

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Análisis comparativo de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Vega Torres, Lloyn Josmari

ASESOR: Riveros Agüero, Elmer

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74498489

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 28298517

Grado/Título: Maestro en administración y gerencia en salud

Código ORCID: 0000-0003-3729-5423

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vásquez Baca, Yasser	Máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo - Microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 09 del mes de NOVIEMBRE del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. FRANK ERICK CAMARA LLANOS (Presidente)
Mg. YASSER VÁSQUEZ BACA (Secretario)
B.LGO. ALEJANDRO ROLANDO DURAN NIEVA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 2206-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LACTOSUELO Y MICROORGANISMOS EFICIENTES (CEM) EN LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN UN BIODIGESTOR CASERO"

presentada por el (la) Bachiller LLOYN JOSMAEL VEGA TORRES, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 16:00 horas del día 09 del mes de NOVIEMBRE del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

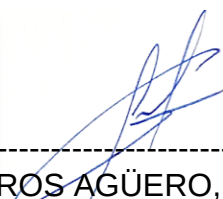
Yo, Elmer Riveros Agüero, asesor del PA INGENIERIA AMBIENTAL, y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1021-2021-D-FI-UDH, del bachiller (a) Lloyn Josmary, VEGA TORRES, de la investigación intitulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LACTOSUERO Y MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN UN BIODIGESTOR CASERO".

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Cabe recalcar que se tuvieron las siguientes consideraciones: se excluyó fuentes menores a 15 palabras y la bibliografía para disminuir el porcentaje.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumplen con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de noviembre del 2022



RIVEROS AGÜERO, ELMER
DNI N° 28298517

3era Entrega

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
2	docplayer.es	2%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	distancia.udh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	accessmedicina.mhmedical.com	1%
	Fuente de Internet	
7	qdoc.tips	1%
	Fuente de Internet	
8	www.slideshare.net	1%
	Fuente de Internet	
9	prezi.com	1%
	Fuente de Internet	



Apellidos y Nombres: Riveros Agüero
Elmer DNI N° 28298517 Código
ORCID N° 0000-0003-3729-5423

DEDICATORIA

A mi madre por ser mi apoyo incondicional, durante todo mi camino académico y personal, por estar siempre ahí y ser mi ejemplo a seguir, inculcándome valores como respeto, responsabilidad, fortaleza y sobre todo persistencia, quien a pesar de estar cansada jamás se rindió y trabajo para darme lo mejor.

A mi padre por ser el hombre que siempre estuvo ahí, por brindarme los instrumentos y herramientas para sobresalir en la vida, quien con arduo trabajo me saco adelante, me enseñó a ser valiente y jamás rendirme, pese a las dificultades que se me presentaran.

A mis amigos, quienes formaron parte de mi camino académico y me brindaron su apoyo durante mi carrera universitaria

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la oportunidad día a día la oportunidad de despertar y seguir luchando por lograr mis metas.

A la universidad de Huánuco por acogerme y brindarme el conocimiento necesario para desenvolverme en mi carrera profesional, por brindarme el conocimiento necesario.

A mis padres por formar parte de esta etapa de mi vida profesional, por ser mi soporte día a día.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCION	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMA ESPECIFICO	15
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	23
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. RESIDUOS ORGÁNICOS	24
2.2.2. HISTORIA DEL BIODIGESTOR	27
2.2.3. TIPOS DE BIODIGESTORES.....	28
2.2.4. BIODIGESTOR DE MODELO CASERO.....	30
2.2.5. DIGESTIÓN AERÓBICA.....	31
2.2.6. DIGESTIÓN ANAERÓBICA.....	31

2.2.7. ETAPAS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	37
2.4. HIPÓTESIS	40
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	40
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	40
2.5. VARIABLES.....	41
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	41
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	41
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	42
CAPÍTULO III.....	43
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
3.1.1. ENFOQUE	43
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	43
3.1.3. DISEÑO	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.2.1. POBLACIÓN	45
3.2.2. MUESTRA	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	46
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	46
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	46
CAPÍTULO IV.....	47
RESULTADOS.....	47
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	47
4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS	64
CAPÍTULO V.....	66
DISCUSION DE RESULTADOS.....	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	42
Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos del proceso de descomposición de residuos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM	47
Tabla 3 Parametros fisicoquimicos del proceso de descompocision de residuos solidos organicos en un biodigestor casero sin el efecto del lactosuero y EM.	48
Tabla 4 Resultados del análisis del pH (potencial de hidrogeno) del biol en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de residuos orgánicos solidos orgánicos en un biodigestor casero.	49
Tabla 5 Resultados del análisis la Conductividad del BIOL en el efeto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	50
Tabla 6 Resultados del análisis la Humedad del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	51
Tabla 7 Resultados del análisis de la materia seca del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	52
Tabla 8 Resultados del análisis de la materia orgánica, ceniza húmeda y seca respectivamente del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	53
Tabla 9 Resultados del análisis del nitrógeno del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	54
Tabla 10 Resultados del análisis del P ₂ O ₅ del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos de los sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	55

Tabla 11 Resultados del Calcio del BIOL en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	56
Tabla 12 Resultados del análisis del magnesio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	57
Tabla 13 Resultados del análisis del potasio del BIOL en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	58
Tabla 14 Resultados del análisis de sodio del BIOL en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	59
Tabla 15 Resultados del análisis de Cobre del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	60
Tabla 16 Resultados del análisis de Hierro del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	61
Tabla 17 Resultados del análisis de zinc del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	62
Tabla 18 Resultados del análisis de Manganeso del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	63
Tabla 19 Comparación de medias de los Resultados del análisis de los parámetros del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	64
Tabla 20 Comparación de medias de los Resultados de los parámetros fisicoquímicos del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parámetros fisicoquímicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM.	48
Figura 2 Parámetros fisicoquímicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero sin el efecto del lactosuero y EM.	49
Figura 3 Resultados del análisis del pH (potencial de hidrogeno) del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero... 50	
Figura 4 Resultados del análisis de la conductividad del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	51
Figura 5 Resultados del análisis de la Humedad del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	52
Figura 6 Resultados del análisis de materia seca del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	53
Figura 7 Resultados del análisis de la materia orgánica, ceniza húmeda y seca respectivamente del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	54
Figura 8 Resultados del análisis del nitrógeno del BIOL en el efecto de microorganismos eficientes (EM) y lactosuero en la descomposición de losresiduos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	55
Figura 9 Resultados del análisis del P2O5 del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	56
Figura 10 Resultados del análisis del calcio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	57

Figura 11 Resultados del análisis del Magnesio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	58
Figura 12 Resultados del análisis del potasio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	59
Figura 13 Resultados del análisis de sodio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	60
Figura 14 Resultados del análisis de cobre del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	61
Figura 15 Resultados del análisis de Hierro del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	62
Figura 16 Resultados del análisis de zinc del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	63
Figura 17 Resultados del análisis de manganeso del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.....	64

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por **objetivo** describir el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero. La **metodología** fue de tipo experimental, se construyó 2 biodigestores caseros con la ayuda de 1 cilindro de 200 litros, cada biodigestor fue alimentado con 75 kg de residuos orgánicos, mismos que antes ya fueron triturados con ayuda de una máquina, en el biodigestor N° 1 se aplicó una mezcla de agua y residuos orgánicos hasta llenar un 70% de tamaño total, en el biodigestor N° 2 se aplicó de la misma forma una mezcla de agua, residuos pero en este caso agrego la solución de lactosuero con EM hasta alcanzar el 70% del tamaño total del biodigestor, se procedió a sellar ambos biodigestores y a realizar la recolección de datos durante 3 semanas. Los **resultados** obtenidos luego de aplicar la metodología fueron que en los parámetros químicos se evidencia una mejora luego de añadir el lactosuero y los microorganismos eficientes, en torno al nitrógeno, calcio, potasio, sodio y cobre. Mientras que en los parámetros físicos se nota una mejora en torno al pH y en la conductividad. De acuerdo a los resultados obtenidos se **concluyó** que el lactosuero y los microorganismos eficientes tienen un efecto positivo en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.

Palabras clave: Biodigestor, metano, residuos sólidos, lactosuero, microorganismos Eficientes (EM)

ABSTRACT

The objective of this research work was to describe the effect of whey and EM on the decomposition of organic solid waste in a home biodigester. The methodology was experimental, 2 homemade biodigesters were built with the help of a 200-liter cylinder, each biodigester was fed with 75 kg of organic waste, which were previously crushed with the help of a machine, in biodigester No. 1 a mixture of water and organic waste was applied to fill 70% of the total size, in biodigester No. 2 a mixture of water and waste was applied in the same way, but in this case I added the whey solution with EM until reaching 70 % of the total size of the biodigester, both biodigesters were sealed and data collected for 3 weeks. The results obtained after applying the methodology were that in the chemical parameters there is evidence of an improvement after adding the whey and the efficient microorganisms, around nitrogen, calcium, potassium, sodium and copper. While in the physical parameters an improvement is noted around the pH and conductivity. According to the results obtained, it was concluded that whey and efficient microorganisms have a positive effect on the decomposition of organic solid waste in a home biodigester.

Keywords: Biodigester, methane, solid waste, whey, Efficient microorganisms (EM)

INTRODUCCION

Los residuos sólidos vienen a ser los materiales desechados luego de haber cumplido con su ciclo de uso, pueden tener o no algún valor económico esto va depender del tipo de residuos que sean, los residuos orgánicos son aprovechables mayormente para la producción de abonos de tipo orgánico como el bocashi como también compost, los residuos inorgánicos como plásticos, vidrio, caucho, madera, etc. También pueden ser aprovechados por medio del reciclaje. Los residuos sólidos son generados a diario por la población en todo el mundo.

El tratamiento inadecuado de estos residuos generados es el verdadero problema ambiental, ya que son arrojados en lugares inapropiados como en las calles y avenidas, con la participación de factores como la humedad, clima producen que se empiecen a descomponer, mayormente los residuos de origen orgánico los cuales producen malos olores afectando incluso hasta a la salud de la población ya que en un medio así es muy posible la proliferación de bacterias y virus, poniendo así en riesgo a la salud de la población.

En el aspecto ambiental los residuos sólidos son los responsables de la generación de CO₂ entre otros gases de efecto invernadero, sumando así a la contaminación atmosférica, si se trata de residuos orgánicos como excretas de animales es peor aún ya que genera gas metano hacia el ambiente, por otro lado, no solo el medio atmosférico es afectado sino también el suelo, ya que la producción de lixiviados de estos residuos afectan de forma negativa la calidad del suelo, estos se infiltran al suelo incluso llegando a afectar a la capa freática que es la capa donde se encuentran las aguas subterráneas, si los residuos son acumulados en lugares con pendientes la situación es peor ya que el lixiviado arrastra estos residuos afectando parcelas más grandes de suelo. La presencia de lixiviado en el suelo causa que pierda capacidad de producción, volviendo a este suelo infértil y si existen cuerpos de agua cercanos al punto crítico también se verán afectados ya que causaran la eutrofización por el exceso de nutrientes presentes en el lixiviado.

En el Perú la mala gestión de los residuos sólidos viene a ser un verdadero problema ambiental, tanto por culpa de las autoridades y la ausencia de conciencia ambiental de la población. La falta de infraestructura para el tratamiento adecuado de estos residuos es una de las razones, por su parte la población también elimina sus residuos en lugares no autorizados. En el Perú se genera aproximadamente 21 toneladas de residuos sólidos diarios y más del 50% de estos residuos son orgánicos, y no son aprovechados correctamente. La misma población arroja sus residuos a cualquier lugar, durante la pandemia causado por el COVID 19 se hizo más notoria esta situación ya que por las calles y hasta en el mar o ríos se observaba mascarillas desechables.

En Huánuco la situación que más sobresale es la contaminación por residuos que se da en los mercados, los comerciantes arrojan sus residuos a las esquinas fuera del horario de recolección ya establecido, los residuos que más se generan en este caso son los de origen orgánico, por ello esto incomoda a los transeúntes ya que producen malos olores estos causados por el proceso de degradación el cual se acelera por factores como clima y humedad.

Con mi proyecto busco aprovechar los residuos sólidos de origen orgánico mediante el uso de biodigestores, de esta forma se genera biol, el cual puede ser utilizado en los cultivos en forma de abono líquido orgánico de esta forma se aprovecha los residuos orgánicos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El tratamiento de los residuos sólidos de manera inadecuada causa una preocupación de todo el mundo, ya que este efecto está aportando consigo la polución del medioambiente (agua, suelo, aire); enfermedades (respiratorias, gastrointestinales, entre otros), proliferación de los vectores (ratas, moscas, mosquitos, entre otros), desagradables olores como también a la vez se genera un efecto negativo en cuanto a la estética en los paisajes de las distintas zonas. Es necesario ampliar nuestra visión para damos cuenta que el problema de la basura comprende a múltiples actores en una compleja serie de aspectos políticos, legales, técnicos, administrativos, económicos, también de conciencia y de conductas socioculturales.

Los residuos sólidos que vienen a ser generados por la población mundial tienen un efecto inmediato sobre el medio ambiente, debido al crecimiento demográfico desmedido que causa una mínima regulación por parte del ambiente respecto a los contaminantes.

De acuerdo a las caracterizaciones últimas de los residuos sólidos urbanos, la cantidad de residuos orgánicos viene a ser mayor a los inorgánicos, lo que le brinda al hombre una posibilidad de mitigación de la contaminación, ya que estos residuos pueden ser reaprovechados, después de ser sometidos a diferentes tratamientos.

La vida útil de los rellenos sanitarios viene a ser muy corta, si no se desvía los residuos de tipo orgánico para su aprovechamiento, cabe recalcar que los espacios destinados para los rellenos sanitarios viene a ser escasos como también la instalación y operación de estas infraestructuras causa conflictos ambientales como también sociales. Debido a esto es importante el papel de la segregación en la fuente de los residuos que van a permitir una valorización de estos residuos.

Hay diversas alternativas de valorización de los residuos sólidos orgánicos, como el compostaje, la lombricultura, la perlicultura, el bocashi, entre otros.

Estos procesos consisten en el aprovechamiento de estos residuos para obtener otros productos, como por ejemplo abono natural, incluso gas natural.

El tratamiento de residuos sólidos de tipo orgánico en biodigestores de forma anaerobia es una de las alternativas de solución a la contaminación por residuos, de esta manera se mitigan también vectores que pueden tener lugar en un proceso de descomposición aerobia.

Es de mucha importancia como ingenieros ambientales buscar la solución más eficiente a este problema ambiental, para frenar otros problemas desencadenantes del mismo, como la emisión de gases tóxicos, que pueden ser dañinos para la salud y para la conservación de la capa de ozono, la conservación de ecosistemas marinos y terrestres, que son los lugares donde son dispuestos finalmente estos residuos, impactando no solo esos recursos si no también todos los ecosistemas que engloban, aportando en la extinción de muchas especies tanto de flora como de fauna.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero?

1.2.2. PROBLEMA ESPECIFICO

¿Cuáles son los parámetros químicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM?

¿Cuáles son los parámetros físicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM?

¿Cuál es la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM?

¿Cuál es el tiempo empleado para el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Describir el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los parámetros químicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM.

Describir los parámetros físicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM.

Describir la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM.

