UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR DOMÉSTICO ANAEROBIO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LA PROPIEDAD "EL ROSAL", PARROQUIA FÁTIMA, CANTÓN PASTAZA.

AUTOR(ES):

Edwin Ricardo Sanchez Nenger

Rosa Magali Paguay Pasto

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Santiago Homero Cuichan Paucar

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Muy bien
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Sin observación
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Bien
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Muy bien
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Detallada y explícita en lo que se pretende lograr con el TIC

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	Existe una conexión entre los resultados y la problemática planteada
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Muy bien
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	Revisar en las citas signos de puntuación
VALORACIÓN TOTAL	97	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	97

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
DARWIN JAVIER SUCOSHANAY VILLALBA

Ing. Darwin Javier Sucoshañay Villalba PhD
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Es adecuado
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	2/5	Debe ser más concreto con el tema abordado, no se muestra el objetivo ni principales conclusiones
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	12/20	No se define el problema y objetivo
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Es adecuado
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Es adecuada

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	Las tablas y figuras deben ser citadas en texto antes de que estos se muestren
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Son adecuadas
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	No se reporta en texto Buenrostro, Cram, Bernache y Bocco (1999
VALORACIÓN TOTAL	86/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	x
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	86/100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

Ricardo Vinicio Abril Saltos
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los10 días del mes de agosto de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 03 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Edwin Ricardo Sanchez Nenger, con C.I. 1725086357, con el Tema: "**Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico anaerobio para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en la propiedad "El Rosal", parroquia Fátima, cantón Pastaza**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Santiago Homero Cuichan Paucar, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, Informe generado con fecha 03 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO HOMERO
CUICHAN PAUCAR

Ing. Santiago Homero Cuichan Paucar M.Sc.

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico.docx (D142641914)
Submitted	8/4/2022 12:17:00 AM
Submitted by	Santiago Cuichan
Submitter email	sh.cuichanp@uea.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	sh.cuichanp.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.lamjol.info/index.php/FAREM/article/download/5552/5248 Fetched: 5/1/2020 6:44:11 PM	1
SA	**Tesis Vallejo, Yumbay 18 de Octubre.docx** Document Tesis Vallejo, Yumbay 18 de Octubre.docx (D115638544)	1
SA	**CalvoReyesRivadeneiraRiveraSillagana_Estrategias para la gestión de residuos orgánicos generados en el cantón Archidona, provincia de Napo, empleando digestión anaerobia en biodi.docx** Document CalvoReyesRivadeneiraRiveraSillagana_Estrategias para la gestión de residuos orgánicos generados en el cantón Archidona, provincia de Napo, empleando digestión anaerobia en biodi.docx (D127170638)	1
W	URL: http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf Fetched: 12/2/2020 5:58:24 PM	1

Entire Document

Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico anaerobio para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en la propiedad "El Rosal" parroquia Fátima, cantón Pastaza
Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingenieria Ambiental
Resumen

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Puyo, 03 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Rosa Magali Paguay Pasto, con C.I. 0604855320, con el Tema: "**Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico anaerobio para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en la propiedad "El Rosal", parroquia Fátima, cantón Pastaza**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Santiago Homero Cuichan Paucar, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, Informe generado con fecha 03 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO HOMERO
CUICHAN PAUCAR

Ing. Santiago Homero Cuichan Paucar M.Sc.

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico.docx (D142641914)
Submitted	8/4/2022 12:17:00 AM
Submitted by	Santiago Cuichan
Submitter email	sh.cuichanp@uea.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	sh.cuichanp.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.lamjol.info/index.php/FAREM/article/download/5552/5248 Fetched: 5/1/2020 6:44:11 PM	1
SA	**Tesis Vallejo, Yumbay 18 de Octubre.docx** Document Tesis Vallejo, Yumbay 18 de Octubre.docx (D115638544)	1
SA	**CalvoReyesRivadeneiraRiveraSillagana_Estrategias para la gestión de residuos orgánicos generados en el cantón Archidona, provincia de Napo, empleando digestión anaerobia en biodi.docx** Document CalvoReyesRivadeneiraRiveraSillagana_Estrategias para la gestión de residuos orgánicos generados en el cantón Archidona, provincia de Napo, empleando digestión anaerobia en biodi.docx (D127170638)	1
W	URL: http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf Fetched: 12/2/2020 5:58:24 PM	1

Entire Document

Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico anaerobio para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en la propiedad "El Rosal" parroquia Fátima, cantón Pastaza
Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingenieria Ambiental
Resumen

Propuesta de implementación de un biodigestor doméstico anaerobio para el tratamiento de los desechos orgánicos generados en la propiedad "El Rosal" parroquia Fátima, cantón Pastaza

Edwin Ricardo Sanchez Nenger[1]
amb2017213@uea.edu.ec

Rosa Magali Paguay Pasto[1]
amb2017223@uea.edu.ec

Ing. Santiago Homero Cuichan Paucar, M.Sc[2]
sh.cuichanp@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental

Resumen

Un modelo de crecimiento basado en un consumo insostenible ha provocado un incremento de generación de residuos que constituye un problema en diferentes zonas rurales, siendo la implementación de un biodigestor anaeróbico de tipo discontinuo una alternativa de tratamiento y aprovechamiento de los mismos para la obtención de energía limpia y renovable especialmente en la propiedad privada llamada el Rosal, parroquia Fátima, cantón Pastaza, Ecuador. La investigación se realizó con la finalidad de describir los parámetros que influyen en el proceso de digestión de la materia orgánica y determinar el volumen teórico de biogás generado durante el primer mes de digestión. La metodología consistió en la recolección de información de fuentes primarias mediante descriptores claves para mayor precisión en la búsqueda acerca de estudios relacionados a los principales componentes en la aplicación de este proceso. Los resultados demuestran características muy favorables para la ejecución de este sistema en la zona de estudio, dado su bajo costo de construcción y mantenimiento; además de la reducción de impactos ambientales ocasionado por la acumulación y el escaso tratamiento de estos residuos. Así mismo, el volumen teórico de biogás generado (1,40m^3/kg) muestra la posibilidad de ser utilizado en diferentes actividades en el hogar. Para ello, la información expuesta constituye un impulso para la expansión de procesos sostenibles con el propósito de

fomentar la utilización de estas técnicas por parte de los moradores del sector rural para el aprovechamiento del material orgánico.

