE MUESTRA	Análisis físico químicos	1	40,75	40,75	
RECURSOS TECNOLÓGICOS	Uso de Internet	50	0,65	32,50	
	Flash Memory	1	15,00	15,00	
MATERIALES DE OFICINA	Impresiones	300	0,25	75,00	
	Esferos, libreta, marcador, tijera,	1	2,75	2,75	
	Copias	25	0,03	0,75	
	Anillados	5	1,00	5,00	
	Tubo pvc de 4 pulg	1	9,50	9,50	
	Tubo pvc de ½ x 1 metro	3	2,00	6,00	

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BIODIGESTOR	Tubo pvc de 3 pulg	1	5,50	5,50
	Te 3x 2 pulg	2	2,50	5,00
	Te ½ pulg	1	0,75	0,75
	Tapones 3 pulg	2	1,50	3,00
	Tanques IBC (1000 lt)	2	80,00	160,00
	Codos enroscables de ½ pulg	3	0,60	1,80
	Universal ½ pulg	1	1,70	1,70
	Polipega	1	6,00	6,00
	Teflón grande	1	1,50	1,50
	Polinex	1	7,50	7,50
	Blushin 90 x 75	2	4,50	9,00
	Bushin 2 x ½	1	2,50	2,50
	Adaptadores macho y hembra 90	2	9,25	18,50
	Adaptadores macho y hembra 110	2	11,50	23,00
	Contra tuerca ½ pulg	3	3,80	11,40
	Válvula ½ pulg	1	8,80	8,80
	Adaptador f/x 1/2	2	0,60	1,20
	Tapón macho 1/2	1	0,60	0,60
	Manguera bicapa ½	5	0,70	3,50
	Abrazadera 30.06	2	0,80	1,60
	Reducción de 6 a 4 pulg	1	7,00	7,00
	Vidrios	2	5,00	10,00
	Marco de madera (85 x 60 cm)	1	5,00	5,00
	Poliuretano	1	150,00	150,00
	Subtotal			1251,40
	Imprevistos 10%			125,14
	TOTAL			1376,54

Elaborado por: Murillo M

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó y se implementó un sistema biodigestor Solar Cities para el tratamiento de los efluentes orgánicos de la producción bovina de la facultad de CAREN con la finalidad de minimizar el gas metano que contribuye al efecto invernadero.

El biodigestor solucionara problemas socio ambiental, técnico y económico en beneficio de la comunidad, reduciendo los olores desagradables, minimizando la producción de vectores (insectos, roedores) y enfermedades a causa del estiércol del ganado bovino.

Como producto de la digestión anaeróbica de los microorganismos presentes en el estiércol se obtendrá biogás que puede ser utilizado como combustible y el biol fertilizante rico en nutrientes como el nitrógeno en forma de amoníaco y fosforo que servirán para nutrir el suelo, mejorando los cultivos.

- La cantidad de los efluentes generados en la producción bovina es de 220 litros diarios que son desechados inadecuadamente, causando impactos ambientales negativos ya que no existe un control de almacenamiento, transporte o aplicación.

Se realizó un análisis físico químico a la muestra de estiércol recolectada en el establo de ordeño, obteniendo como resultados la relación de carbono/nitrógeno de 19.94 valor que las bacterias utilizaran para su proliferación y producción de metano.

- Se estableció los impactos socio-ecológicos de la liberación de los desechos, durante la visita in situ se observó que los desechos son dispuestos inadecuadamente afectando al entorno y la generación de enfermedades parasitarias, diarreas agudas, deshidratación grave, daños pulmonares e inclusive pueden llegar a causar la muerte. Los efluentes orgánicos provocan mal olor, existe la presencia de vectores, utilización excesiva del agua en el mantenimiento del establo de ordeño, erosión del suelo entre otros factores, contribuyendo a la contaminación ambiental.

El estiércol del ganado bovino contiene bacterias patógenas entre las principales: *Echerichia coli*, *Mycobacterium*, *Clostridium tetani*, las mismas que pueden ser adquiridas por el ser humano mediante contacto directo o indirecto con los excrementos.