Determinar el tiempo empleado para el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia del proyecto resalta en la disminución de la emisión directa del metano (CH_4) a la atmósfera generados por la descomposición de residuos sólidos orgánicos esto debido a las múltiples e inadecuadas actividades que se efectúan en los botaderos municipales informales a nivel nacional, debido a esa necesidad de una disposición adecuada de la excesiva oferta de material orgánico es lo que motivó a la realización de una alternativa de aprovechamiento del material orgánico creando un reactor de modelo

casero y observar en ella el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y también confiando que este proyecto servirá de antecedentes para el beneficio de las organizaciones dedicadas a la caracterización de residuos sólidos orgánicos.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones más latentes al realizar esta investigación es que existe una escasa información a nivel nacional y local respecto a la generación de biogás a partir de residuos sólidos orgánicos debido al desconocimiento sobre las diferentes técnicas de caracterización de los residuos orgánicos.

Otra limitación que se considera es el factor climático ya que en el lugar donde se realizará el proyecto tiene un clima muy variado es exactamente este factor una de las limitaciones consideradas debido a que afectará a la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en el biodigestor porque no nos permitirá mantener una temperatura constante en el proceso de descomposición.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad principal por lo que se realiza el proyecto es que existe gran producción de material orgánico según el MINAM el 58% de los residuos sólidos producidos es de material orgánico y además se cuenta con los recursos necesarios para poder implementar el biodigestor existente también la disponibilidad necesaria de recursos financieros y recursos humanos respectivamente, así como la accesibilidad a la obtención de los residuos orgánicos donde se pretende realizar la instalación del biodigestor modelo casero.

Otro factor conveniente es la disponibilidad del lactosuero y los EM que serán aplicados para la aceleración de la descomposición de los residuos orgánicos y de esa manera favorecerá la producción de biogás mientras se disminuye la incorrecta disposición de los residuos orgánicos generados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ávila et al. (2018), en su revista titulada “*Generación de biogás a partir del aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables en el Tecnológico de Costa Rica*”, sede Cartago tuvo como **objetivo** generar biogás a partir del aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables en el Tecnológico de Costa Rica, sede Cartago, en su **metodología** fueron instalados a escala 04 biodigestores. Para la evaluación de la producción de biogás, fueron alimentados con residuos sólidos de tipo biodegradable, estos eran generados en el restaurante institucional, como también otras mezclas. El primer biodigestor solo contuvo 8,1 kilogramos de residuos; el segundo también con 8,1 kilogramos de residuos, pero incluido cinco mililitros de Índigo (acelerador para degradar la materia de tipo orgánico); en el caso del tercer biodigestor fue 1,5 kilogramos de granza de arroz más los 4,05 kilogramos de residuos, finalmente realizó la mezcla con 0,4 kilogramos de pasto transvala (*Digitaria decumbens*) mas 4,05 kg de residuos. Después, con el apoyo de un termómetro infrarrojo de modelo 62 Max+, de marca denominado Fluke realizó las mediciones referentes a la temperatura por el tiempo de 04 días a la semana, también monitoreó la generación de las burbujas por el periodo de treinta y siete días de retención; debido a que dichas burbujas indican respecto a la generación de gas.

En los **resultados** se obtuvo como promedio 229,16 kilogramos por día respecto a los residuos sólidos del tipo biodegradable originados en el restaurante institucional. Al finalizar el periodo de la evaluación, la temperatura pertenecientes a los 04 biodigestores se mantuvo en el rango mesofílico resultando ser de 20°C - 40°C. Respecto a la relación C/N de los residuos que fueron analizados llegó a ser 11,26

considerándose baja. Asimismo, respecto al pH llegó a ser seis encontrándose cerca al valor ideal, y sobre el porcentaje referente a la materia de tipo orgánico llegó a ser por encima del cincuenta por ciento. Se **concluyó** que el biodigestor con la mezcla con el Índigo fue el que generó los mejores resultados.

Rinland (2019) en su trabajo profesional de *“Intensificación Evaluación de la capacidad del suero lácteo para la producción de biogás”*, tuvo como **objetivo** estudiar la factibilidad del uso de suero lácteo para producir biogás. En la **metodología** hizo diversos ensayos con distintas proporciones de suero de queso como también de barro activado dentro de biodigestores de capacidad de 02 litros. Varias variables fueron evaluadas en el periodo de las pruebas, entre ellas estuvieron el contenido total de los sólidos, la temperatura de funcionamiento, el pH de la mezcla, la proporción del suero e inóculo a ser utilizado también el tiempo de residencia. Las condiciones para el funcionamiento de los biorreactores como también las proporciones de sustrato a ser incorporados, fueron determinados mediante las variables mencionadas, ello para dar inicio al proceso de la digestión de manera anaeróbica. En los **resultados** durante los 07 ensayos preliminares que realizó, diferentes variables fueron estudiados, las cuales le dejaron establecer las condiciones base para dar inicio al proceso digestivo en los biorreactores. Al inicio los biorreactores se encontraban expuestos a una temperatura ambiente, dicha temperatura variaba de manera diaria ello dependiendo de las condiciones del clima. No era estable su respectivo funcionamiento, debido a que cuando la temperatura disminuía la producción se frenaba, sin embargo, en los días calurosos tenía una producción óptima de gas. A causa de ello determinó que a 34°C era la temperatura en la que debían de estar los biorreactores en el periodo del proceso. Asimismo, también estableció que el pH debía de ser corregido haciendo el uso del bicarbonato de sodio, dicha corrección se debió a que al inicio el suero de queso de barra presentaba un pH siendo entre 4,5 a 6 la cual fue llevado a un pH encontrándose entre siete y ocho, dicho pH viene a ser el adecuado para el proceso de la

biodigestión anaeróbica. Finalmente, el proceso de la biodigestión debería ser iniciado con proporciones de suero bajas con tal de poder lograr que las bacterias metanogénicas se adapten al medio, también incorporar barro encontrándose activado previamente a partir del estiércol procedente del vacuno, estos fueron las condiciones primordiales. **Concluyó** en la posibilidad de que como sustrato para la producción de biogás en codigestión con el estiércol proveniente del vacuno podría ser empleado el suero lácteo.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Hernández (2021), en su tesis intitulada *Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje-Ica 2020*”, tuvo el **objetivo** de evaluar un biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios, su **metodología** consistió en realizarlo en etapas, de ello la primera vino a ser la construcción del biodigestor de una capacidad de doscientos litros para la reproducción de los microorganismos eficientes; la segunda etapa consistió en la recolección como también la clasificación de los residuos que eran orgánicos finalmente la tercera etapa se trató en utilizar 04 dosis de los microorganismos que fueron propagados (200, 150, 100 mililitros), como los respectivos tratamientos para la generación de compost con los residuos procedentes de los domicilios como también tratar de disminuir el tiempo adecuado de la degradación hasta lograr la producción del compost. Dentro de los **resultados** se encuentra que el Biodigestor viene a ser un dispositivo que es sencillo en la parte de su respectiva construcción para la realización de la propagación de los microorganismos benéficos, que su respectivo rendimiento llega a los 200L; cada uno de las unidades experimentales tuvieron residuos orgánicos provenientes de los domicilios según la siguiente clasificación: hojas secas (6 kilogramos), desechos de verduras (5 kilogramos), cáscara de plátano (5 kilogramos), cáscaras de huevo (5 kilogramos), desechos de fruta (5 kilogramos), cáscara de papa (6 kilogramos), arroz

cocido (4 kilogramos) también el tiempo en el que los residuos orgánicos de tipo domiciliario se degradan siendo en promedio de quince hasta veintisiete días, el aumento de la dosis causa la mejoría de los componentes y la disminución del tiempo para la degradación, el tratamiento 04 con ciento cincuenta mililitros de inoculación resultó ser el mejor tratamiento. Como **conclusión** tuvo que la reproducción de los microorganismos eficientes con un biodigestor para ser aplicados en los residuos que son orgánicos viene a ser demasiado beneficioso a la vez se obtiene un compost de una calidad adecuada como también apta para ser utilizada en los suelos destinados para la agricultura.

Castañeda (2019) en su tesis intitulada *Potencial de producción de biogás mediante codigestión anaerobia de lactosuero residual y excretas bovinas en Perú* tuvo como **objetivo** promover la búsqueda de iniciativas que incentiven la producción de energía en el futuro, beneficiando tanto económicamente como ambientalmente a nuestro país. El biogás viene a ser una fuente de energía ambientalmente ventajosa debido a que utiliza residuos orgánicos para su producción y reduce la emisión de gases efecto invernadero. Como **metodologías** para lograr obtener biogás, se muestra a la co - digestión anaerobia como una que cuenta con gran potencial debido a que hace uso de 02 sustratos además la producción de biogás es optimizada por medio de su complementación. Analizó el potencial teórico de la producción de biogás utilizando la co - digestión desde 02 sustratos generadores de un nivel elevado de polución como entre otras desventajas, uno de dichos sustratos viene a ser las excretas provenientes del ganado bovino, que son utilizadas de manera diluida en agua siendo en una proporción de 02 a 01 y el otro viene a ser el suero de leche residual proveniente de la producción de queso en el Perú. Como **resultados**, 187,218 toneladas de lacto suero con 3,314 toneladas (aproximadamente) de sólidos totales a disposición para la co-digestión fueron generados en el año 2018; la cantidad referente a las excretas utilizadas provenientes del ganado vacuno sería 37.444 toneladas, siendo 56,165 toneladas al encontrarse diluidas con 5,617 toneladas de sólidos totales, el potencial

que evaluó mostró de manera teórica la cantidad del biogás que fue producido en el año mencionado siendo 7.48 millones de m³, lo cual equivale a 3,857tep, ello quiere decir que es 15.70 GWh el potencial de la producción de la energía de tipo eléctrica, ello representada el 2.5 por ciento de la energía que la central hidroeléctrica denominada Charcani produjo, teniendo en cuenta que para las zonas que son rurales la tarifa eléctrica según lo señala el Osinergmin viene a ser 0.112 \$/kWh, siendo \$1,758,265.00 la producción en términos monetarios; y como **conclusión** se determinó que 8,881 toneladas de metano (CHA) sería la cantidad del biogás que se produjo que se dejarían de emitir al medioambiente, lo cual a nivel nacional es una reducción del 2.6 por ciento de las emisiones de CH₄.

Arranz et al. (2014), en su tesis intitulada *Evaluación de la producción de biogás a partir de suero lácteo a escala de laboratorio* tuvo por **objetivo** determinar la producción de biogás con suero lácteo. En la **metodología**, al comenzar, las materias primas (suero y estiércol) fueron caracterizadas en base a determinar sobre qué tipo de suero vendría ser el mejor para la producción de metano, así pues, en el transcurso de dicha investigación, identificó que los tipos de suero (ácido como también dulce) cumplen con las necesarias condiciones, debido a el pH es regulado mediante la operación de neutralización. Luego de la caracterización de las materias primas, realizó 06 tratamientos, con 03 formulaciones en distintas concentraciones de sólidos totales (20%, 15%, 10%) a base de suero, el testigo contó también con dichas formulaciones, con la diferencia que el suero fue cambiado por el agua, sin embargo en todos los tratamientos utilizó las excretas provenientes del ganado bovino, procedió a medir el nivel de la producción de gas, por medio de la observación como también por la colecta de los datos por el tiempo de veinte días. Para los **resultados**, la formulación que tuvo resultados óptimos fueron el suero y las excretas al veinte por ciento de sólidos totales, para llegar a ello, analizó los datos realizando pruebas tipo estadísticas que respaldaron a dicha formulación. Dicha formulación legó a ser usada al cargar el biodigestor productor de gas siendo el

volumen 31.1 litros en el curso de su funcionamiento que fue 31 días. Con dicho gas hizo una prueba respecto al tiempo de la transferencia del calor que existe entre el biogás y gas butano, de la cual obtuvo que el gas butano (comercial) tuvo un menor tiempo de transferencia de calor respecto al biogás, alcanzando 100°C en respectivamente 5:13 minutos y 3:22 minutos. Realizó un presupuesto de manera parcial obteniendo que los costos respecto a la producción por cada litro de la mezcla resultó ser \$ 0.29 para el agua y \$ 0.48 referente al suero, empero, el rendimiento para el biogás que utilizó suero resultó ser 12797.78 Litros mensualmente y con el uso del agua 2466.67 Litros mensualmente, todo ello realizó para determinar cuál de las tecnologías que fueron generadas viene a ser el mejor respecto a la que existe (agua más excretas), se **concluye** que es más económico el uso de suero, por lo antes expuesto concluimos que si es posible generar biogás utilizando suero lácteo obteniendo así mejores rendimientos que utilizando agua.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Elguera (2019) en su tesis intitulada *“Efecto de la aplicación de bioles (cuy, cerdo y vacuno) en el cultivo de papaya (Carica papaya) en la localidad de Santa Rosa de Pata, distrito y provincia de Puerto Inca”*. Presenta el **objetivo** de Evaluar el efecto de la aplicación de los bioles (vacuno, cerdo y cuy) elaborados en el crecimiento y rendimiento del cultivo de papaya. Los bioles que se emplearon fueron elaborados en 03 biodigestores de sistema batch a lo que se le agregó el estiércol proveniente del vacuno, cerdo y cuy como también diversos insumos (agua, EM, melaza, kudzu, levadura, ceniza y leche), la mochila de fumigar lo utilizó para aplicar los bioles. Tuvo como **resultados**: hubo una diferencia de manera significativa para lo que son los valores físicos que intervienen en el proceso; hizo una interpretación directamente de los resultados sin utilizar la estadística ello respecto a los valores nutricionales; referente al rendimiento del cultivo de la papaya, con el efecto de los bioles se da una diferencia que es significativo y en el crecimiento del cultivo de papaya respecto al efecto de los bioles elaborados también existe una diferencia que fue significativo entre los

tratamientos. Como **conclusión**, en los 03 bioles: la C.E estuvo entre 1113.71x10^{us/cm} (B1), 1235.43x10^{us/cm} (B2) y 1046.00x10^{us/cm} (B3), la temperatura en el rango mesófilo y respecto al pH se encontró entre 5.33 (B1), 6.25(B2) y 6.95(B3); los valores nutricionales presentaron semejantes concentraciones respecto al cobre y zinc por otro lado presentaron distintas concentraciones el Mn, Ca, Na, Mg, Fe, K y P₂O₅. El Biol 2 fue el que tuvo un %N más elevado; referente a la variable de crecimiento, en la altura de la inserción de la 1^{era} flor y fruto se presencié una diferencia de manera significativa, donde los tratamientos con los bioles estimularon el crecimiento de la planta, además no se dio una significativa diferencia en lo que es el diámetro inferior del tallo como también en la cantidad de las hojas, sin embargo, para el desarrollo adecuado de la planta está dentro del rango normal. En la variable rendimiento no existió diferencia significativa en el N° de frutos /planta y peso de frutos/planta. pero, existe diferencia en los resultados para el T0: 9.58 unidad/planta seguido de T2:8.75 unidad/planta y T1:12.14 kg/planta seguido de T0:11.97 kg/planta. Con respecto al peso individual del fruto, eje mayor del fruto y eje menor del fruto presento diferencia significativa y en las tres variables predomina el T1.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. RESIDUOS ORGÁNICOS

Definición

Dichos residuos vienen a ser como también y provienen del origen orgánico, debido a ello son considerados de esta manera, la descomposición de una gran parte de estos productos se da de manera natural (biodegradables). Mayormente estos son convertidos o desintegrados orgánicamente. Se considera como ejemplos a: las verduras, comida, frutas, entre otros; o incluso al igual que el papel podrían descomponerse en un mayor tiempo. De este tipo de residuos es posible que el plástico sea exceptuado, ello a causa de que contando con orígenes que son orgánicos no es posible considerarlo ya que su

estructura molecular es complicada. (Flores, Guia Práctica para el aprovechamiento de los residuos solidos organicos, 2003).