Palabras Clave: biodigestor, aprovechamiento, orgánico, biogás, tratamiento

Abstract

A growth model based on unsustainable consumption has caused an increase in waste generation wich is a problem in different rural areas. One of the alternatives for the treatment and use of waste is the implementation discontinuous anaerobic biodigester to obtain clean and renewable energy, especially in the Rosal private property, Fatima parish, Pastaza canton, Ecuador. The research was carried out with the purpose of describing the parameters that influence the organic matter digestion process and to determine the theoretical volume of biogas generated during the first month of digestion. The methodology consisted of collecting information from primary sources using key descriptors for greater precision in the search for studies related to the main components in the application of this process. The results show very good characteristics for the implementation of this system in the study area, given it´s low cost of construction and maintenance; in addition to the reduction of environmental impacts caused by the accumulation and scarce treatment of these wastes. Likewise, the theoretical volume of biogas generated (1, 40 m^3/kg) shows the possibility of being used in different household activities. For this reason, the information presented above constitutes an impulse for the expansion of sustainable processes with the purpose of promoting the use of these techniques by the inhabitants of the rural sector for the utilization of organic material.

Keywords: biodigester, utilization, organic, biogas, treatment

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la intensa explotación de recursos no renovables y el acelerado crecimiento demográfico ha provocado una alta demanda de productos y derivados del mismo, por lo que ha conllevado a un aumento considerable de residuos sólidos a nivel mundial; por tal motivo, como parte de la solución los biodigestores anaerobios se ha convertido en una alternativa a bajo coste y ecológica para el aprovechamiento de los

residuos orgánicos mediante la acción de organismos microbianos que en ausencia de oxígeno proliferan y descomponen la materia orgánica presente en estos sistemas para obtener como producto el biogás.

Según Zolano, Ponce y Zambrano (2022) desde hace décadas en los países en vías de desarrollo la producción de biogás ha sido un proceso estandarizado, y la aplicación de biodigestor anaerobio en diferentes partes de Europa y Latinoamérica se han realizado más por motivos medioambientales y sociales.

De acuerdo Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2020) en el Ecuador, para el año 2020 diariamente se generaron 14.000 toneladas de desechos, lo que representa más de cinco millones de toneladas anuales, de los cuales el 56,2% corresponde a residuos orgánicos que provienen en su mayoría de actividades agrícolas, ganaderas, piscícolas, jardinería, entre otras.

La gran cantidad de microorganismos que intervienen en el proceso de digestión, tanto en la hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, transforman la materia orgánica en ácidos grasos para posteriormente otro grupo de organismos degradar estos ácidos grasos y convertirlos en metano. Por lo tanto, estos microrganismos suponen una importancia significativa para la obtención de biogás como subproducto metabólico.

Por otro lado, también es preciso la identificación de los efectos positivos y negativos del aprovechamiento de residuos sólidos a corto plazo, en especial de la fracción orgánica generado por los miembros de la propiedad privada “El Rosal”, parroquia Fátima.

Por tal motivo, para la presente investigación es importante analizar la factibilidad de la implementación de un biodigestor anaeróbico de baja tecnología para la obtención de biogás en la propiedad privada “El Rosal”, por lo que es necesario describir los parámetros que influyen en el proceso de digestión de la materia orgánica, y finalmente determinar el volumen teórico de biogás generado durante el primer mes de digestión.

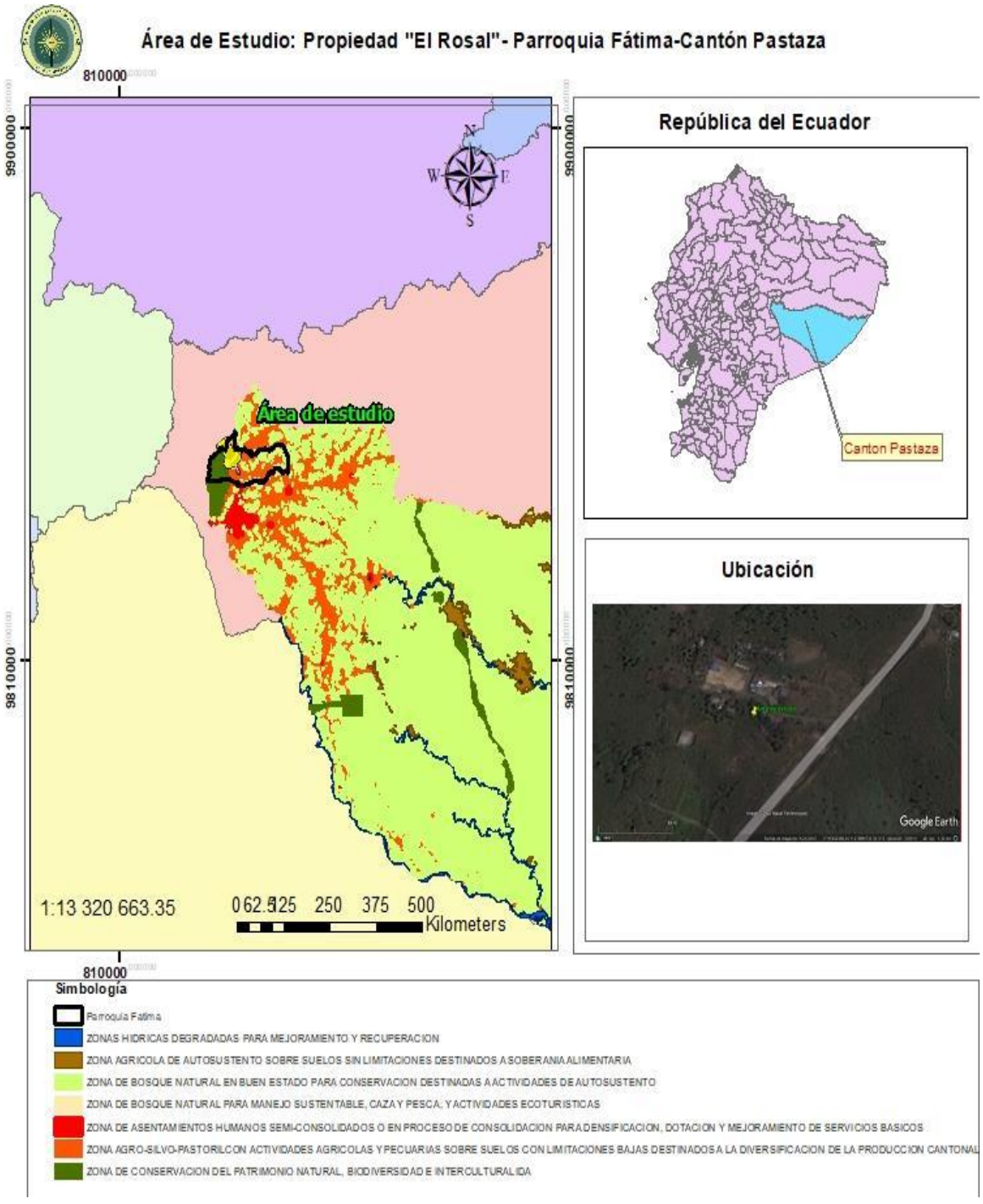
2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra localizada dentro del perímetro rural de la parroquia Fátima, situada en base a las coordenadas 832478.00 E y 9844702.00 S, Zona 17 con una elevación de 1017 msnm. El acceso principal lo constituye la vía Troncal Amazónica de

comunicación provincial y un acceso secundario de comunicación rural.