- Se construyó un biodigestor Solar Cities con materiales accesibles y económicos con la finalidad de proporcionar un diseño rentable y factible, obteniendo resultados exitosos que dependerán de la localización y la manera en la que la tecnología se introduce, adapta y mejora según las condiciones locales.

El biodigestor tiene una capacidad de 1,20 m³, y está ubicado en la parte posterior del establo de ordeño de la Carrera de Medicina Veterinaria- CAREN; el mismo que está construido para aprovechar los efluentes orgánicos originando biogás y abono que podrá ser utilizado como fertilizante para los cultivos. Reduciendo la procreación de vectores y olores desagradables que afecta a la comunidad Universitaria.

14.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al personal encargado del establo utilizar el biodigestor implementado, como medida correctiva para evitar la inadecuada disposición de los efluentes orgánico generados por la producción bovina.

- Concientizar a la población en general de la importancia de los problemas ambientales y sanitarios que generan las excretas de los animales y darles las soluciones correspondientes, demostrando que la tecnología de los biodigestores es adaptable a cualquier nivel cultural y técnico además no requiere de aspectos complejos.
- Se recomienda para la construcción del biodigestor utilizar materiales de buena calidad ya que estará trabajando con biogás, un combustible volátil por lo cual se deberá tomar medidas de seguridad. Verificar que las uniones estén bien colocadas y selladas herméticamente. Proteger el biodigestor de arrastre de partículas sólidas en tiempo de lluvia con la construcción de canales de desagüe en la parte superior.

Realizar una limpieza y desinfección adecuada sin utilizar químicos agresivos que puedan destruir los materiales con los que está construido el biodigestor, prolongando así su tiempo de vida útil.

15. BIBLIOGRAFIA

(OMM), O. M. (29 de Noviembre de 2018). *public.wmo.int*. Obtenido de *public.wmo.int*:
<https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/las-se%C3%B1ales-y-los-efectos-del-cambio-clim%C3%A1tico-se-mantienen-en-2018>

Aguilar, K. (15 de Mayo de 2015). *www.incy.org*. Obtenido de *www.incy.org*:
<http://www.incy.org/web/biodigestores-tratamiento-de-desechos-y-generacion-de-biogas/>

Angarita, M. E. (Diciembre de 2014). *www.minambiente.gov.co*. Obtenido de *www.minambiente.gov.co*:
http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Geses_efecto_invernadero/Gu%C3%ADa_Metano_con_ISBN__pdf.pdf

Bautista , A. (2010). *e-archivo.uc3m.es*. Obtenido de *e-archivo.uc3m.es*: <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/id/45617/PFC/>

- Cardenas, J. (2012). *Evaluación de la calidad de biogás y biol en digestores utilizando estiércol de vaca y residuos orgánicos del comedor pretratados con la técnica del bocashi en la UNALM*. Lima-Peru.
- Chase, N. (Marzo de 2015). *solarcities.eu*. Obtenido de solarcities.eu:
<http://solarcities.eu/education/388>
- CODESPA, F. (16 de Septiembre de 2015). *www.codespa.org*. Obtenido de www.codespa.org: <https://www.codespa.org/aprende/publicaciones/adaptacion-al-cambio-climatico/>
- Contreras, E. G. (2016). *RESIDUOS Y ÁREAS VERDES*. Lima, Perú.
- Corona, I. (Diciembre de 2007). *repository.uaeh.edu.mx*. Obtenido de repository.uaeh.edu.mx:
<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10722/Biodigestores.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Culhane, T., Majeed, T., & Jais, D. (13 de Marzo de 2015). *www.solarcities.eu*. Obtenido de www.solarcities.eu: <http://www.solarcities.eu/education/388>
- Elizondo, D. (2005). *www.mag.go.cr*. Obtenido de www.mag.go.cr:
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/brochure-biodigestor.pdf
- Escardo, A. L. (26 de Febreo de 2010). *www.divulgameteo.es*. Obtenido de www.divulgameteo.es: <http://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Clima-CC-Lin%C3%A9s.pdf>
- Fernández, J. (2005). *www.accion-solar.org*. Obtenido de www.accion-solar.org:
http://www.accion-solar.org/images_home/coleccinrenovables/cuaderno_biomasa.pdf
- Galway, L., Seckar, K., & Church, R. (2006). *www.mcgill.ca*. Obtenido de www.mcgill.ca:
<https://www.mcgill.ca/pfss/files/pfss/GenericWasteGuide2006.pdf>
- Hernández, F. (2015). *Biogas: 10 casos de éxito en el sector industrial*.
- Herrero, J. M. (2008). *Biodigestores Familiares*. Bolivia.
- Manual de BIOL, S. B. (s.f.). *www.sistemabiobolsa.com*. Obtenido de <http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>
- Moreno, M. T. (2011). *www.fao.org*. Obtenido de www.fao.org:
<http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- OMM, O. M. (2018). *public.wmo.int*. Obtenido de public.wmo.int:
<https://public.wmo.int/es/recursos/informes-meteorol%C3%B3gicos-sobre-el-cambio-clim%C3%A1tico>

Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>

Royere, H. d. (15 de Junio de 2016). *www.sustentator.com*. Obtenido de [www.sustentator.com: http://www.sustentator.com/blog-es/2016/06/como-funciona-un-biodigestor/](http://www.sustentator.com/blog-es/2016/06/como-funciona-un-biodigestor/)

Valtierra, J. M. (Junio de 2010). *www.redalyc.org*. Obtenido de www.redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/944/94415753009.pdf>

Vidasostenible. (9 de Abril de 2016). *www.vidasostenible.org*. Obtenido de [www.vidasostenible.org: http://www.vidasostenible.org/informes/metano-vacas-y-cambio-climatico/](http://www.vidasostenible.org/informes/metano-vacas-y-cambio-climatico/)

Viloria, J. R. (2012). *Energías Renovables*. España: Ediciones Paraninfo, S.A.

Vinasco, J. P. (2018). *www.bvsde.paho.org*. Obtenido de [www.bvsde.paho.org: http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/biogas.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/biogas.pdf)

16. ANEXOS.

Anexo 1: Identificación del área de estudio y caracterización de efluentes

Fotografía 1.1. Área de estudio (Establo de ordeño)



Elaborado por: Murillo M

Fotografía 1.2. : Toma de coordenadas



Elaborado por: Murillo M

Fotografía 1.3 Toma de datos de la cantidad de efluentes orgánicos de la producción bovina



Elaborado por: Murillo M

Tabla 12 resultado del pesaje de la caracterización de los efluentes orgánicos

DIA	JORNADA		TOTAL
	05h00	15h00	
	Cantidad lts	Cantidad lts	
Lunes	140	95	235
Martes	150	100	250
Miercoles	100	85	185
Jueves	100	80	180
Viernes	150	100	250

Elaborado por: Murillo M

Fotografía 1.4: Toma muestra para análisis físico - químico



Elaborado por: Murillo M

Anexo 2: Análisis físico químico del estiércol del ganado bobino

ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
 Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340
 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
 Mejía -Ecuador

REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Mayra Murillo Dirección : Latacunga Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Establo de ordeño CAREM Provincia : Cotacachi Cantón : Latacunga Parroquia : Eloy Alfaro Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO No. Muestra Lab. : 1211 Fecha de Muestreo : 07/01/2019 Fecha de Ingreso : 07/01/2019 Fecha de Salida : 21/01/2019
--	---	---

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	mS/cm	g/100 ml							mg/l	%								
			N Total	P	K	Ca	Mg	S	M.O.		B	Zn	Cu	Fe	Mn	pH	C/N	D.A	H
1211	Estiércol vaca	5.93	2.25	0.97	0.38	2.50	1.33		76.66					8.49	19.94			89.11	

Unidades	Método
g/100 ml : gramos/100 mili litros = % ; porcentaje mg/l : miligramos/litro = ppm ; partes por millón. dS/m : decisiemens/metro = mmhos/cm ; milimhos/centimetro.	pH : Potenciométrico C.E: Conductimétrico M.O.: Calcinación.

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORISTA

Anexo 3 Diagnóstico de la situación actual del área de estudio y recolección de información.

Fotografía 3.1 Diagnóstico del área de estudio (Establo de ordeño Facultad CAREN)



Elaborado por: Murillo M

Fotografía 3.2 Entrevista al Médico Veterinario Luis Caiza y a la Doctora Paola Enríquez



Elaborado por: Murillo M