Clasificación

Respecto a la clasificación de los residuos que son orgánicos podrían darse de maneras diferentes, empero, serán clasificados de acuerdo a la fuente de su generación como también con naturaleza y/o características de tipo físico (Flores, 2011).

De acuerdo a la fuente de su generación: según (Flores, 2003) se clasifican en los siguientes:

- **De mercados:** Los residuos de esta clasificación son provenientes de los mercados de abastos localizados en toda la ciudad como también de centro que venden los productos alimenticios. Esta fuente viene a ser considerada importante para lo que es el aprovechamiento de los orgánicos y posteriormente en específico para la elaboración del fertilizante como también compost orgánico.
- **Domiciliarios:** Son los provenientes de las viviendas, son variantes debido a que no todos llegan a generar residuos de tipo orgánico o la misma cantidad, de manera general contienen restos de alimentos, frutas, verduras, papel y podas de jardín. Para la realización del aprovechamiento en las regiones del Perú viene a ser considerado como un gran potencial.
- **De institucionales:** Proviene de las instituciones, estos podrían ser privadas o públicas. Dichos residuos contienen cartones, papeles incluso también desperdicios de los alimentos provenientes de sus comedores a causa de ello son diferenciados.
- **Provenientes de la limpieza de las calles:** Los almacenados en las papeleras públicas son considerados dentro de esta clasificación; respecto al contenido que se presenta varía demasiado comenzando desde los papeles y plásticos hasta los restos de las frutas. Debido a esto en este caso las posibilidades para realizar el

aprovechamiento son limitadas por el hecho que vienen a ser limitadas, debido a la dificultad de separar estos residuos de los otros de manera física y con propiedades diferentes.

- **De origen comercial:** Provenientes solo de los establecimientos que son comerciales ello incluye a los restaurantes como también a tiendas posibles de hallar. La mayor fuente con ingresos de residuos que sean orgánicos viene a ser los restaurantes debido a que estos ofrecen comidas. Deben de ser tratados de una óptima manera porque este será el alimento destinado a los cerdos que se le hará un tratamiento de manera necesaria.

De acuerdo a su naturaleza y/o característica física: Según (Flores, 2011), son clasificados en los siguientes:

- **Plásticos:** viene a ser los residuos de origen y los provenientes de los residuos que son orgánicos, por los contenedores de etano, los cuales vienen a ser un compuesto del etano como también los que provienen del petróleo. Empero, no son considerados porque presentan una estructura atómica compleja, respecto al residuo sólido de tipo orgánico.
- **Residuos de alimentos:** Viene a ser los residuos provenientes netamente de los restos de los alimentos de estas fuentes que son: hogares, restaurantes, comedores entre otros alimentos provenientes de los centros proveedores de alimentos.
- **Cartón o papel:** Estos materiales cuenta con gran potencial para el reciclaje, sin embargo, no son aptos para la realización del presente trabajo.
- **Estiércol:** Viene a ser todo residuo que los animales dejan, proveniente de ganados, estos son aprovechados para proveer a las plantas como también tener una producción mejor de alimentos, son productoras del biogás siendo de importancia para las plantas.

- **Restos vegetales:** Proveniente de las podas de los parques, jardines, entre otros. Los restos no utilizados en la cocina podrían ser considerados, como los residuos que no ingresan a la cocción, ejemplo: cáscaras de las frutas, legumbres, entre otros.
- **Cuero:** Provenientes de los objetos o artículos que son tomados de la no utilización del cuero.

2.2.2. HISTORIA DEL BIODIGESTOR

En 1890 el 1^{er} biodigestor fue construido en la India a una escala real, lo cual fomentó la producción del bio abono como también del biogás, estos se alimentaban con los desechos vegetales y estiércol, dicho biodigestor fue impulsado a causa de la necesidad energética que tenían los campesinos, eran usados como calefacción en la época de invierno, siendo apropiados para los hogares de los aldeanos. (COCYTEG, 2006)

En el año 1896 en Exeter, en Inglaterra, el gas que se recolectaba de los digestores fermentadores de los lodos cloacales de la ciudad era utilizados para alimentar a las lámparas de los alumbrados públicos. (Wang, Zhang, Zhang, & Pang, 2016)

En Alemania, Karl Imhoff en el año 1920 puso en marcha el 1^{er} tanque digestor, realizando una difusión por todo el mundo luego de ello. (PROSAP, 2009).

Luego de la 1^{era} como también de la 2^{da} guerra mundial, en Europa se inicia con la difusión de las fábricas generadoras de biogás que eran utilizados en los automóviles como también en tractores de dicha época mencionada. El gas que se produjo fue inyectado en la red de gas comunal como también usado en los vehículos, en unas cuantas ciudades y para el funcionamiento de las plantas (Ávila, 2009).

El gobierno de China, en el año 1930, empieza a incitar que los biodigestores sean construidos para las viviendas más que todo en las

zonas que eran rurales. Con la finalidad de cubrir la necesidad sanitaria y no solo energética (Wang, Zhang, Zhang, & Pang, 2016).

En Asia y específicamente en la India, en el transcurso de la década 1950, sencillos modelos de cámaras de fermentación mejor conocidos como biodigestores fueron desarrollados para producir de bio abono como también biogás. En Sudáfrica China e India, a causa de la escasez de los recursos económicos, esos métodos se difundieron los cuales se desarrollaron tanto que actualmente dichos países tienen en funcionamiento más de treinta millones de biodigestores, también desarrollaron técnicas para la generación gaseosa a una escala pequeña como también grande (Sayas, Fernández, Yampara, Chávez, & Molina, 2012).

2.2.3. TIPOS DE BIODIGESTORES

Según (Bolívar & Ramírez, 2012), los tipos de biodigestores son los siguientes:

Biodigestor tipo chino (domo fijo). Viene a ser un digestor que es semicontinuo, de campana fija, es construida de materiales distintos y la recolección del biogás se da en un recipiente fijado. El gas que la degradación genera llega a ser almacenado en la campana fija, este al encontrarse inmóvil la presión ejercida sobre la carga hacia un tanque que se encuentra próximo compensador de la presión que se ejerce. Dicho digestor trabaja a una variable presión siendo esto su característica.

Lo dicho anteriormente significa que la presión como también el alivio entre el tanque de compensación y el gas sirven como el sistema de seguridad debido a que, el gas al ser consumido la presión que se encuentra dentro de la cámara de fermentación va a disminuir ingresando de nuevo el sustrato.

Biodigestor tipo hindú (domo móvil). Viene a ser un digestor de campana flotante, como la mayoría de los digestores, 01 vez al día es cargado por gravedad, su volumen de carga va a depender del tiempo de retención, haciéndolo un digestor que se carga por parcelas, además como característica principal respecto a la producción del gas viene a ser de manera constante.

Biodigestor horizontal. Es construido bajo tierra, de sección en forma de “v” o cuadrada, su relación largo/ancho viene a ser variante siendo entre 5:1 - 8:1 y cuenta con paredes divisoras, evitando de esta forma la salida del sustrato antes de que el tiempo de retención culmine.

Biodigestor horizontal (Plug Flow). Este tipo de digestor no requiere de ningún tipo de agitación como tampoco de una parte móvil siendo esto su ventaja. Podría ser de concreto en forma de globo la construcción de la cámara de digestión como también del almacenamiento del biogás, considerando que va cerrado de manera hermética donde el gas de igual manera que los anteriores digestores es ubicado en la parte superior de la materia orgánica que es digerida, esa parte superior viene representa el veinticinco al treinta por ciento del volumen con la que cuenta el digestor. Referente a la localización bajo tierra, viene a ser indiferente a su funcionamiento, este tipo de digestor cuenta con el ingreso de la carga de la materia de tipo orgánico donde también se elabora la mezcla, también tiene 02 salidas: uno para el biogás producido y el otro para la mezcla digerida.

Biodigestor plástico de flujo continuo tipo CIPAV. Vienen a ser los digestores de plásticos que tienen un flujo que es continuo. Su construcción como también su mantenimiento es fácil además su costo es bajo. De acuerdo a la estructura de los digestores anteriores, este cuenta con una caja de entrada como también otra de salida, además una

bolsa de polietileno tubular calibre ocho es lo que constituye el digestor, su tamaño podría llegar a los cien metros, dando una suficiente capacidad para la alimentación de carga de tipo orgánico.

2.2.4. BIODIGESTOR DE MODELO CASERO

Debe de ser detallado el procedimiento de la elaboración del biodigestor, a continuación, se presenta una idea precisa de la elaboración (Javr, 2016).

Materiales

1 recipiente de plástico con cerradura a presión

1 tubo de cuatro pulgadas con tapón de 1.50 cm largo

1 tubo de tres pulgadas que va desde el tapón del tubo de entrada hasta cinco centímetros antes del fondo del recipiente (ello funciona como un agitador)

1 manguera destinado para gas de 1.5 metros

1 adaptador de una pulgada para que el afluente salga

1 conector de material de acero para la tubería del biogás

1 válvula de una pulgada para el control de la salida del afluente

1 adaptador para la manguera en forma de "T"

1 llave de paso de PVC de ½ pulgada

1 válvula de espera que cuente con rosca

Abrazaderas para la manguera

Silicona que sea transparente y que resista a los hongos

Materia orgánica

Cinta aislante

Agua

Recipiente para la homogenización

Pegamento para PVC (Tavizon, 2010).

2.2.5. DIGESTIÓN AERÓBICA

Consiste en los procesos realizados por los distintos grupos de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos que, en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica disuelta, transformándola en productos finales inocuos y materia celular. Al comienzo, el proceso de digestión aeróbica tuvo escasa aceptación, debido a que se desconocían sus principios fundamentales, además de que encarecían los costos del tratamiento por la cantidad adicional de energía necesaria para el suministro de aire al proceso. En contraste, los procesos de digestión anaeróbica permiten utilizar el metano generado como fuente de energía. La principal ventaja del proceso aeróbico es la simplificación en las operaciones de disposición de los lodos comparada con la relativa complejidad operativa del proceso de digestión anaeróbica (MINENERGIA , 2011).

2.2.6. DIGESTIÓN ANAERÓBICA

Viene a ser un proceso de tipo biológico de fermentación compleja, que es caracterizado por la transformación de los residuos de tipo orgánico por medio de la degradación realizada por las bacterias las cuales no necesitan del oxígeno y que con su reacción estas generan gases, de los que el metano es el predominante (Osorio, Jairo, Velásquez, & González, 2007).

El presente proceso viene a ser clasificado como una respiración o fermentación anaerobia, ello depende del tipo que son los aceptores de los electrones. Se debe recalcar que no solo existe la digestión de manera anaerobia que hay otro proceso de tipo biológico como los que necesitan de la presencia del oxígeno para que los microorganismos realicen la degradación de la materia orgánica (digestión aerobia), el encarecimiento de los precios del tratamiento por la cantidad de energía adicional para el suministro de aire viene a ser su problema principal.

Más del noventa por ciento de la energía que se encuentra a disposición por la oxidación directa se convierte en metano, esto vendría a ser otra de las razones que ocurre en la digestión anaerobia, de dicho porcentaje solo el diez por ciento de la energía se consume en el crecimiento de las bacterias en cambio en el proceso aerobio un cincuenta por ciento viene a ser consumido. Además, en el proceso anaerobio los lodos en exceso son generados escasamente a comparación en el aerobio, esto también ayuda a reducir el costo referente al tratamiento de los lodos (Acosta, Obaya, & Abreu, 2005).

El oxígeno viene a ser el receptor final de los electrones en el transcurso de la respiración esto sucede en los organismos aerobios. Siendo demasiado eficiente ya que el oxígeno cuenta con poco potencial de reducción. Los organismos anaerobios hacen uso de los receptores de los electrones que cuentan con un elevado potencial de reducción a comparación del oxígeno, significando que la respiración poco eficiente lo cual causa que las tasas respecto al crecimiento sean más lentas a comparación de los aerobios. Dependiendo de las condiciones ambientales, bastantes anaerobios facultativos son capaces de hacer uso del oxígeno como receptores finales de los electrones alternativos para la respiración. Vienen a ser heterótrofos una gran parte de los organismos de respiración de tipo anaerobio, empero algunos son autótrofos. Las rutas asimilativas de varias maneras de respiración anaerobia son conocidas. El proceso de fermentación se da en el caso de que exista un aceptor de electrones que sea externo, donde varios organismos oxidan algunos de los compuestos de tipo orgánico con liberación de energía. La oxidación del compuesto de tipo orgánico de manera parcial se produce en dichas condiciones, además es liberada de la energía, solo una parte pequeña, lo cual permite el resto en los productos que vienen a ser resultantes. La oxidación parcial compromete a la misma sustancia como el aceptor como también dador a la vez de los electrones (Blanco, 2016).

2.2.7. ETAPAS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

Se caracteriza por la presencia de varias fases de fermentación siendo estas consecutivas como también diferenciadas en el proceso de la digestión en el sustrato, en la cual intervienen 05 poblaciones enormes de microorganismos. Las 04 fases o etapas en las que se da la digestión de la materia de tipo orgánico son: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis; en esta última, ocurre el rompimiento de los compuestos intermedios que fueron formados en las anteriores fases para la formación de los gases (biogás) este viene a ser almacenado como el producto del proceso más importante (Besel, 2007).

HIDRÓLISIS

También conocida como licuefacción, siendo la primera etapa, en esta fase las enzimas que son excretadas por las bacterias que son hidrolíticas las cuales actúan en el exterior celular (exoenzimas), son las que solubilizan los compuestos de tipo orgánico. Entonces la hidrólisis viene a ser la transformación de los polímeros en monómeros, dicha etapa en la que da sustratos de tipo orgánico para la digestión de tipo anaerobia. Esta fase podría ser el proceso limitador de la velocidad de manera global del proceso, más que todo cuando se traten de residuos que cuyo contenido de sólidos sea elevado; cabe recalcar que la hidrólisis viene a ser dependiente de ciertos factores (González, Duque, & Galeano, 2007).

Cualquier sustrato viene a ser compuesto por 03 tipos de macromoléculas básicos: lípidos, proteínas como también hidratos de carbono (Martí, 2002).

El sustrato denominado proteína viene a ser la fuente de energía como también de carbono, los aminoácidos que son resultantes de su hidrólisis cuentan con el valor nutricional alto, estos vienen a ser hidrolizadas en aminoácidos como también en péptidos a causa de la acción que realizan las enzimas proteolíticas denominadas proteasas. Una parte de dichos aminoácidos vienen a ser usados en la síntesis de un nuevo material celular de manera directa en el caso de lo restante

llegan a ser degradados en las etapas posteriores del proceso a CO₂, ácidos volátiles, sulfuro, hidrógeno y NH₄⁺ (Gropelli & Grampaoli, 2001).

La ruptura de las grasas a causa de la acción realizada por las enzimas que son hidrolíticas (lipasas) generando ácidos que son grasos de cadena larga como también glicerol, da inicio a la degradación de los lípidos en los ambientes que son anaeróbicos. (Besel, 2007).