Figura 1. Mapa del área de estudio



Según el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Fátima (2020) en dicho sector se dedican a la agricultura con 49,37%, ganadería con 15,35% y cría de especies menores con 7,054% de su población y demás actividades como comercio,

construcción, turismo, transporte, etc con el 28,22%.

Según el INEC 2010 de los grupos ocupacionales el 31,58% de la PEA en la parroquia tienen ocupaciones básicas, el 30,58% se dedica a la agricultura, el 8,77% son oficiales, operarios y artesanos, el resto de ocupaciones en menor porcentaje siendo estos técnicos y profesionales de nivel medio, profesionales científicos, operadores de maquinaria y vendedores. (GADPRF, 2020)

2.2 Tipo de Investigación

Se ha llevado a cabo esta investigación de alcance exploratorio y enfoque cualitativo documental, dado que se identificó la información más relevante de distintos estudios teóricos e históricos para lograr desarrollar una interpretación adecuada de los factores influyentes en la generación de biogás en la zona de interés.

2.3 Método Exploratorio cualitativo documental

Según Ortiz (2019) la revisión documental en la investigación exploratoria consiste en el acercamiento al tema de estudio a través de datos bibliográficos que tengan vinculo directo con el problema de investigación.

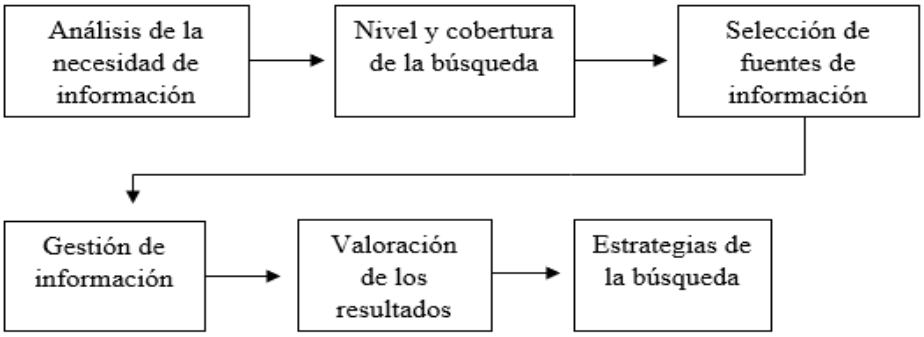
Así mismo, el enfoque cualitativo orienta hacia la interpretación de realidades subjetivas, siendo dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos. Por lo que, este enfoque privilegia el análisis de la información estudiada (Mata Luis, 2019).

2.4 Recolección de la información

La recopilación de la información se ha llevado a cabo mediante fuentes primarias, la mayoría artículos científicos, tesis y documentos oficiales. Una vez recolectada dicha información se ha procedido analizar los distintos datos obtenidos con el fin de garantizar validez en la información de referencia, de igual modo se aseguró una alta confiablidad ya que se desarrolló la búsqueda de fuentes de prestigio y reconocidas como: Web of Science, Dialnet, Scopus, Taylor & Francis y Scielo, las cuales ofrecen un amplio catálogo de estudios de calidad.

A continuación, se muestra el proceso de búsqueda para la obtención de información exacta, precisa y sin errores en la exploración.

Figura 2. Etapas del proceso de búsqueda



Fuente: (Argudo Plans y Pons, 2012)

2.4.1 Descriptores de información

Los descriptores utilizados para la obtención de información del tema de estudios fueron los siguientes:

Tabla 1. Descriptores de búsqueda

Idioma Español	Idioma Inglés
"Biodigestor anaeróbico" "Digestión" "materia orgánica" "residuos orgánicos" "tratamiento" Aprovechamiento de residuos" "Biogás" "Parámetros/factores"	"Anaerobic digester" "digestion" "organic matter" "organic waste" "waste utilization" "biogas" "parameters/factors"

Asimismo, se relacionaron dichos descriptores con ecuaciones de búsqueda y operadores (AND, NOT, OR) para lograr una mayor precisión de la bibliografía de interés.

2.4.2 Criterios de Inclusión

- Artículos de revistas científicas, Libros, Documentos oficiales
- Ubicación geográfica: A nivel mundial y local
- Idioma: inglés y español
- Año de publicación: 10 años atrás hasta la actualidad

2.4.3 Gestión de información

Varios análisis mencionan algunas falencias de estos sistemas de producción de metano pequeña escala dada su poca cantidad de residuos tratados. Sin embargo, un adecuado mantenimiento del mismo, puede generar una rentabilidad para el hogar que lo posea a pesar de su baja capacidad de digestión. Puesto que, los sistemas anaeróbicos son los más utilizados en distintos ámbitos industriales, comerciales y domésticos.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la zona de interés dentro del cantón Pastaza, dada las peculiares condiciones ambientales del lugar supone un apoyo para la acción de agentes microbianos presentes en la materia órganica, los cuales logran la descomposicion de dicha materia a excepción de componentes que contengan lignina y restos de mariscos, ya que estos elementos producen un retraso y malos olores en el biodisgestor. La complejidad de este proceso es especial por toda la actividad necesaria para la obtención del biogás. Así pues, el material degradado no solo genera principalmente gases como el dióxido de carbono y metano, sino también una pequeña cantidad de gases traza, humedad, partículas y contaminantes órganicos volátiles (COV).

De este modo, el conglomerado de microorganismos encargados de degradar la materia orgánica inicial, prepara el lugar para el siguiente grupo, los cuales inmediatamente descomponen para formar ácidos grasos órganicos. Posterior a aquello las bacterias generadoras de metano aprovechan estos ácidos y finalizan con la fase previa de digestión.

En otras palabras, las frutas, verduras y residuos de jardín generados al cabo de 5 días inician su descomposición en azúcar simple, de esta manera, los acidógenos utilizan esa fuente y la transforman en ácidos grasos más simples. Así, los metanógenos tales como: *Methano*, *Methano thermobacter*, *Methano brevi-bacter*, *Methano sarcina* y *Methano saeta* intervienen y utilizan esa fuente de recurso como alimento para finalmente producir biogás en el sistema.

Tabla 2. Transformación de la materia órganica por grupos de microorganismos

No.	Microorganismos	Producto	Tipo de reacción	Etapa de digestión
1	Bacterias metanogénicas	CO_2	Fermentación	Mesófila

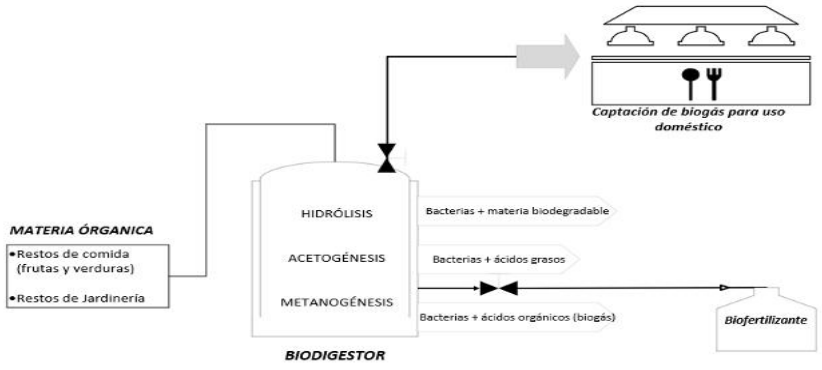
2	Bacterias sintróficas	H_2	Acidogénesis	Mesófila
3	Bacterias acetogénicas	CH_3COOH	Acidogénesis	Termófila
4	Bacterias metanogénicas	CH_4	Metanogénesis	Termófila

Fuente: Adaptado de (Muzaffar et al., 2016)

El factor que más influye en el proceso es la temperatura lo cual un desequilibrio del mismo provoca una alteración en todo el proceso de digestión y por ende en la cantidad de gas generado. De acuerdo Muzaffar et al. (2016) menciona que si bien en la etapa termófila existe un mayor rendimiento, carga, digestión del sustrato y destrucción de patógenos es insostenible puesto que existe una caída considerable de las bacterias productoras de gas debido a las toxinas y pequeños cambios ambientales.

Ademas, existen otros factores significativos para el ciclo, como el pH que en cada etapa se conoce un rango preliminar de pH para el correcto funcionamiento, es necesario mantener un pH constante al inicio entre 5,5 y 6,5 y por consiguiente, la estabilización del pH a neutro o ligeramente alcalino con el objetivo de lograr la reproducción de las bacterias productoras de metano; así mismo, la relación C/N, tiempo de retención, tamaño de la partícula, tasa de carga órganica y composición de la materia son elementos claves para un mejor desempeño del biodigestor vertical discontinuo. La identificación de la composición del sustrato y la mezcla uniforme del mismo favorecen a un mejor trabajo por parte de las bacterias.

Figura 3. Diagrama de aprovechamiento de biogás



Nota. La figura muestra el ingreso de la materia inicial para efectuar las diferentes etapas de la digestión.

3.1 Ventajas y desventajas de su implementación

Todo el proceso inmerso en la digestión supone un gran avance para la mejora de estrategias de tecnologías sustentables con el propósito de disminuir la huella de carbono en el planeta. Así mismo, cabe destacar la capacidad de procesar la materia biodegradable en energía, por lo que es fundamental el control del mismo. Así también, la carga seca es permitida ya que no provoca alteraciones dentro del proceso de digestión, además, mejora los parámetros inmersos en la fermentación ya sea temperatura, tiempo de retención, carga depositada y los periodos de carga y descarga.

Sin embargo, a pesar de las características positivas presentes se encuentran algunas desventajas siendo los malos olores producidos una vez el digestor esta presentando alteraciones dentro del proceso debido al cambio brusco de las condiciones óptimas para el funcionamiento. De igual forma, una inapropiada planificación y diseño conllevaría a una reducción de tiempo de vida útil del biodigestor por lo que generaría pérdidas económicas y un nulo rendimiento.

3.2 Aspectos relevantes de la generación de energía verde (biogás)

Aspecto Ambiental

La gestión inadecuada de los residuos y poca sensibilidad por parte de la sociedad conlleva un efecto negativo sobre la salud de las personas, causando diferentes enfermedades debido a sus características que favorecen a la proliferación de las bacterias, microorganismos y fauna nociva (moscas, roedores), por ello algunas de las enfermedades que afectan a la salud están directamente vinculadas con los residuos, las cuales son: dengue, conjuntivitis, afecciones respiratorias, gripe, entre otras.

Asimismo, el proceso de descomposición de los elementos orgánicos sin direccionamiento técnico da como resultado la contaminación del aire provocado por gases de efecto invernadero (CH_4, CO_2, NO). Para lo cual, la falta de tratamiento produce un elevado efecto de polución en el componente abiótico (Llumiquinga et al., 2022)

De acuerdo Llumiquinga et al. (2022) la biodesulfuración reduce el contenido de ácido sulfhídrico presente en el biogás, este bioproceso logra la disminución de 1000 ppm a menos de 10 ppm de gases nocivos presentes en el producto.

Aspecto Económico

El costo de implementación de esta tecnología depende de las características específicas como el volumen, el tipo de residuos, la disponibilidad de espacios físicos y, está relacionado con los materiales, equipos y mano de obra. Sin embargo, este sistema genera productos significativos que pueden sustituir en gran medida la demanda de gas convencional. Sin duda, los gastos de construcción y mantenimiento variará dependiendo de la planificación previa para el aprovechamiento, ya que obviamente un sistema sofisticado, su rendimiento es elevado a comparación de un digestor doméstico o de baja tecnología.

Aspecto Socio-Cultural

Según Barrera et al. (2020) resulta ser indispensable garantizar la utilización de la totalidad del biogás producido a escala doméstica. El diseño de este sistema es una mejor opción a nivel rural debido a su sencilla intalación y operación, teniendo en cuenta que la mayoría de usuarios son campesinos.