Respecto a la velocidad en la que los materiales lignocelulósicos compuestos por hemicelulosa, lignina y celulosa son degradados viene a ser muy lenta siendo la etapa que limita el proceso de esta fase; ello se debe a que la lignina resiste mucho la descomposición que los microorganismos tipo anaeróbico realizan, de igual manera afecta a la biodegradabilidad de la hemicelulosa, celulosa como de otros hidratos de carbono. La glucosa como también la celobiosa vienen a ser los productos primordiales de la hidrólisis de la celulosa, por otro lado, las hexosas, ácidos urónicos como también pentosas son producidas por la hemicelulosa. Generalmente la tasa de la hidrólisis es incrementada con la temperatura, la cual es dependiente de la longitud de las partículas; de manera fundamental se debe a que la superficie se encuentre disponible para el proceso de adsorción de las enzimas que son hidrolíticas. Los pre tratamientos físico químicos, de los cuales la disminución del diámetro de las partículas viene a ser el efecto primordial, generan que la tasa de hidrólisis se incremente, y en caso de que dicha fase limite el proceso tipo anaeróbico, ello supone para el proceso de manera general un beneficio, generando tiempos menores respecto a la retención como también diámetros de reactor. Los responsables de la fase de hidrólisis vienen a ser los microorganismos de varios géneros, dentro de ellos se encuentran: Bifidobacteriu, Lactobacillus, Sphingomonas, Sporobacterium, Propioni - bacterium, Bacteroides Megasphaera (Besel, 2007).

ACIDOGÉNESIS

La fermentación de los compuestos de tipo orgánico que son solubles los cuales comprenden a los productos de la hidrólisis tienen

lugar en esta fase, estos llegan a ser transformados en compuestos que podrían llegar a ser usados por las bacterias metanogénicas (H_2 , fórmico, acético) de manera directa y compuestos de tipo orgánico más reducidos (principalmente etanol, butírico, propiónico, valérico como también láctico) los cuales las bacterias acetogénicas oxidan en la etapa siguiente del proceso (Moreno, 2010).

La presencia de dicho grupo de bacterias no solo es primordial porque producen alimento para los grupos de bacterias que luego actúan, también son los que eliminan del sistema toda traza del oxígeno que se encuentre disuelto. Las bacterias facultativas como también las anaeróbicas obligadas, llamadas de manera colectiva bacterias formadoras de ácidos son las que componen el grupo de microorganismos (Gropelli & Grampaoli, 2001).

Una gran parte de los microorganismos acidogénicos vienen a ser participantes de la hidrólisis. El género *Ruminococcus*, *Paenibacillus* como también *Clostridium* se encuentran presentes en cada una de las fases que el proceso de fermentación contempla, en la etapa acidogénica son las que dominan. El 2^{do} grupo más grande de microorganismos viene a ser representado por el grupo *Cytophaga-Flavobacterium* - *Bacteroides*, esto en el transcurso de las 02 primeras etapas de la descomposición. Empero, en la etapa metanogénica del total de microorganismos estos representan menos del cinco por ciento. Lo cual señala que estos grupos vienen a ser los responsables primordiales de la descomposición de los compuestos monoméricos (MINENERGIA, 2011).

ACETOGENESIS

Algunos productos resultantes de la fermentación, no llegan a ser de manera directa metabolizados como algunos compuestos aromáticos, ácidos grasos volátiles, etanol y a causa de ello deberían de ser convertidos en sencillos productos como el H_2 (hidrógeno) y CH_3COO (acetato) mediante las bacterias acetogénicas. *Syntrophomonas wolfei* como también *Syntrophobacter wolini* vienen a

ser los que representan a los microorganismos acetogénicos (Moreno, 2010).

Los homoacetogénicos vienen a ser el tipo especial de microorganismos acetogénicos. Estas bacterias crecen de manera heterotrófica con la presencia de compuestos monocarbonados (como mezcla H_2/CO_2) o azúcares, siendo el acetato el único producto producido. En cambio, las bacterias acetogénicas no producen hidrógeno como un resultado de su respectivo metabolismo, sino que es consumido como un sustrato. De acuerdo a lo que se estudió, lo resultante del metabolismo homoacetogénico hace posible que se mantenga las presiones parciales bajas del hidrógeno, además de permitir la actividad de las bacterias acetogénicas como también acidogénicas. El *Clostridium aceticum* o *Acetobacterium woodii* vienen a ser los microorganismos homoacetogénicos primordiales que fueron aislados.

Una gran parte de las bacterias que son anaeróbicas extrajeron todo el alimento proveniente del sustrato orgánico, ello sucede en esta parte del proceso y eliminan sus propios productos de desecho de sus células siendo el resultado de su respectivo metabolismo. Los productos a ser usados como sustrato por las bacterias metanogénicas en la siguiente fase, vienen a ser los ácidos volátiles sencillos (MINENERGIA, 2011).

METANOGENESIS

Sobre los productos resultantes actúan los microorganismos metanogénicos que podrían considerarse como los más primordiales dentro del grupo de microorganismos que son anaerobios, debido a que son los responsables del descarte del medio de los productos de los anteriores grupos y de la formación de metano, estos son los que le dan el nombre al proceso general de biometanización, además por medio de la formación de metano partiendo de los sustratos monocarbonados o con 02 átomos de carbono que se encuentran unidos por un enlace covalente: formato, acetato, metanol, algunas metilaminas y H_2/CO_2 son

las que completan el proceso de digestión de tipo anaeróbico (Gropelli & Grampaoli, 2001).

Dentro del dominio Archaea son clasificados los organismos metanogénicos los cuales cuentan con similares características estos los diferencian del resto de las procariotas. De acuerdo a la función del principal sustrato que metabolizan es posible determinar 02 grupos de microorganismos grandes: acetoclásticos, consumidores de metanol, acetato también de algunas aminos como también están los hidrogenotróficos, consumidores de fórmico y H_2/CO_2 (Gropelli & Grampaoli, 2001).

Se demostró que del metano que viene a ser generado en los reactores de tipo anaeróbico el setenta por ciento es formado de la descarboxilación del ácido acético, pese a que todos los organismos metanogénicos hacen uso del hidrógeno como un aceptor de los electrones, el acetato sólo puede ser usado por 02 géneros. Los Methanothrix y Methanosarcina vienen a ser los 02 géneros que cuentan con especies acetotróficas. El resto proveniente del metanol, sustratos ácido carbónico y ácido fórmico viene a ser el metano. El carbónico viene a ser el que tiene mayor importancia, llega a ser disminuido por el H_2 , producido también en la anterior fase (Martí, 2002).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

BIODIGESTOR

Viene a ser un tanque cuyo material es el plástico donde la materia fecal podría ser almacenado, con el fin de producir abono orgánico como también gas metano; esto nace debido a la necesidad de disminuir los costos fijos (primordialmente la luz eléctrica como también agua) que tienen los avicultores, porcicultores, ganaderos. Sin embargo, con la utilización de la manguera de indiscriminadamente para limpiar los corrales (cerdos, vacas) el consumo del agua viene a ser demasiado elevado. La digestión anaeróbica viene a ser un proceso de tipo biológico complejo como también degradativo donde de un sustrato una parte de los materiales de tipo orgánico (residuos

vegetales como también animales) llegan a ser transformados en biogás, mezcla de CO₂ y CH₄ con las trazas de otros elementos, por un grupo de bacterias que vienen a ser inhibidas por el oxígeno o sus precursores o incluso sensibles. (Amusquivar, 2015)

METANO

En los años últimos fue aplicado como una fuente de energía alternativa en escala pequeña de la cual se obtuvo resultados óptimos, dicha energía fue generada desde los residuos de tipo orgánico. Empero este gas al encontrarse en estado libre viene a ser el 2^{do} contaminante potente y veintitrés veces capaz de atrapar el calor dentro de la atmosfera con el bióxido de carbono siendo ello lo que preocupa, lo cual ocasionaría el efecto invernadero. Unos cuantos animales provenientes de la granja son los que emiten metano de 02 diferentes maneras, por ejemplo: los rumiantes en el transcurso de su natural proceso de digestión producen metano (fermentación entérica) a causa de las emisiones, por otro lado, el estiércol generado por todos los animales. Con la expansión de la industria agrícola - ganadera, dicho gas generado como también liberado en la descomposición de la biomasa remanente como también en el incremento de las poblaciones de ganado (rumiante). Las industrias que extraen el gas, carbón y petróleo se comportan como las fuentes de liberación de metano dirigido hacia la atmósfera. El gas metano duplicó su concentración en la atmosfera, ello es revelado por las estadísticas mundiales (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005).

LACTOSUERO

Viene a ser la sustancia líquida que se obtiene de la separación del coágulo de la leche en el proceso de elaboración del queso, de la precipitación de caseína o hasta de los similares productos por medio de la separación de la cuajada, posterior a la coagulación de la leche. Esta coagulación es obtenida por medio de la acción de las enzimas del cuajo (Gonzalez, 2011).

La definición del lactosuero viene a ser la sustancia líquida que se obtiene de la separación del coágulo de leche en el proceso de elaboración

de queso, viene a ser un líquido translúcido de color verde que se obtiene de la leche luego de que la caseína se precipite (Jelen, 2003).

El líquido con la apariencia turbia y de color blanco amarillento que se obtiene en las queserías luego del proceso de elaboración de la cuajada viene a ser el suero de leche. Este viene a ser un alimento del futuro debido a 02 razones: el endurecimiento en materia de legislación medio ambiental y el consumo del queso está incrementando mundialmente. (Mehra, Marnila, & Korhonen, 2006).

MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

Rodríguez (2009), señala que en la década de los setenta el profesor llamado Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa en el país de Japón, los EM (microorganismos eficientes) se desarrollaron. De manera teórica 03 tipos distintos de organismos son los que conforman a dicho producto comercial siendo: bacterias fotosintéticas como también ácido lácticas y las levaduras, estas de acuerdo a sus promotores van a desarrollar una sinergia metabólica lo cual permite que sean aplicados en distintos campos de la ingeniería. Según Piedrabuena (2003), los Microorganismos Eficientes vienen a ser la mezcla de microorganismos beneficiosos de 04 principales géneros: hongos de fermentación, Bacterias fototróficas como también productoras de ácido láctico y levaduras. Estos microorganismos efectivos cuando están en contacto con la materia que es de tipo orgánico secretan sustancias que vienen a ser beneficiosas ejemplo: sustancias antioxidantes, vitaminas, minerales quelatados, ácidos orgánicos. Por medio de su acción la macro como también microflora de los suelos cambian a la vez también mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos que causan enfermedades se transformen en suelos supresores de dichas enfermedades, y ésta sea convertido en tierra (suelo) azimogénico. Por medio de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El lactosuero y EM tienen efecto en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.

Ho: El lactosuero y EM no tienen efecto en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Hi1: El lactosuero y EM tienen efecto sobre las propiedades químicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Ho1: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre las propiedades químicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Hi2: El lactosuero y EM tienen efecto sobre las propiedades físicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Ho2: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre las propiedades físicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Hi3: El lactosuero y EM tienen efecto sobre la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Ho3: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Hi4: El lactosuero y EM tienen efecto sobre el tiempo empelado en el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Ho4: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre el tiempo empelado en el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Microorganismo eficientes y Lactosuero

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable independiente	Indicador	Valor Final	Tipo de variable
Microorganismo eficiente y lactosuero.	Asociación	EM y lactosuero	Numérica dicotómica
Variable dependiente	Indicador	Unidad de medida	Tipo de variable
Descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	Duración del proceso de descomposición	Días.	Numérica discreta
	Tiempo.		
	Parámetros Físicos:		
	Densidad	Gramo/litro	Numérica continua
	Masa	Kilogramo	Numérica continua
	Volumen	Litro	Numérica continua
	Temperatura	Grados centígrados	Numérica continua
	Ph	Ph	Numérica continua
	Parámetros Químicos:		
	Nutrientes.	Pocentaje	Numérica continua
	Potencial redox.	mV.	Numérica continua
	Ácidos grasos volátiles.	mg/L	Numérica continua
	Bacterias metanogénicas	Porcentaje	Numérica continua
	Merma:		
	Lixiviado.	Litro	Numérica continua
	Compost.	Kilogramo	Numérica continua

Nota: Manual de Biogás

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Conforme a Supo y Zacarías (2020), existen cuatro criterios para definir la taxonomía de un proyecto de investigación, este proyecto es prospectivo según la planificación de las mediciones, debido a la autonomía de la información recolectada por parte del investigador. Así mismo es de tipo analítico a causa de que se cuentan con dos variables de estudio, una independiente y otra dependiente; por otra parte, es del tipo longitudinal debido a se realizará más de una medición de la variable de estudio y para concluir el proyecto está considerado con intervención, ya que el proyectista intervendrá en la realidad para probar la hipótesis.

3.1.1. ENFOQUE

Para Mata (2019), el enfoque se refiere a la naturaleza del estudio de investigación, que está dividida en cualitativa, cuantitativa y mixta. El enfoque abarca el proceso investigativo, en todas sus etapas, desde la definición del tema y el planteamiento del problema, la estrategia metodológica y la recolección, análisis e interpretación de los datos.

El presente proyecto de investigación tiene como fin, demostrar la hipótesis planteada, para este objetivo se debe demandar el uso de herramientas matemáticas, como la estadística, esto cataloga el proyecto con un enfoque cuantitativo.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Supo y Zacarías (2020) sostienen que los alcances de una investigación científica pueden ser de niveles; descriptivo, relacional, explicativo, predictivo y aplicativo.

De acuerdo con las condiciones del proyecto y los antecedentes con los que se cuenta, el presente trabajo es de nivel explicativo, ya que

se trata de un experimento, gracias al cual, se podrá dar sustentabilidad a la hipótesis planteada.

3.1.3. DISEÑO

(Supo & Zacarías, 2020) sostienen que el diseño de una investigación científica puede ser dividido en tres; Pre experimento, Cuasi experimento y experimento verdadero.

En el pre experimento se puede contar con uno o dos grupos experimentales, en los cuales se interviene directamente y se realizan observaciones post intervención, los de tipo cuasi experimentales, cuentan con un grupo experimental, en el cual se cuenta con dos observaciones, post y pre intervención, y con una intervención.

Los de tipo experimento verdadero, cuentan con dos o más grupos experimentales, en los cuales se realiza una observación pre intervención y post intervención, en ambos grupos se pueden intervenir, o en solo uno, según sea el caso. Este proyecto de investigación tiene un diseño de experimento verdadero.

GE1 → O1 ---- X ---- O2, O3, O4

GE2 → O1 --- X ---- O2, O3, O4

GE1: Grupo control.

O1: Observación de residuos sólidos orgánicos antes de someter al biodigestor.

X: Intervención con biodigestor, sin EM ni lactosuero.

O2: Seguimiento del proceso de descomposición en biodigestor.
(1 semana)

O3: Seguimiento del proceso de descomposición en biodigestor.
(2 semanas)

O4: Seguimiento del proceso de descomposición en biodigestor.
(3 semanas)

GE2: Grupo EM y lactosuero

O1: Observación de residuos sólidos orgánicos antes de someter al biodigestor y tratamiento.

X: Intervención con biodigestor, y tratamiento (EM y lactosuero)

O2: Seguimiento del proceso de descomposición en biodigestor.
(1 semana)

O3: Seguimiento del proceso de descomposición en biodigestor.
(2 semanas)

O4: Seguimiento del proceso de descomposición en biodigestor.
(3 semanas)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de la presente investigación son los residuos sólidos orgánicos municipales generados por los mercados y viviendas en el distrito de Amarilis, departamento Huánuco, Perú. La muestra se encuentra ubicada en las coordenadas UTM (WGS84) Zona: 18-S Este: 9.9010085 Norte: 76.21948

3.2.2. MUESTRA

Para la muestra se demandarán 150 kg de residuos sólidos orgánicos, que serán divididos en dos grupos para el biodigestor con tratamiento y el grupo control.