Este sistema es efectivo desde el punto de vista ambiental y social. Por tanto, es necesario la apertura de estas nuevas tecnologías en el territorio debido a su considerable rentabilidad y por su capacidad de adaptación a las necesidades del beneficiario, además de lograr mayor utilización mediante un incentivo a los moradores que implementen esta alternativa energética.

De tal modo, los biodigestores se transforman en objetos productivos deseados por los agricultores, comunidades y escuelas rurales. Por lo cual, es necesario aprovechar los residuos órganicos de manera sostenible que permita generar conciencia ecológica en los territorios, es decir en usuarios de diferentes sectores rurales.

Tabla 3. Generación promedio de residuos en la propiedad “El Rosal” (5 personas).

Tipo	Porcentaje	PPC	Promedio

Residuo	fracción %	Pastaza kg	residuos semanales
Orgánico	56	-	11.76 kg
Inorgánico	44	-	9.24 kg
Total	100	0.60	21 kg

Fuente: Adaptado de (Cando, 2021)

La generación de residuos por parte de todos los miembros del hogar "El Rosal" en la parroquia de Fátima, demuestra que la cantidad es considerable para poner a prueba la implementación de un biodigestor anaeróbico, esto impulsa aún más debido a que la fracción orgánica de los residuos generados representa aproximadamente el 56%, es decir en cada semana el hogar es responsable en promedio de 11.76 kg de residuos orgánicos por lo que su tratamiento es significativo pero además tomando en cuenta que en dicha zona existe una gran variedad de actividades agrícolas y agropecuarias. También es necesario fomentar la separación y clasificación de los residuos inorgánicos que se generan en la vivienda.

Tabla 4. Composición de los residuos orgánicos más relevantes de la zona

Material biodegradable		HR % en peso	% N	% degradabilidad	Relación C/N
Residuos de comida	Frutas	78,79	1,89	70	34/80
	Verduras	43,00	3,25	60	12/0
Jardinería	Césped	55,76	2,15	70	20/10
	hojarasca	45,00	0.5-1	70	40/80

Fuente: Adaptado de (Soria, 2018)

Dentro de la tabla 4 se aprecia la composición de la materia orgánica biodegradable, en cual estan inmersos los residuos de frutas que son; cáscaras de piña, plátano, papaya, sandia, y como residuos de verduras; cáscaras de papa, lechuga, rábano entre otras, así también, se toma en consideración los residuos de jardinería correspodiente a césped y hojarasca. Por lo tanto, el residuo de frutas representa un alto porcentaje de humedad relativa, es uno de los factores operacionales de mayor importancia que implica la descompocición de la materia orgánica. El residuo de verduras dispone de un alto

contenido de nitrógeno en relación a los demás sustratos orgánico, en cuanto a degradabilidad, los residuos que tiene mayor capacidad en descomponer son restos de frutas, césped y hojarasca, donde sus números equivalentes son del 70%. Además, los restos de jardinería cuentan con un valor mayor de C/N, ya que proporciona nutrientes suficientes para los microorganismos, maximizando la producción del biogás.

3.3 Parámetros físicos y químicos de la materia orgánica

Tabla 5. Parámetros de digestión

Parámetros	Valores
Temperatura	35°C
Valor de acidez (pH)	7-7,5
Contenido en sólidos	< 10%
Tiempo de retención (días) de acuerdo al ambiente	Psicrofílico > 40 Mesofílico 10-40 Termofílico < 10

Fuente: Adaptado de (Acosta y Obaya, 2005)

En la tabla 5, se observa los diferentes parámetros que influyen de manera directa en la digestión anaeróbica de la materia orgánica. Entonces, para facilitar el adecuado desarrollo de los microorganismos es importante saber los rangos en que estos son capaces de digerir la materia presente en el sistema. Para ello, los parámetros físicos y químicos siempre están inmersos en los procesos anaeróbicos, donde principalmente depende del tipo de residuo y las condiciones ambientales; así también el nivel de pH refleja la actividad enzimática de los microorganismos que determina la cantidad y porcentaje del metano en el biogás que se logra a través del control y monitoreo de las medidas y de adición de nutrientes. Además, el contenido adecuado de sólidos debe ser menor de 10% lo que significa que la biomasa necesariamente debe contener un alto porcentaje de humedad para una mayor rapidez de degradación.

Tabla 6. Composición del biogás

Gas	Símbolo	Contenido %

Metano	CH_4	55 – 70
Dióxido de carbono	CO_2	27 – 45
Nitrógeno	N_2	0,5 – 3
Hidrógeno	H_2	1,00 – 10,00
Monóxido de carbono	CO	0,10
Oxígeno	O_2	0,10
Sulfuro de hidrógeno	H_2S	0,15

Fuente: Adaptado de (Aguilera, 2017)

Los productos finales de la digestión anaerobia, en el sistema de la carga orgánica y en mezcla completa, son el biogás y fertilizante. Sin embargo, la calidad y cantidad de biogás producido depende básicamente de la composición del material orgánico, el residuo que se utiliza y las condiciones de descomposición, así mismo los niveles de nutrientes deben estar dentro del rango de concentración óptima para los microorganismos. De tal manera se debe evitar el desbalance de los factores determinantes en el rendimiento y obtención del recurso con el fin de lograr un desempeño favorable.

3.4 Cálculo de volumen del biogás

Tabla 7. Características de la biomasa

Variable	**Componente Orgánico**	**Peso Húmedo kg**	**Peso seco kg**	**Composición en kg**					
				C	**H**	**O**	**N**	**S**	**Cenizas**
biomasa	Comida, Jardinería	32.9	14.1	6.77	0.90	5.30	0.37	0.06	0.70
Masa atómica	-	-	-	12.01	1.01	16	14.01	32.06	-
moles biodegr.	-	-	-	14.43	22.88	8.48	0.67	0.05	-

Fuente: Adaptado de (Romero, 2018)

Tabla 8. Relación molar normalizada

Componente	Relación mol (N=1)
	Rápidamente biodegradable
Carbono	21.54
Hidrógeno	34.14
Oxígeno	12.66
Nitrógeno	1.00

Fuente: (Romero, 2018)

En referencia a Romero (2018), se hallan dos ecuaciones para realizar el cálculo de la materia orgánica y la materia rápida a biodegradar, las cuales se muestran a continuación:

Materia Orgánica

$$\mathbf{C}_{21.54}\,\mathbf{H}_{34.14}\,\mathbf{O}_{12.66}\,\mathbf{N}$$

Rápidamente biodegradable

$$\mathbf{C}_{21.54}\,\mathbf{H}_{34.14}\,\mathbf{O}_{12.66}\,\mathbf{N}$$

Dando un resultado de 509,75 g/mol, el cual se obtiene a partir de la multiplicación del número de moles normalizada por la masa molecular de cada elemento. Posterior a aquello se procede la aplicación en la ecuación de materia orgánica biodegradable rápidamente (MOBR), siendo a =32, b= 51, c= 21, d= 1, la cual se muestra a continuación:

$$C_aH_bO_cN_d + = \left(\frac{4_a - b - 2_c + 3_d}{4}\right) H_2O \left(\frac{4_a + b - 2_c - 3_d}{8}\right) CH_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CH_4 + \left(\frac{4_a - b + 2_c + 3_d}{8}\right) CO_2 + dNH_3$$

Fuente: (Tchobanoglous, Vigil y Theisen, 1994)

Forma simplificada:

$$1(\text{MOBR}) + 9.5\ H_2O \Longrightarrow 16.75\ CH_4 + 15.25\ CO_2 + NH_3$$

Reemplazando datos:

$$1(509{,}75) + 9.5(18) \Longrightarrow 16.75(16) + 15.25(44) + 1(17)$$

509,75 + 171 ==> 268 + 671 + 17

680.75 ==> 956

De acuerdo Romero (2018) para determinar el volumen de metano y dióxido de carbono producido por la cantidad de residuos generados al cabo de un mes es necesario identificar los pesos específicos de los mismos, por lo cual son 0.717 y 1.978 kg/m^3 respectivamente, siendo de la siguiente manera:

$$Metano = \frac{((268\ gr/mol)((47.04\ kg))}{((409.75\ gr/mol)(0.717\ kg/m^3))} = 34.5\ m^3N$$

$$Dióxido\ de\ carbono = \frac{((671\ gr/mol)(47.04\ kg))}{((509.75\ gr/mol)(1.978\ kg/m^3))} = 31.3\ m^3N$$

Una vez calculado el volumen de metano y dióxido de carbono, se puede obtener el volumen de biogás generado de la materia orgánica, mediante la siguiente fórmula:

$$Vol/kg = \frac{34.5\ m^3 + 31.3\ m^3}{47.04\ \text{kg}} = 1.40\ m^3/Kg$$

De esta manera, se determina el volumen teórico de biogás durante el primer mes de digestión, tomando como referencia el peso seco de la materia orgánica biodegradable.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación, se evidencia que existen diferentes tipos de biodigestores que son aplicados y diseñados en distintas zonas, pero favorece su instalación en zonas rurales, no solo por la mayor amplitud para el diseño sino también por la mayor cantidad de residuos orgánicos generados por los moradores en esta zona, dada las diferentes actividades agrícolas. Por ende, el biodigestor anaerobio de tipo discontinuo seleccionado, presentó varias reacciones para la descomposición; siendo la etapa termófila como una de las más importantes frente a sus contrapartes, debido al incremento de cargas orgánicas y disminución de tiempos de retención.

Por lo que según Soria (2018) demuestra el gran valor que posee el conocimiento de los elementos orgánicos a utilizar a si como el porcentaje a ser depositado para el tratamiento. Por tal razón, el promedio de residuos a considerar en la vivienda el Rosal es 11.76 kg

semanales de los cuales presentan un alto valor de humedad y degradabilidad, por ende, es adecuada para la acción microbiana.

El volumen teórico de biogás propuesto depende exclusivamente de los factores inmersos en el digestor, por lo que es necesario una estricta intervención para lograr los valores deseados, tal como lo menciona Solano, Vargas y Watson (2011) que dado el amplio rango de temperaturas desde la carga inicial hasta la generación de biogás, las bacterias presentes en cada etapa son sensibles a alteraciones, este problema es más notorio en la etapa metanogénica ya que un decrecimiento provoca un retardo o una operación deficiente lo que conlleva a la disminución o detención de la producción.

Durante el desarrollo a fin de establecer la cantidad de metano y dióxido de carbono se evidencia una pequeña variación en los resultados arrojados lo cual muestra un desbalance, siendo muy elevado para el caso del dióxido de carbono por lo que su contenido no es el adecuado dentro de la composición del biogás, por lo que es necesario realizar un análisis más exhaustivo en las futuras investigaciones.

4 CONCLUSIONES

El análisis realizado demostró una excelente perspectiva en la ejecución de esta tecnología debido a las grandes ventajas en cuanto a la valoración de los productos obtenidos dentro del proceso, así como también, su bajo costo de mantenimiento, facilidad de manejo y ajuste al presupuesto de cada interesado el cual dependerá de la finalidad del mismo. De la misma forma, el trabajo conjunto con distintos sectores posibilitará adaptar estas nuevas estrategias sostenibles dentro de las comunidades, con el fin de aprovechar los beneficios económicos, sociales y ambientales de esta tecnología.

La importancia de los factores o parámetros estabilizados a los rangos adecuados, es crucial al momento de la obtención de biogás. A pesar de que la temperatura podría ser considerado como el componente destacado siendo el primordial desde el diseño hasta la operación, lo cierto es que todos presentan una similitud dado que la alteración de cualquiera significaría un desbalance provocando una disminución de la operatividad y reducción de vida útil del biodigestor.

De acuerdo a los datos, el volumen teórico de gas en el trascurso del primer mes, muestra una eficiencia favorable y con altas probabilidades de obtener un rendimiento similar en el

siguiente mes, lo que permite aprovechar una mayor cantidad de desechos orgánicos, los cuales sean propicios para su tratamiento en el digestor. Este sistema estudiado impide la capacidad de realizar cargas frecuentes para lograr una mayor generación de biogás. Sin embargo, la decisión tomada se fundamenta básicamente por la baja cantidad de residuos generados en el hogar, por lo que es necesario la descomposición total de los mismos, para posteriormente llevar a cabo otro ciclo de tratamiento.

REFERENCIAS

Acosta, Y., & Obaya, C. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos Teóricos. *Revista cientifica de Américana y Latina*(5), 37-40.

Aguilera, E. A. (2017). Generacion de biogas mediante el proceso de digestion anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustrato orgánico. *Revista cientifica de FAREM*(24), 70-72.