El proyecto será ejecutado desde el mes de setiembre hasta el mes de marzo del 2022.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica a utilizar en el presente trabajo será la observación en el área de estudio de manera directa.

Los instrumentos de la investigación serán utilizados fichas de recojo de datos, para los desechos orgánicos y para los datos de funcionamiento del biodigestor como también para recopilar información de los valores de la descomposición de los residuos orgánicos

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Ya que se hará la utilización de la estadística, se obtendrán datos de suma relevancia los cuales deben ser dispuestos en tablas de agrupación y en gráficos de análisis. Una vez se cuenten con los resultados de la investigación, estos deben ser interpretados, discutidos tomando en cuenta la narrativa de la redacción científica, de igual manera considerarse en la redacción de las conclusiones.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Respecto al procesamiento como también el análisis de la información para ello, será usado el software estadístico IBM SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales), versión 24, útil para el análisis de los datos, creación de tablas y gráficos por medio de medidas de resumen, como: medidas de dispersión como también de tendencia central. También se emplearán procedimientos estadísticos para la contratación de la hipótesis alterna, como pruebas de normalidad y aplicación del estadístico indicado para el análisis de datos según corresponda.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 2

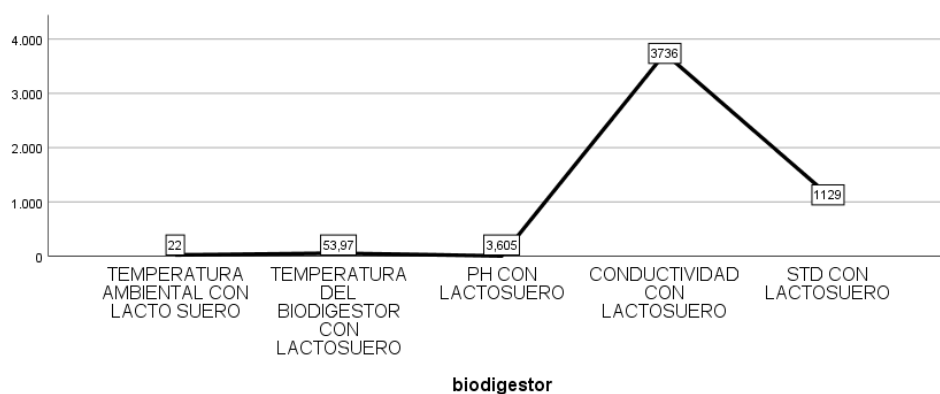
Parámetros fisicoquímicos del proceso de descomposición de residuos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM

	Temperatura ambiental con lacto suero	Temperatura del biodigestor con lactosuero	PH con lactosuero	Conductividad con lactosuero	Std con lactosuero
Media	22 2	22,1 7	3 ,60	3736	1129 ,15
Mediana	22 2	22,4 0	3 ,15	4295	1235
Desv. Desviación	,0 0	77,4 2	, 96	1328 ,71	1038 ,64
Varianza	,0 0	5994 ,85	, 92	1765 480,00	1078 766,10

En la **Tabla 2** se describe los parámetros fisicoquímicos observándose en la Temperatura ambiental con lacto suero una $X = 22$; en cuanto a la Temperatura del biodigestor con lactosuero una $X = 22.17$, pH con una $X = 3.61$, Conductividad con una $X = 3736$, del mismo modo los sólidos totales disueltos con una $X = 1129.15$.

Figura 1

Parámetros fisicoquímicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM



Fuente: ficha recolección de campo

Tabla 3

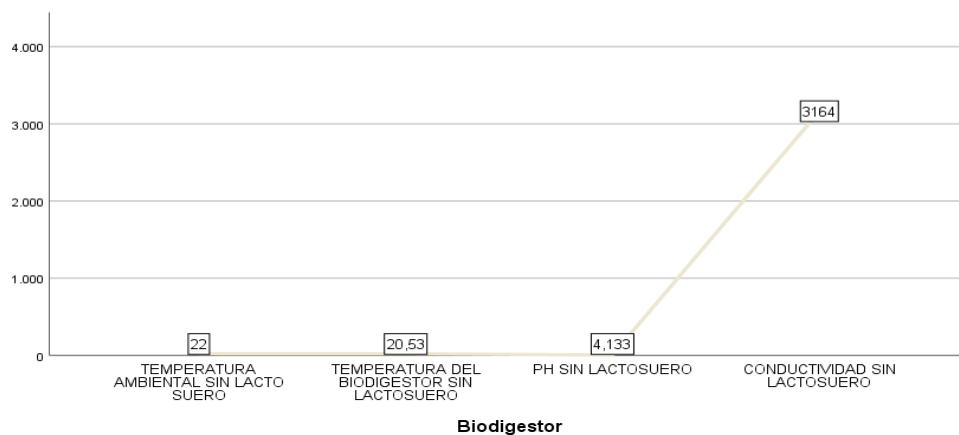
Parametros fisicoquimicos del proceso de descomposicion de residuos solidos organicos en un biodigestor casero sin el efecto del lactosuero y EM

	Temperatura ambiental sin lacto suero	Temperatura del biodigestor sin lactosuero	Ph sin lactosuero	Conductividad sin lactosuero	Std sin lacto suero
Media	22	20, 53	4,1 3	316 3,67	157 1,50
Mediana	22	20, 45	4,0 2	354 5	176 5
Desv. Desviació n	,0 0	,39	,40	129 5,20	635 ,41
Varianza	,0 0	,16	,16	167 7544,67	403 749,5

En la **Tabla 3** se describe los parámetros fisicoquímicos observándose en la Temperatura ambiental con lacto suero una $X = 22$; en cuanto a la Temperatura del biodigestor con lactosuero una $X = 20.53$, pH con una $X = 4.13$, Conductividad con una $X = 3163.67$, del mismo modo los sólidos totales disueltos con una $X = 1571.50$.

Figura 2

Parámetros fisicoquímicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero sin el efecto del lactosuero y EM



Fuente: ficha de recolección de campo

Tabla 4

Resultados del análisis del pH (potencial de hidrogeno) del biol en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de residuos orgánicos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	PH del biol con lactosuero	PH del bio sin lactosuero
valor	5,05	4,75

En la Tabla 4 Se muestra el pH obtenido del BIOL analizado en laboratorio y se muestra el pH de biol con lactosuero es igual 5.05 y el pH del biol sin lactosuero del BIOL es de 4.75. En términos generales se nota una mejora en torno al pH ya que esta se acerca al pH neutro que es lo más recomendable para abonos orgánicos.

Figura 3

Resultados del análisis del pH (potencial de hidrogeno) del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

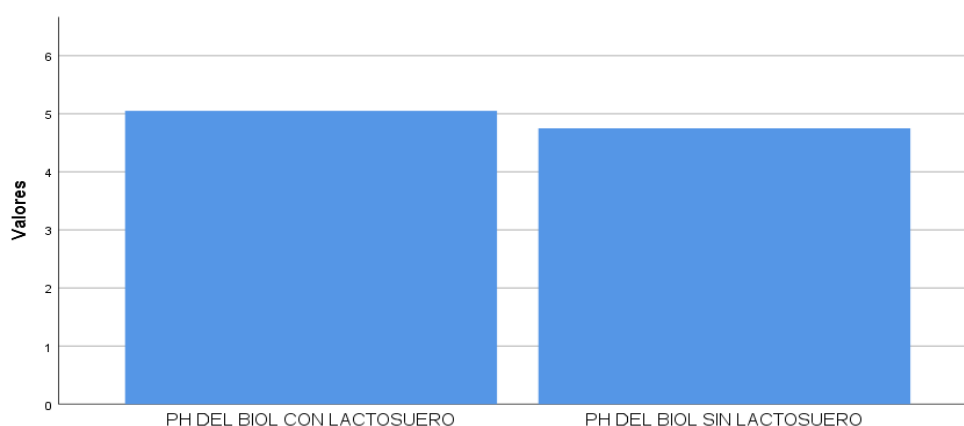


Tabla 5

Resultados del análisis la Conductividad del BIOL en el efeto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Conductividad del biol con lactosuero	Conductividad del biol sin lactosuero
Valor uS/cm	5160,00	4250,00

En la Tabla 5 Se muestra la Conductividad del BIOL analizado en laboratorio y se muestra Conductividad del biol con lactosuero es igual 5160 uS/cm y la Conductividad del biol sin lactosuero es de 4250 uS/cm. En términos generales se nota una mejora en torno a la conductividad ya que se muestra un incremento de la conductividad cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 4

Resultados del análisis de la conductividad del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

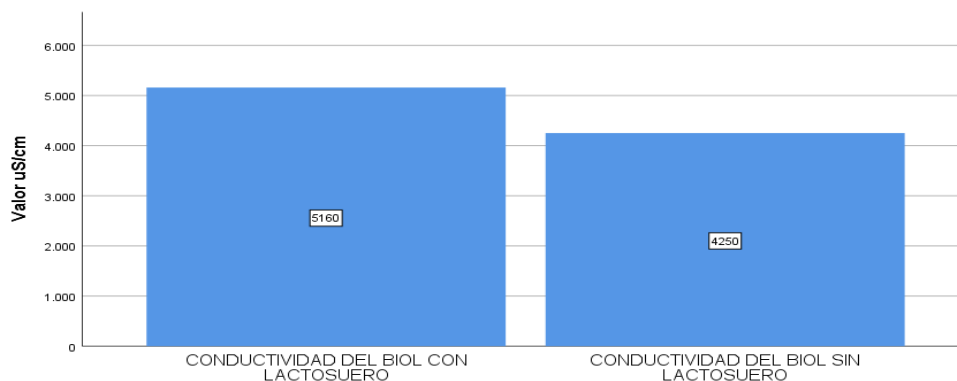


Tabla 6

Resultados del análisis la Humedad del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Humedad del biol con lactosuero	Humedad del biol sin lactosuero
val	98,38	99,7
or %		

En la Tabla 6 Se muestra la Humedad del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra la Humedad del biol con lactosuero es igual a 98.38 % y la Humedad del biol sin lactosuero es de 99.7 %. En términos generales no se evidencia una mejora en torno a la humedad ya que se muestra que hay una baja la humedad inicial cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 5

Resultados del análisis de la Humedad del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

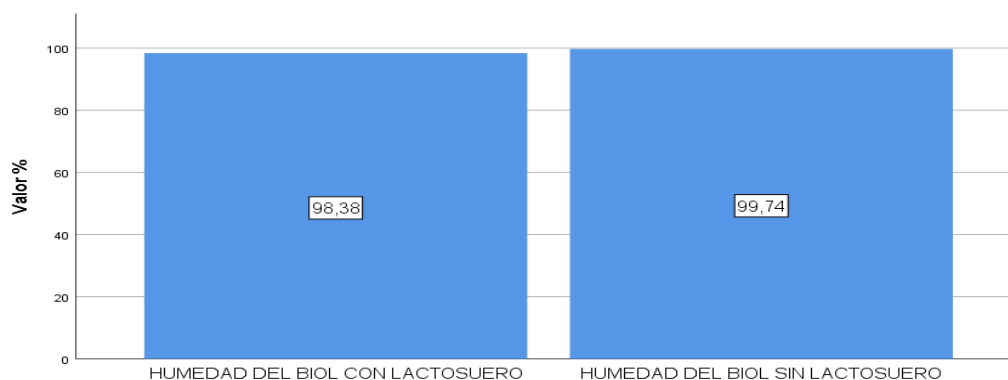


Tabla 7

Resultados del análisis de la materia seca del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Materia seca del biol con lacto	Materia seca del biol sin lacto
valor	1,62	0,26
%		

En la Tabla 7 Se muestra la materia seca del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra la materia seca del biol con lactosuero es igual a 1.62 % y la materia seca del biol sin lactosuero es de 0.26 %. En términos generales se evidencia una mejora en torno a la materia seca ya que se muestra que hay un incremento de la materia seca inicial cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 6

Resultados del análisis de materia seca del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

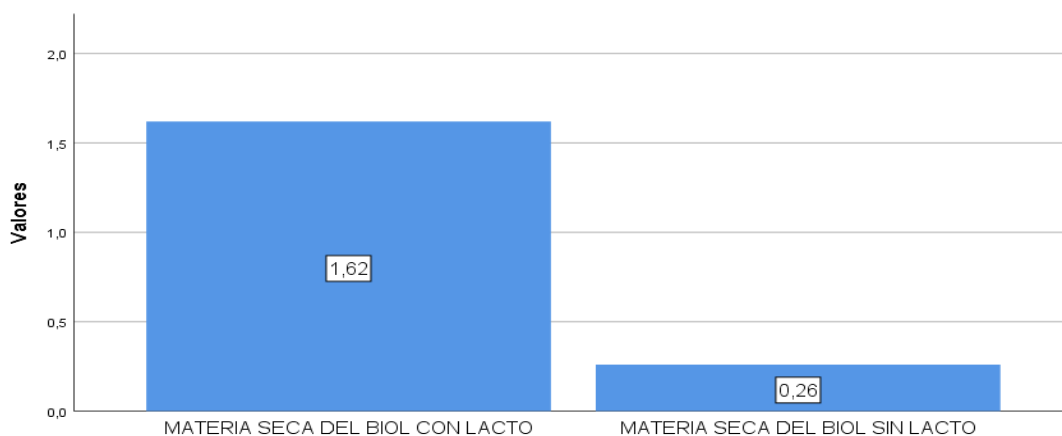


Tabla 8

Resultados del análisis de la materia orgánica, ceniza húmeda y seca respectivamente del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	MO. Húmeda del biol con lactosue ro	MO. Húmeda del biol sin lacto suero	Ceniza húmed a del biol con lacto	Ceniza húmed a del biol sin lacto	MO. Seca del biol con lactosu ero	MO. Seca del biol sin lacto suero	Ceniza seca del biol con lacto	Ceniza seca del biol sin lacto
valor %	72,050	10,117	27,950	89,883	1,165	,026	,452	,230

En la Tabla 8 Se muestra la materia orgánica, ceniza húmeda y seca presente en el BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra la materia orgánica húmeda del biol con lactosuero es igual a 72.050 % y la materia orgánica húmeda del biol sin lactosuero es de 10.117 %. Así mismo la materia orgánica seca del biol con lactosuero es igual a 1.165 % y la materia orgánica seca del biol sin lactosuero es de 0.026 %, del mismo modo la ceniza húmeda del biol con lactosuero es igual a 27.950 % y la ceniza húmeda del biol sin lactosuero es de 89.883 %; la ceniza seca del biol con lactosuero es igual a 0.452 % y la ceniza seca del biol sin lactosuero es de 0.230 %.