Argudo Plans, S., & Pons, A. (2012). *Mejorar las búsquedas de información.* Universitat Oberta de Catalunya, Editorial UOC. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=662651

Barrera, E., Odales, L., Carabeo, A., Alba, Y., & Hermida, F. (2020). Recopilación de Aspectos Teóricos Sobre las Tegnologias de Producción de Biogás a Escala Rural. *Scielo, 40*(2), 303-321.

Buenrostro, Bernache, & Bocco. (1999). Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 15*(001), 27-32. https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/32763/30058

Cando, C. (Diciembre de 2021). *Insituto Nacional de Estadística y Censos.* Estadística de Información Ambiental en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Residuos_solidos_2020/Boletin_Tecnico_Residuos_2020.pdf

GADPR, F. (2020). *Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Fátima.* Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural de Fátima: https://fatima.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/PDOT-GADPRF.pdf

Kuo, J., & Dow, J. (2017). Producción de biogás a partir de la digestión anaeróbica de residuos de alimentos e implicaciones relevantes para la calidad del aire. *Journal of the Air & Waste Management Association,* 1000-1011.

Llumiquinga, K., Vega, D., Freire, M., Torres, T., & Jácome, C. (2022). Biodigestión: Proceso autosostenible para la obtención de energia renovable. *Revista Cientifica de Red Universitaria Internacional de Ingenieria Agroindustrial- RedUNIA, 4*(1), 30-33. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/JAIS

Mata, L. (28 de Mayo de 2019). *Investigaliacr*. El enfoque cualitativo de investigación: https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2020). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.* Manual de Aprovechamiento de Residuos Organicos Municipales: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/manual-de-aprovechamiento-de-residuos-organicos-municipal.pdf

Muzaffar, A. M., Hussain, A., & Verma, C. (2016). Consideraciones de diseño y rendimiento operativo de los biodigestores anaeróbicos: Una revisión. *Cogent Engineering, 3*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1181696

Ortiz, J. (2 de diciembre de 2019). *Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos* . Lifeder: https://www.lifeder.com/investigacion-exploratoria/.

Peláez, M., & Calero Silva, M. (25 de Mayo de 2020). *Universidad Estatal del Sur de Manabí.* Diseño de un biodigestor anaerobico discontinuo para la producción de biogás en zonas de bajos recursos económicos de Jipijapa: http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2130

Romero, O. (2018). *Corporación Universitaria del Meta* . Cálculo de producción de biogás y combustible - Aire a partir de residuos organicos de la Central de Abasto de Villavicencio: https://cici.unillanos.edu.co/media2018/memorias/CICI_2018_paper_14.pdf

Solano, O., Vargas, M., & Watson, R. (2011). Biodigestores: Factores Físicos quimicos y biológicos relacionados con su productividad. *Revista Tecnológica En Marcha, 23*(1), 39-46. https://doi.org/https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/132/131

Soria, L. (2018). *Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.* Aprovechamiento de los residuos solidos urbanos como abono órganico en municipalidades distritales: https://1library.co/document/y4wjk49q-aprovechamiento-residuos-solidos-urbanos-abono-organico-municipalidades-distritales.html

Tchobanoglous, J., Vigil, S., & Theisen, H. (1994). *Gestión Integral de residuos sólidos.* McGraw-Hill Interamericana de España.

Zolano, A., Ponce, W., & Zambrano, F. (2022). Biodigestión Anaeróbica de Residuos de Musaceas: Caso Ecuador. *Latindex, 19*(1).

ANEXOS

ANTECEDENTES

Los procesos de la digestión anaerobia alcanzan mejorar el uso energético tradicional mediante la materia orgánica, esta técnica implica la disminución de problemas energéticos y ambientales, a través del manejo de los residuos. Por lo tanto, muchos de los países invierten recursos para el aprovechamiento de la biomasa empleando métodos que permiten obtener en algunos casos una alta eficiencia dependiendo la tecnología a ser aplicada. De acuerdo Llumiquinga et al. (2022) y Barrera et al. (2020) mencionan que en América Latina existe un alto porcentaje del sector pecuario y agrícola que, dado el gran número de animales y cultivos en estas zonas, proporciona la materia suficiente para su utilización en procesos renovables.

Los residuos no tratados se convierten en un foco de infección que ocasionan problemas a nivel de salud y medio ambiente. por tal razón, los biodigestores cumplen un papel fundamental con relación a los residuos orgánicos generados, donde se considera importante la implementación del mismo dentro de los distintos sectores rurales. Estos sistemas naturales aprovechan la biomasa, procedentes de actividades agropecuarias, pecuarias y restos de comida; que son primordiales dentro del proceso de la digestión anaerobia, mediante el cual se obtiene como producto el biogás y biofertilizante que beneficia a los moradores y a los cultivos del campo.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A mediados del siglo XX los primeros biodigestores fabricados en China, no se encontraban disponibles para hogares de escasos recursos dado su elevado coste de implementación. En 1980 los biodigestores aparecieron en diferentes países como una tecnología apta para el desarrollo agrícola por su rentabilidad dando lugar a la ejecución en diferentes regiones del país.

En la actualidad, el progreso de objetivos integrales que permitan adoptar medidas a nivel global ha sido satisfactorio, siendo los autores principales organizaciones no gubernamentales, quienes obligados a una constante búsqueda de estrategias sostenibles intentan mejorar el desarrollo de tecnologías verdes y promover el uso en cada uno de los países miembros, así pues, los biodigestores se han convertido en una opción a futuro siendo operable fácilmente por los habitantes previa instrucción de técnicos.

Aprovechamiento de los residuos

Buenrostro, Bernache y Bocco (1999) explican que el impacto ambiental ocasionado por la quema sin control de los residuos o la baja eficiencia para realizar el procedimiento tanto la separación y recuperación de los subproductos ha derivado en una deficiente gestión y desinterés de los sectores económicos por la conservación, protección y uso eficaz de los

recursos disponibles. Aquella realidad ha ocasionado que otras tecnologías alternas ya sea la pirólisis, digestión anaerobia, deshidratación y otras, logren mayor aceptación dada la creciente demanda de materias o productos metabólicos para la conservación del ambiente.

Factores inmersos en la digestión

Aquellos sustratos ideales son aquellos residuos orgánicos que presentan un elevado contenido de humedad independientemente de su origen ya sea agrícola, industrial, doméstico y municipal. Los indicados para este proceso son los residuos de la industria alimentaria y de actividades agrícolas, ya que son excelentes para la digestión debido a la escasa presencia de patógenos, contaminantes y metales pesados. Además, la temperatura esta inmerso en todo el proceso por lo que es importante mantener un cuidado en este aspecto que si bien pequeños cambios de grados son despreciables ya que no afecta mayormente. Sin embargo, la estabilización de un microclima cálido resulta beneficioso para mantener una tasa de producción alta en el biodigestor. (Solano et al., 2011)

Diseño y rendimiento del biodigestor

La existencia de factores a tomar en cuenta para el diseño de un sistema anaerobio es de gran relevancia dado que previamente estas consideraciones deben ser analizadas para realizar una mejor toma de decisiones a la hora de poner en marcha el proyecto. Para esto, la naturaleza o tipo de biodigestor resulta útil a la hora de determinar la materia prima a ser utilizada dependiendo de su porcentaje de sólidos que posee los residuos; así mismo, la composición de los residuos alimentarios es vital para el diseño adecuado con el fin de obtener una alta eficiencia y biometanización, el cual dependerá exclusivamente de los macroelementos: proteínas, lípidos, carbohidratos y celulosa. Para la obtención de un mayor rendimiento de metano se relaciona con aquellos sistemas con exceso de lípidos pero que necesitan un mayor tiempo de retención. (Muzaffar et al., 2016)

El tiempo propicio para la completa conversión de los residuos es aproximadamente de 12 a 24 días para aquellos sistemas termófilos y 15 a 30 días para los mesófilos. Evidentemente, depende del tipo de sustrato, condiciones ambientales de sitio y el propósito de uso del material digerido.

Materiales y herramientas para el biodigestor

El biodigestor anaerobio de tipo discontinuo se puede diseñar de acuerdo a su finalidad, disposición y el área de implementación. Para ello, es importante contar con todos los materiales necesarios para realizar la ejecución en zonas rurales y ser operados por los habitantes del sector. Existe una consideración en el tiempo requerido para la degradación ya que en ambientes que promedian 30ºC, se necesitan 10 días; 5 días a 20ºC y 55 días a 10ºC. Por esta razón, el tamaño de la cámara del reactor varia dependiendo el clima del lugar. (Peláez y Calero Silva, 2020)

Bidón de 200 litros, salida de estanque 20 mm, pvc de 20 mm, manguera de jardinería de ½

pulgada, terminal de pvc de 20 mm a ½ pulgada, abrazadera de ½, alambre galvanizado, teflón ½ pulgada, pegamento de tuberías, taladro, broca de 20 mm, tornillo, alicate, cautín, sierra para pvc, tijeras, válvulas.

Producción de biogás

Las implicaciones envueltas dentro de la generación de biogás involucran a elementos presentes en el producto de digestión siendo gases traza, humedad, material particulado y compuestos orgánicos volátiles. La presencia de estos compuestos en la composición del biogás puede generar ciertos efectos contraproducentes, para ello es importante realizar un pretratamiento o acondicionamiento para reducir los efectos perjudiciales que podrían suceder, para esto los componentes que son tratados son el sulfuro de hidrógeno (H_2S), los siloxanos, la humedad, las partículas, el amoníaco y el CO_2. (Kuo y Dow, 2017)

El nitrógeno presente en los residuos de frutas y verduras que frecuentemente entran en el digestor en su forma orgánica y otra fracción considerable se hidroliza en el proceso, para salir del sistema en forma de amoníaco, el biogás obtenido de igual manera contiene un porcentaje de amoníaco en relación con el biodigestor lo que además supone que su emisión en el aire conlleva a riesgos en la salud y puede ser precursor de las partículas trasladadas por el aire. Para ello, es necesario controles del proceso en el área de procesamiento de los residuos y en los sitios donde se genera y utiliza el biogás. (Kuo y Dow, 2017)

REVISIÓN DE LA LITERATURA

- **Fuentes primarias:** Las pautas iniciales para el desarrollo de la presente revisión son marcadas por artículos científicos, libros y documentos oficiales siendo las más destacadas Scielo, Taylor and Francis, ScienceDirect, Google Scholar e Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- **Fuentes secundarias:** Se ha realizado una búsqueda en resúmenes con el fin de lograr complementar la información.
- **Fuentes terciarias:** Publicaciones periódicas del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE); Boletines del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Acetogénesis: Las bacterias anaerobias producen acetato a partir de diferentes fuentes de energía, estas bacterias convierten acido propiónico y butírico en acido acético.

Biodigestor anaeróbico: Contenedor cerrado herméticamente donde ingresa la materia orgánica y al transcurso de los días ser transformado en biogás.

Biogás: Se genera en medios naturales mediante la reacción de la degradación de la biomasa por acción de los microorganismos.

Biodegradable: Sustancias que descomponen los organismos vivos, es decir que sus propiedades originales se convierten en materia más simple.

Biodesulfuración: Proceso de eliminación de azufre en diferentes compuestos o sustancias.

Bacterias sintróficas: Conjunto de bacterias que realizan una reacción química para degradar las sustancias orgánicas.

Biofertilizante: Subproducto obtenido a través de restos de vegetales, bacterias y microorganismos, que facilita la nutrición biológica de las plantas.

Composición del sustrato: Mezcla de abono totalmente natural formado por materiales de origen vegetal.

Contaminantes orgánicos volátiles: Contiene una cantidad de compuestos como los hidrocarburos alifáticos y los hidrocarburos clorados y se producen por la quema de combustibles como gasolina, carbón o gas natural.

Cámara de carga: Canal abierto donde se deposita la materia orgánica y se alimenta al reactor.

Etapa termófila: Las temperaturas son altas con más de 45°C donde los microorganismos mesófilos son sustituidos; estos descomponen fuentes más complejas de carbono como la celulosa y lignina.

Etapa mesófila: Composición de la materia orgánica, los microorganismos se reproducen mediante la descomposición de la molécula orgánica y mediante el cual elevan la temperatura.

Fermentación: Transformación de una sustancia orgánica, es decir es un proceso glucólisis (ruptura de molécula de glucosa).

Hidrólisis: Parte de la composición anaerobia la cual los polímeros orgánicos se descomponen en moléculas más pequeñas.

Metanogénesis: Corresponde a la última etapa de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. Donde se genera el biogás en medios naturales por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica.

Relación C/N: Fuentes de alimentación de bacterias, por el cual el carbono constituye como fuente de energía y el nitrógeno utilizado para la formación de nuevas células.

Tiempo de retención: Parámetro que indica la cantidad del tiempo en días que permanece el material orgánico dentro del sistema.