Figura 7

Resultados del análisis de la materia orgánica, ceniza húmeda y seca respectivamente del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

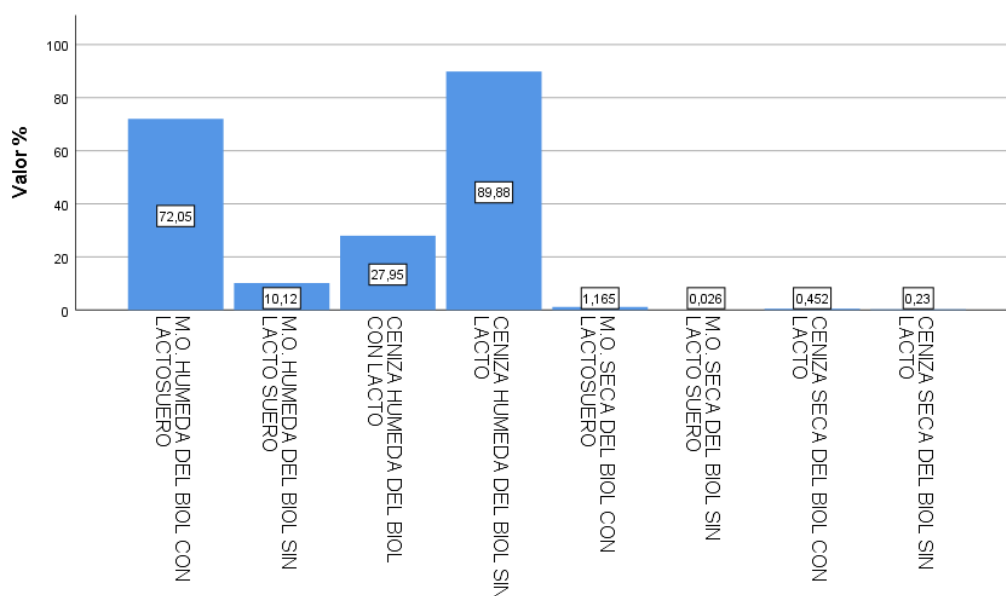


Tabla 9

Resultados del análisis del nitrógeno del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Nitrógeno del biol con lactosuero	Nitrógeno del biol sin lactosuero
Valor gr/L	5,00	3,76

En la Tabla 9 Se muestra el Nitrógeno del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el nitrógeno del biol con lactosuero es igual a 5.00 gr/L y el nitrógeno del biol sin lactosuero es de 3.76 gr/L. En términos generales se evidencia una mejora en torno al nitrógeno ya que se muestra que hay un incremento del nitrógeno inicial cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 8

Resultados del análisis del nitrógeno del BIOL en el efecto de microorganismos eficientes (EM) y lactosuero en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

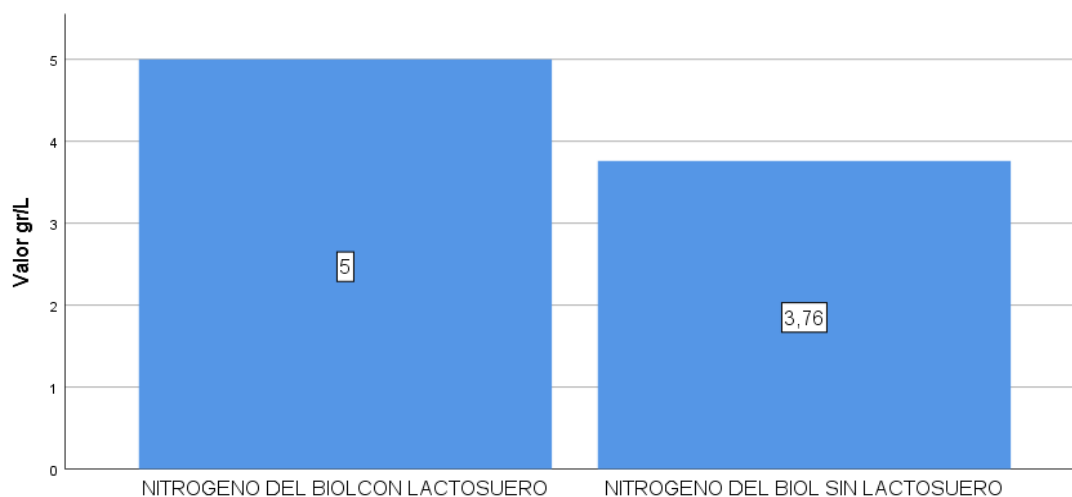


Tabla 10

Resultados del análisis del P2O5 del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos de los sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	P2O5 del biol con lactosuero	P2O5 del biol sin lactosuero
Valor gr/L	1,40	1,51

En la Tabla 10 Se muestra el P2O5 del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el P2O5 del biol con lactosuero es igual a 1.40 gr/L y el P2O5 del biol sin lactosuero es de 1.51 gr/L. En términos generales no se evidencia una mejora en torno al P2O5 ya que se muestra que hay una disminución del P2O5 inicial cuando se adiciona el lactosuero y los EM.

Figura 9

Resultados del análisis del P2O5 del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

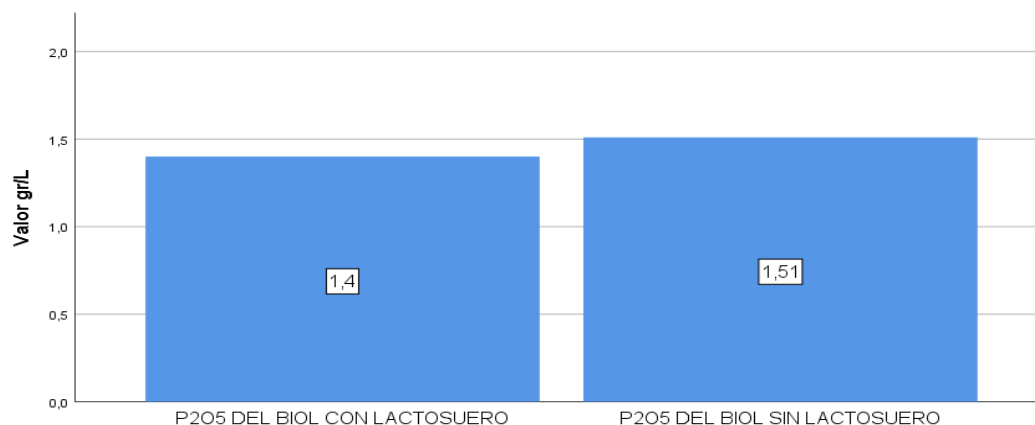


Tabla 11

Resultados del Calcio del BIOL en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Calcio del biol con lactosuero	Calcio del biol sin lactosuero
Valor gr/L	0,35	0,16

En la Tabla 11 Se muestra el Calcio del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el Calcio del biol con lactosuero es igual a 0.35 gr/L y el Calcio del biol sin lactosuero es de 0.16 gr/L. En términos generales se evidencia una mejora en torno al Calcio ya que se muestra que hay un incremento de doble del calcio inicial cuando se adiciona el lactosuero y los EM.

Figura 10

Resultados del análisis del calcio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

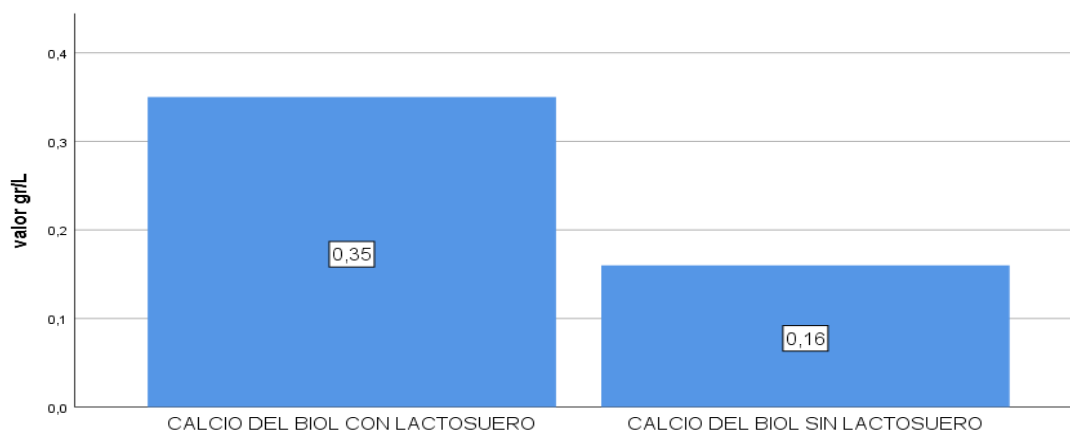


Tabla 12

Resultados del análisis del magnesio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Magnesio del biol con lactosuero	Magnesio del biol sin lactosuero
Valor gr/L	,05	,04

En la Tabla 12 Se muestra el magnesio del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el Magnesio del biol con lactosuero es igual a 0.05 gr/L y el Magnesio del biol sin lactosuero es de 0.04 gr/L. En términos generales no se evidencia una mejora en torno al Magnesio ya que se muestra que no hay un incremento significativo del magnesio inicial antes de adicionarse el lactosuero y los EM.

Figura 11

Resultados del análisis del Magnesio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

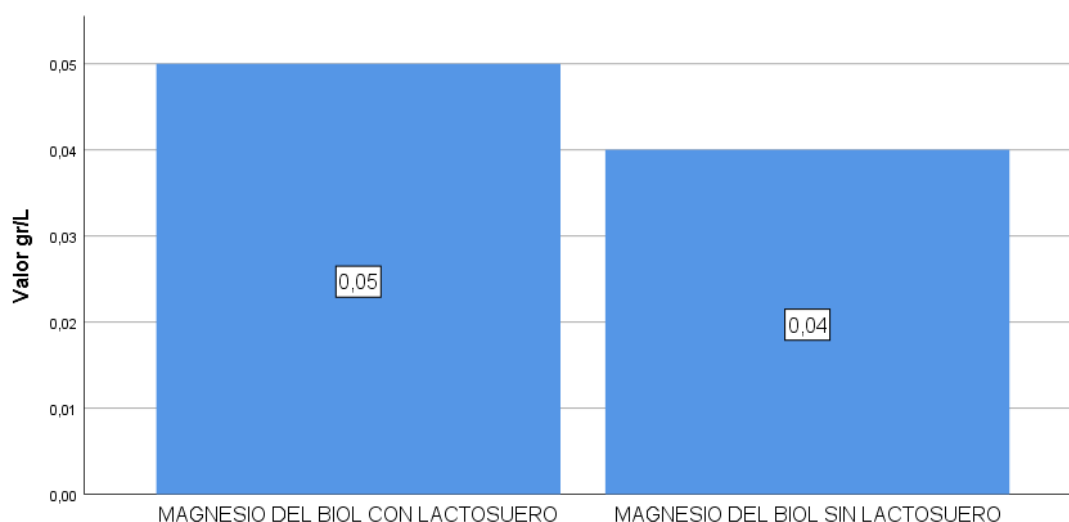


Tabla 13

Resultados del análisis del potasio del BIOL en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Potasio del biol con lactosuero	Potasio del biol sin lactosuero
Valor gr/L	2,40	1,87

En la Tabla 13 Se muestra el potasio del BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el potasio del biol con lactosuero es igual a 2.40 gr/L y el potasio del biol sin lactosuero es de 1.87 gr/L. En términos generales se evidencia una mejora significativa en torno al potasio ya que se muestra que hay un incremento significativo de casi el doble del potasio inicial antes de adicionarse el lactosuero y los EM.

Figura 12

Resultados del análisis del potasio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

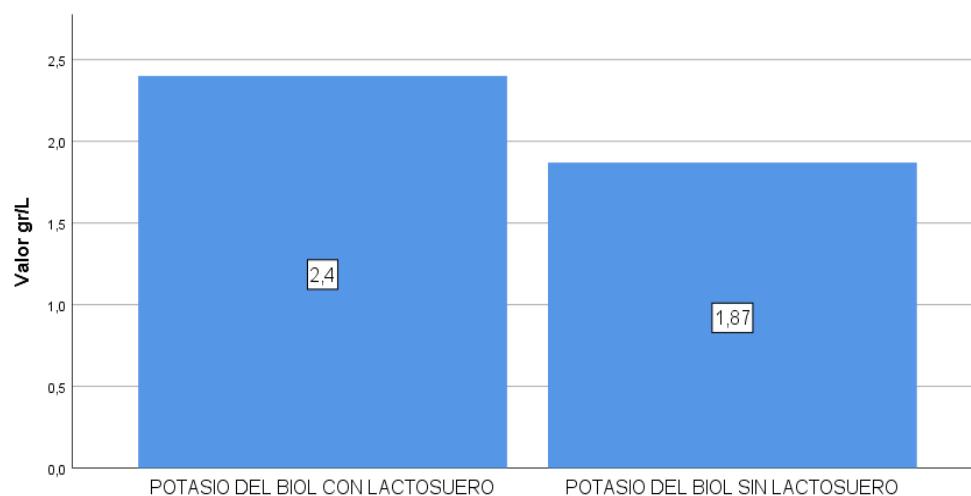


Tabla 14

Resultados del análisis de sodio del BIOL en el efecto de lactosuero y EM (microorganismos eficientes) en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Sodio del biol con lactosuero	Sodio del biol sin lactosuero
Valor gr/L	,45	,29

En la Tabla 14 Se muestra el sodio presente en el BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el sodio del biol con lactosuero es igual a 0.45 gr/L y el sodio del biol sin lactosuero es de 0.29 gr/L. En términos generales se evidencia una mejora significativa en torno al sodio ya que se muestra que hay un incremento significativo de casi el doble del potasio inicial antes de adicionarse el lactosuero y los EM.

Figura 13

Resultados del análisis de sodio del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

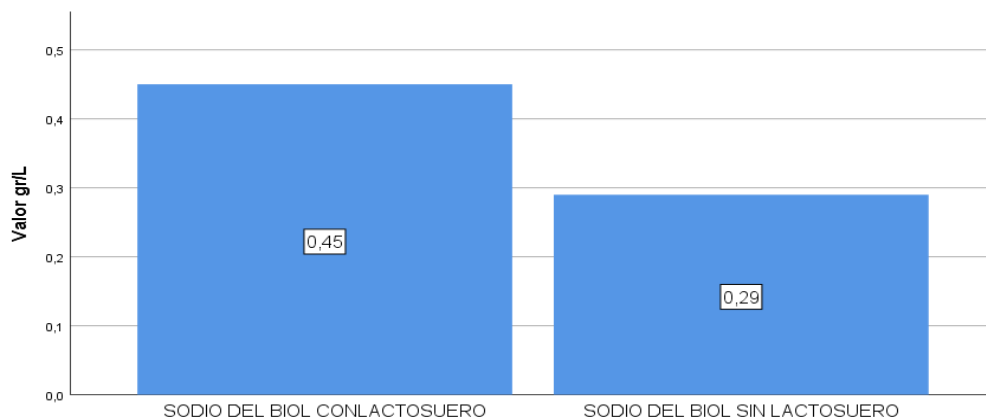


Tabla 15

Resultados del análisis de Cobre del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Cobre del biol sin lactosuero	Cobre del biol sin lactosuero
Valor mg/L	,40	,11

En la Tabla 15 Se muestra el Cobre presente en el BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el Cobre del biol con lactosuero es igual a 0.40 gr/L y el cobre del biol sin lactosuero es de 0.11 gr/L. En términos generales se evidencia una mejora significativa en torno al sodio ya que se muestra que hay un incremento significativo de casi cuatro veces el valor del cobre presente en forma inicial antes de adicionarse el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 14

Resultados del análisis de cobre del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

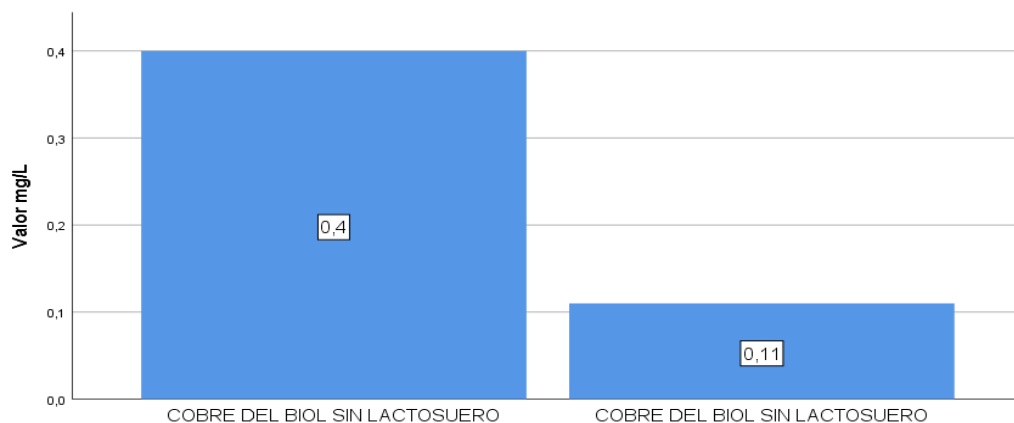


Tabla 16

Resultados del análisis de Hierro del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Hierro del biol con lactosuero	Hierro del biol sin lactosuero
Valor mg/L	2,30	2,50

En la Tabla 16 Se muestra el Hierro presente en el BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el Hierro del biol con lactosuero es igual a 2.30 gr/L y el Hierro del biol sin lactosuero es de 2.50 gr/L. En términos generales no se evidencia una mejora en torno al Hierro ya que se muestra que hay un descenso del Hierro presente en forma inicial antes de adicionarse el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 15

Resultados del análisis de Hierro del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

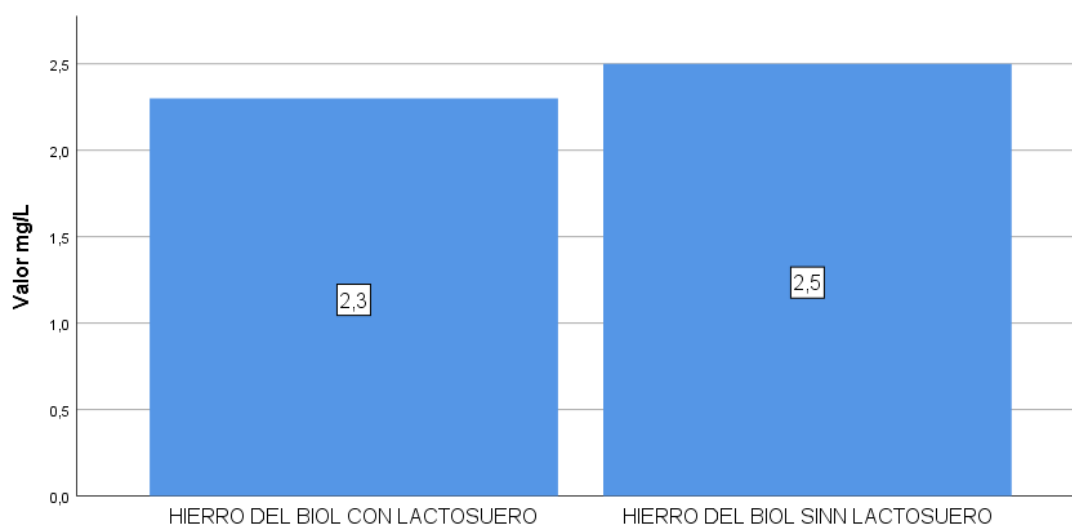


Tabla 17

Resultados del análisis de zinc del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Zinc del biol con lactosuero	Zinc del biol sin lactosuero
Valor mg/L	1,26	1,77

En la Tabla 17 Se muestra el zinc presente en el BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el Zinc del biol con lactosuero es igual a 1.26 mg/L y el Zinc del biol sin lactosuero es de 1.77 mg/L. En términos generales no se evidencia una mejora en torno al Hierro ya que se muestra que hay un descenso del Zinc presente en forma inicial antes de adicionarse el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 16

Resultados del análisis de zinc del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

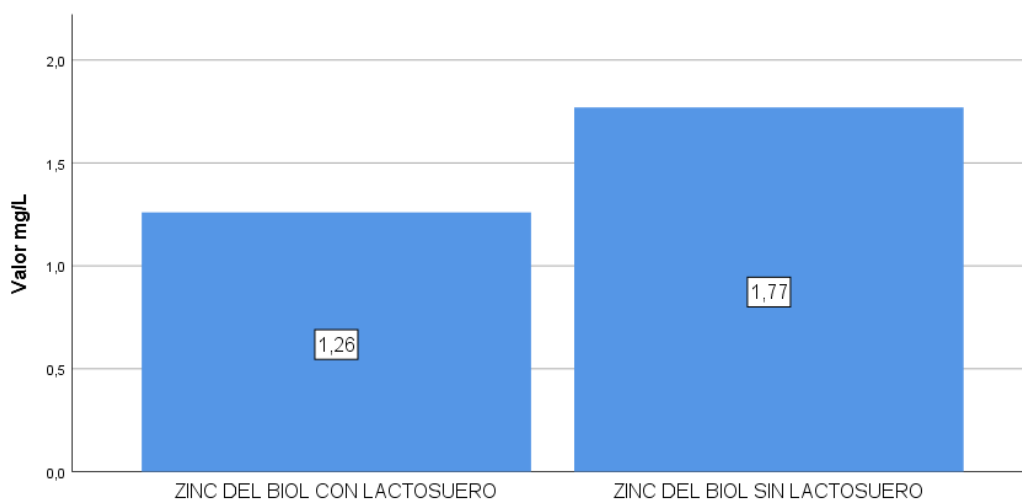


Tabla 18

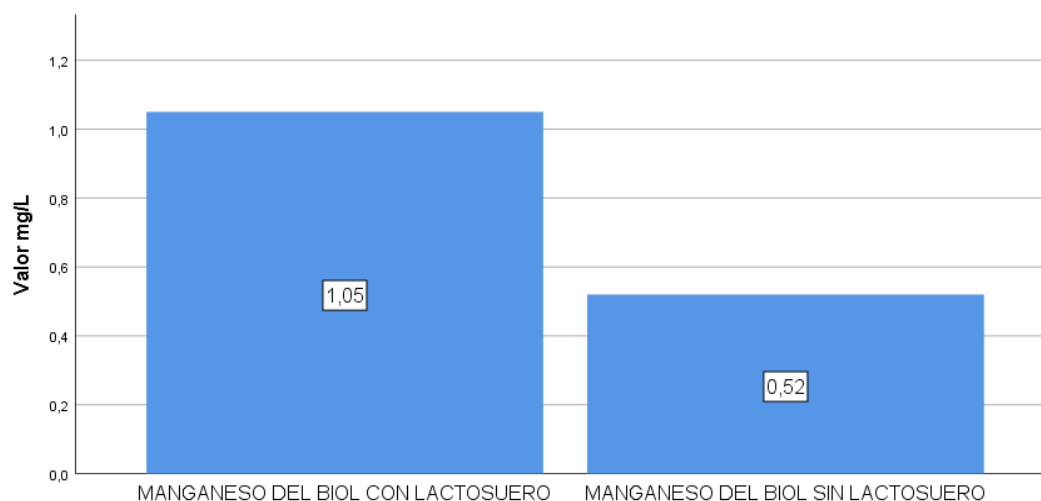
Resultados del análisis de Manganeseo del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

	Manganeseo del biol con lactosuero	Manganeseo del biol sin lactosuero
Valor mg/L	1,05	,52

En la Tabla 18 Se muestra el Manganeseo presente en el BIOL analizado en laboratorio, donde se muestra el Manganeseo del biol con lactosuero es igual a 1.05 mg/L y el Manganeseo del biol sin lactosuero es de 1.52 mg/L. En términos generales no se evidencia una mejora en torno al Hierro ya que se muestra que hay un descenso del manganeseo presente en forma inicial antes de adicionarse el lactosuero y los microorganismos eficientes.

Figura 17

Resultados del análisis de manganeso del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero



4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Tabla 19

Comparación de medias de los Resultados del análisis de los parámetros del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Comparación de medias de los resultados del análisis en
laboratorio de los parámetros del BIOL

	t	l	g	Sig. (bilateral)
BIOL Con Lactosuero-BIOL Sin Lactosuero	-6,208	-	5	,002

En la Tabla 19 al realizar la comparación de medias de los Resultados del análisis de los parámetros del BIOL se obtiene significancia de $p \text{ valor} = 0,002 < 0,05$; Por tal, con estos resultados se rechaza la hipótesis nula siendo que hay un efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero para la obtención del BIOL.

Tabla 20

Comparación de medias de los Resultados de los parámetros fisicoquímicos del BIOL en el efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero

Comparación de medias de los resultados de los parámetros físico químicos del BIOL			
	t	g	Sig (bilateral)
BIOL Con Lactosuero- BIOL Sin Lactosuero	- ,252	5	,81 1

En la Tabla 20 al realizar la comparación de medias de los Resultados de los parámetros fisicoquímicos del BIOL se obtiene significancia de p valor= 0,811 > 0,05; Por tal, con estos resultados se acepta la hipótesis nula siendo que no hay un efecto de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero para la obtención del BIOL.

CAPÍTULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

El presente estudio tiene como objetivo describir el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de los residuos sólidos de tipo orgánico en un biodigestor casero, por medio del análisis de ciertos parámetros como: Tiempo, densidad, masa, volumen, temperatura, pH, nutrientes, potencial redox, ácidos grasos volátiles, bacterias metanogénicas. Merma, lixiviado y compost.

Los resultados obtenidos demuestran que el biol obtenido a partir del uso de microorganismos eficientes y lactosuero durante la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero en lo que concierne al parámetro de pH es de 5.05 lo que discrepa con Hernández (2021), quien en su investigación evaluó la influencia de los EM en la producción de abono orgánico, alcanzando un pH de 4.6, existe una leve diferencia entre ambos valores lo que posiblemente sea por los diferentes escenarios donde se realizó las investigaciones.

Los resultados obtenidos indican que la temperatura promedio en el transcurso del proceso de descomposición de los residuos sólidos de tipo orgánico en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM fue de 22.17 °C y mantuvo un pH de 3,60 datos similares a la que obtuvo Rinland (2019) en la investigación donde evaluó del suero lácteo durante el proceso de producción del biogás, en este caso durante la producción se mantuvo una temperatura de 34 °C, sin embargo respecto al pH si hubo una diferencia notable ya que se mantuvo en un rango medio de 7.3. Cambio que posiblemente sea porque en la última investigación se añadió una proporción de inóculos y en la investigación realizada por mi persona se usó EM.

CONCLUSIONES

En los parámetros químicos se evidencia una mejora luego de añadir el lactosuero y los microorganismos eficientes, en torno al nitrógeno, calcio, potasio, sodio y cobre ya que se muestra que hay un incremento significativo en comparación de los valores iniciales antes de adicionarse el lactosuero y los microorganismos eficientes. Sin embargo, en el hierro, zinc, manganeso, magnesio y P_2O_5 se muestra que hay una disminución de los valores iniciales cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes, por lo cuál no se evidencia mejora.

En los parámetros físicos se nota una mejora en torno al pH ya que esta se acerca al pH neutro que es lo más recomendable para abonos orgánicos. De la misma manera sucede en la conductividad ya que se muestra un incremento cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes. Por el contrario, en la humedad no se evidencia mejora ya que se muestra que hay una baja la humedad inicial cuando se adiciona el lactosuero y los microorganismos eficientes.

La merma del proceso de descomposición bajo el efecto del lactosuero y EM muestra que la materia orgánica húmeda tiene un valor igual a 72.050 %, la materia orgánica seca es igual a 1.165 % , mientras que la ceniza húmeda es 27.950 % y por último, la ceniza seca es igual a 0.452 % .

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar otra investigación exclusiva para los parámetros químicos y así poder encontrar la dosis adecuada de microorganismos eficientes con lactosuero para el correcto control de estos parámetros, dependiendo cuál se quiera reducir. Ya que, en algunos, se evidenció mejora mientras que en otros no.

Se deberá investigar otros métodos o tratamientos para los parámetros químicos, ya que el uso de microorganismos junto con el lactosuero no es eficiente en todos estos parámetros.

Luego de realizada esta investigación se recomienda emplear los microorganismos eficientes junto con el lactosuero para la descomposición de residuos ya que, en la mayoría de los parámetros se pudo evidenciar la mejora, la cual era el resultado que se buscaba conseguir

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Obaya, & Abreu. (2005). *La digestión anaerobia aspectos, sobre los derivados de la caña de azúcar*. ICIDCA.
- Amusquivar. (2015). *Evaluación de la producción de biogás, bioabono y biol en un Biodigestor Chino Mejorado, en zonas andinas*. Tacna.
- Arranz , Zamora, & Zelaya. (2014). *Evaluación de la producción de biogás a partir de suero lácteo a escala de laboratorio*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ávila. (2009). *Biogás. Opción real de seguridad energética para México*. Instituto Politécnico Nacional.
- Ávila, Campos, Brenes, & Jiménez. (2018). Generación de biogás a partir del aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables en el Tecnológico de Costa Rica, sede Cartago. *Tecnología en Marcha*.
- Barradas. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. Minatitlán.
- Besel. (2007). *“Biomasa Digestores Anaerobios”*. IDEA Fondo Editoria.
- Blanco. (12 de Mayo de 2016). *Curso Bioquímica de los seres vivos*. Obtenido de ip.org/recursos.aula/B102.Nbat/Metabolisme/Fermentacio.pdf.
- Bolívar & Ramírez. (2012). *Propuesta para el diseño de un biodigestor para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá*. Bogotá.
- Bragoni, D., & Indiver, E. (2018). Manual para la construcción. *Instituto Multidisciplinario de Energía*. Obtenido de <http://imd.uncuyo.edu.ar/upload/biodigestor-manual-para-la-construccion.pdf>
- Carmona, Bolívar, & Giraldo. (2005). *El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo*. Cience Pec.

- Castañeda. (2019). *Potencial de producción de biogás mediante co-digestión anaerobia de lactosuero residual y excretas bovinas en Perú*. Universidad Nacional de Trujillo.
- COCYTEG. (12 de Junio de 2006). *“Biogás y Biometanación”*. Obtenido de <http://cocyteg.gob.mx/ideas%20Cocyteg>
- Flores. (2003). *Guía Práctica para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos*. Bogotá.
- Flores. (2011). *Guía N° 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos*. Quito, Ecuador.
- Gonzalez. (2011). *Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica a base de lactosuero y chocho (lupinus mutabilis) como suplemento alimenticio*. Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- González, Duque, & Galeano. (2007). *Diseño y estudio económico preliminar de una planta productora de biogás utilizando residuos orgánicos de ganado vacuno*. Ingeniería e investigación.
- Gropelli, & Grampaoli. (2001). *“El camino de la biodigestión. Ambiente y tecnología socialmente apropiada”*. Ediciones Universidad Nacional del Litoral.
- Hernández. (2021). *Biodigestor en la propagación de microorganismos eficientes para la degradación de residuos orgánicos domiciliarios en la obtención de abono orgánico Ocucaje-Ica 2020*. Universidad Cesar Vallejo.
- Javr. (2016). *“Energía casera”*. Wordpress.
- Jelen. (2003). Procesamiento de suero: Utilización y productos. *Londres*, 105-126.
- Martí. (2002). *Phosphorus precipitation in anaerobic. Digestion Process*. Dessertation.
- Mehra, Marnila, & Korhonen. (2006). Inmunoglobulina de leche para la promoción de la salud. *Revista Dairy International*, 1262-1271.

- MINENERGIA . (2011). *Manual de Biogás*. Proyecto CHI/00/G32.
- Moreno. (2010). *Digestión Anaerobia, de los lodos residuales, secundarios en reactores en lote y continuó*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Osorio, Jairo, Velásquez, & González. (2007). Evaluación de un Sistema de Biodigestor en Serie para Clima Frio. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 2-60.
- PROSAP. (2009). *"Biodigestores y Biogás en la actividad rural"*. Programa de Servicios Agrícolas Provinciales.
- Rinland. (2019). *Evaluación de la capacidad del suero lácteo para la producción de biogás*. Universidad Nacional del Sur.
- Sayas, Fernández, Yampara, Chávez, & Molina. (2012). *Biodigestores una Alternativa tecnológica para el futuro*. Universidad Agraria La Molina.
- Supo, & Zacarías. (2020). *Metodología de la Investigación Científica, Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales*. Independently Published.
- Tavizon. (2010). *Diseño de un biodigestor para desechos orgánicos de origen vegetal*. Centro de Investigación de Tecnología Avanzada.
- Wang, Zhang, Zhang, L., & Pang. (2016). Alternativa policies to subsidize rural house hold biogas digesters. *Energy Policy*, 187-195.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Vega Torres, L. (2022). Análisis comparativo de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

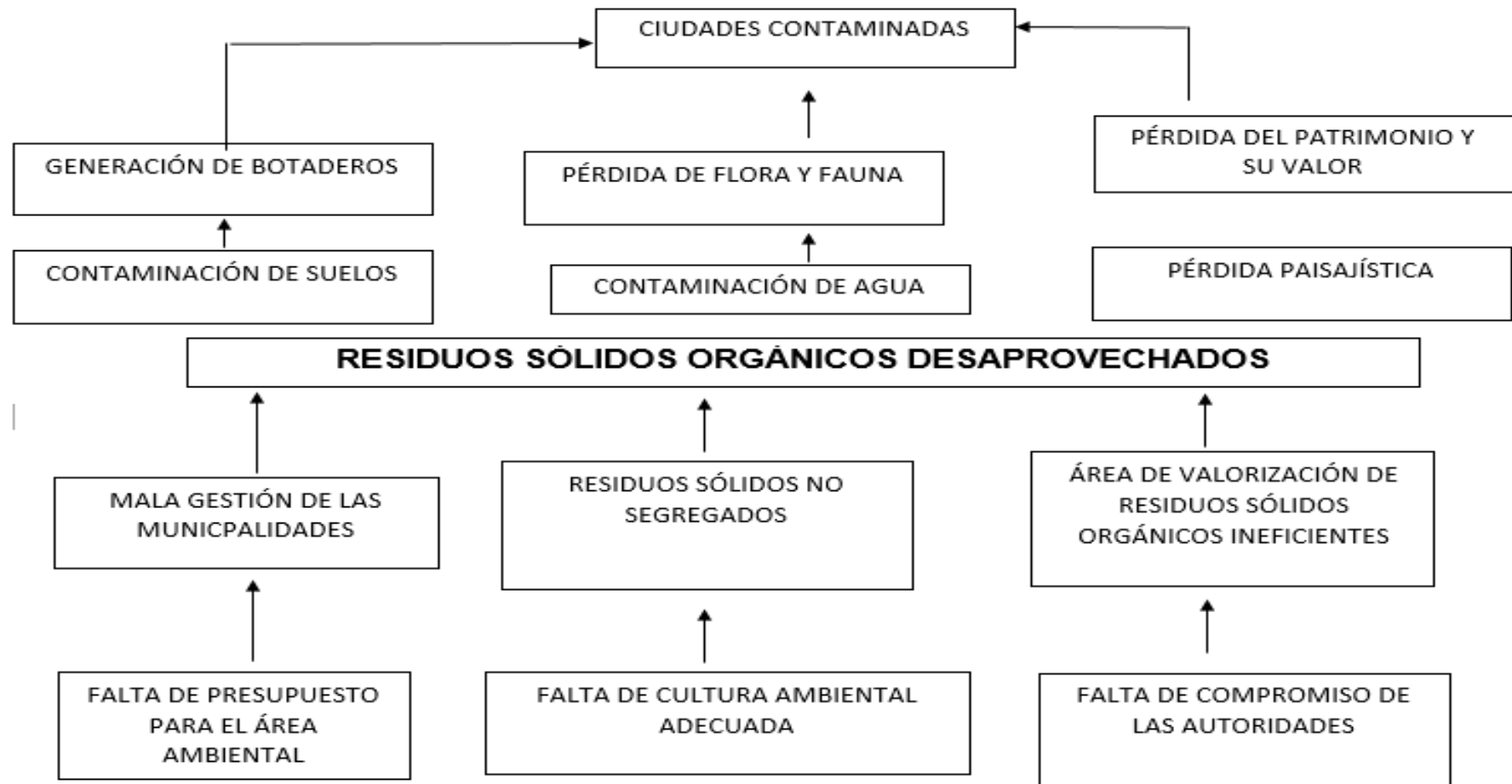
TÍTULO: “Análisis comparativo de lactosuero y microorganismos eficientes (EM) en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero”

TESISTA: BACHILLER VEGA TORRES, Lloyn Josmari

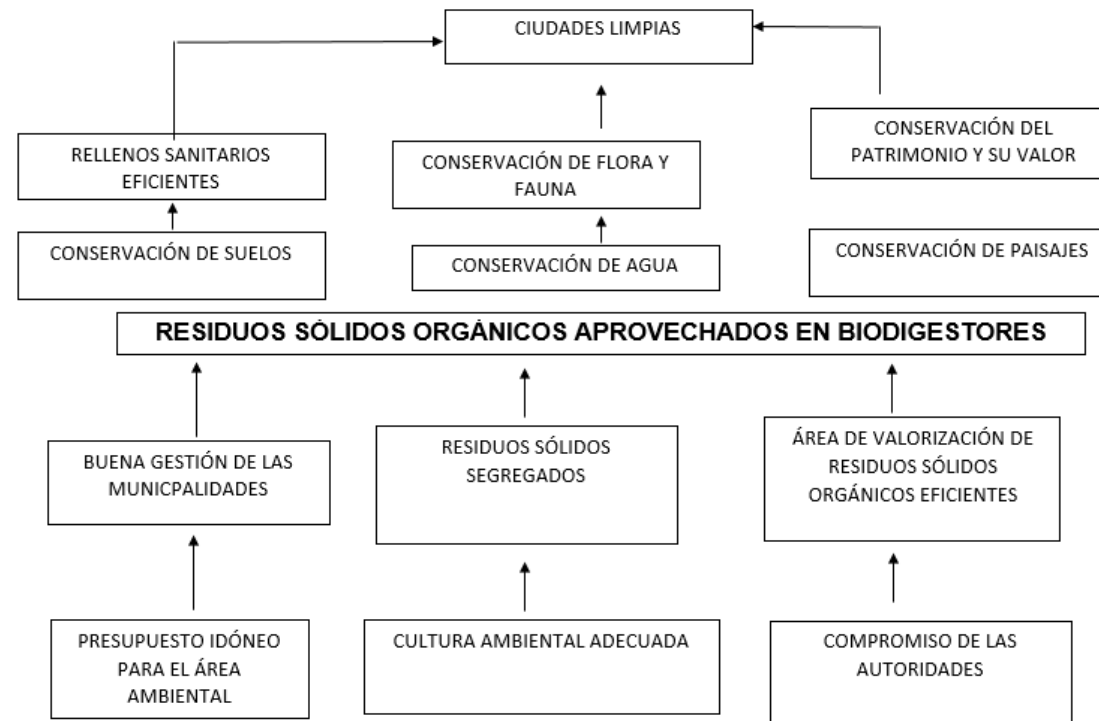
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables/ Indicadores	Metodología
¿Cuál es el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero?	Describir el efecto del lactosuero y EM en la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero.	-Hi: Se logrará describir la duración del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM. -Ho: No se logrará describir la duración del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM. Hi1: El lactosuero y EM tienen efecto sobre las propiedades químicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Ho1: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre las propiedades químicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Hi2: El lactosuero y EM tienen efecto sobre las propiedades físicas del proceso de descomposición	Variable independiente: Microorganismo eficiente con fuente energética -Asociación Variable dependiente: Descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero. Duración del proceso de descomposición - Tiempo. Parámetros Físicos: - Densidad - Masa - Volumen - Temperatura - Ph	Tipo: Según la planificación de las mediciones. Prospectivo Según el número de variables analíticas. Analítico Según el número de mediciones de la variable de estudio. Longitudinal Según la intervención del investigador. Con intervención Enfoque: Cuantitativo Nivel Explicativo Diseño GE1→ O1----X---O2, O3, O4 GE2→ O1---X----O2, O3, O4 POBLACIÓN:
Problemas específicos	Objetivos específicos			

¿Cuáles son los parámetros químicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM? ¿Cuáles son los parámetros físicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM? ¿Cuál es la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM? biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM? ¿Cuál es el tiempo empleado para el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM?	Describir los parámetros químicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM Describir los parámetros físicos del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM. Describir la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM. Determinar el tiempo empleado para el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero bajo el efecto del lactosuero y EM.	de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Ho2: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre las propiedades físicas del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Hi3: El lactosuero y EM tienen efecto sobre la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Ho3: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre la merma obtenida del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Hi4: El lactosuero y EM tienen efecto sobre el tiempo empleado en el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero Ho4: El lactosuero y EM no tienen efecto sobre el tiempo empleado en el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos en un biodigestor casero	Parámetros Químicos: - Nutrientes. - Potencial redox. - Ácidos grasos volátiles. - Bacterias metanogénicas Merma: - Biosol. - Compost.	La población del presente estudio son los residuos sólidos orgánicos generados en el Departamento de Huánuco, Provincia de Huánuco, distrito de Amarilis. No se conoce la cantidad de estos residuos con exactitud. MUESTRA: Para la muestra se demandarán 200 kg de residuos sólidos orgánicos
--	---	--	--	--

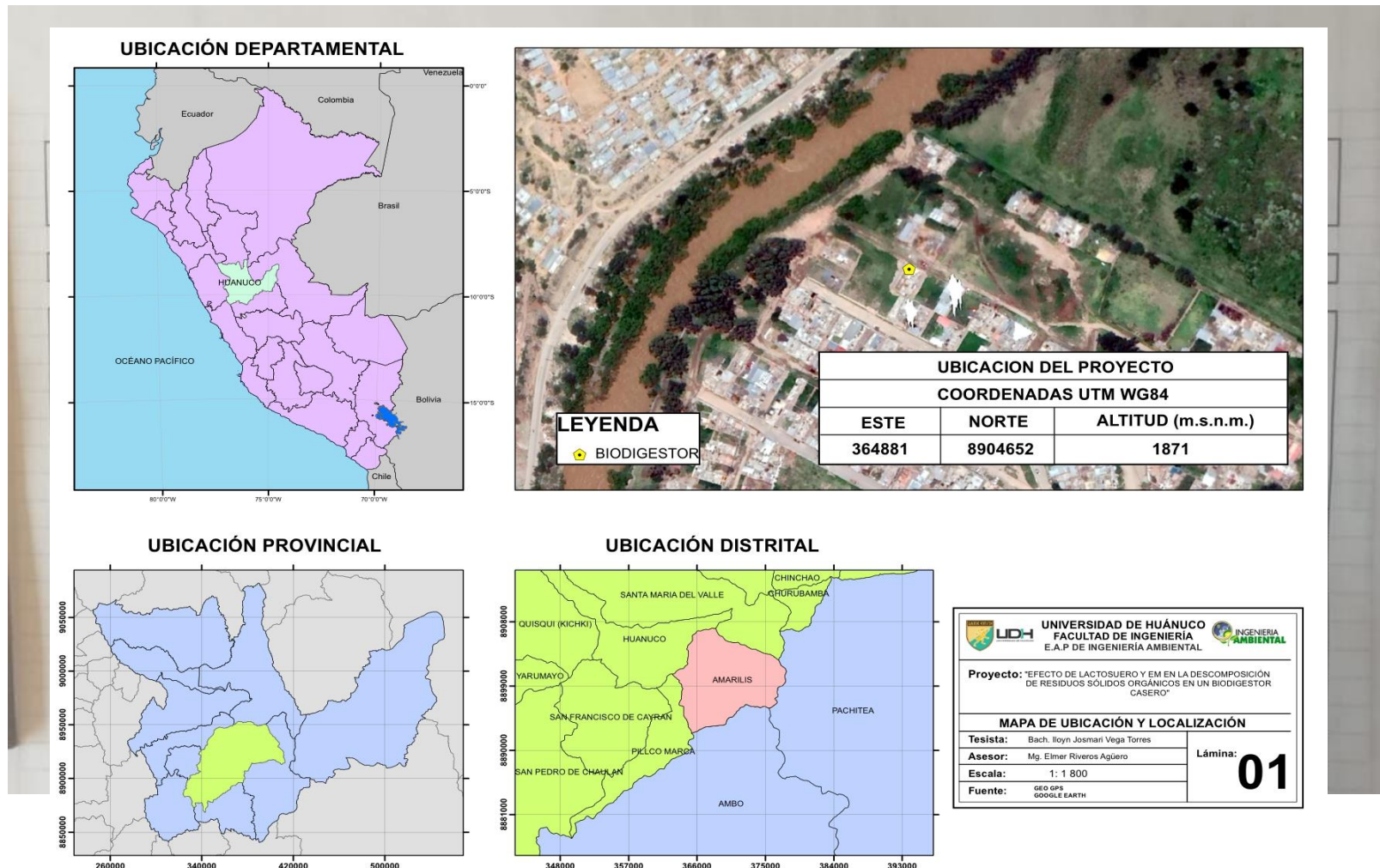
Anexo 2: Árbol de causa y efecto



Anexo 3: Árbol de medios y fines



Anexo 4: Mapa de Ubicación



Anexo 5: Resultados de laboratorio

Anexo 5 Ficha de recolección y muestreo de datos en campo

con EM y lactosuero

FICHA DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS TESIS - "EFECTO DE LACTOSUERO Y MICROORGANISMOS EFICIENTES(EM) EN LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN UN BIODIGESTOR CASERO"							
TESISTA: BACH. VEGA TORRES, LLOYN JOSMARI							
FECHA	HORA	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS RECOLECTADOS EN CAMPO					TIEMPO
		TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)- INTERIOR DEL BIODIGESTOR	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (us/cm ⁻¹)	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)- (ppm)	
12-02-2022	12.23 pm	22°	24.1	5.45	1076	560	
19-02-2022	4.30 pm	22°	22.2	3.87	3790	1910	
26-02-2022	4.30 pm	22°	22.6	3.02	4340	2190	
05-03-2022	4.30 pm	22°	21.3°	2.99	4560	2310	
12-03-2022	4.30 pm	22°	21.6	3.11	4400	2180	
19-03-2022	4.30 pm	22°	21.2	3.19	4150	2070	

CADENA DE CUSTODIA - CALIDAD DE AGUA

[illegible]

Anexo 6 : Panel fotográfico



Materiales para la construcción de los biodigestores caseros



Depósito de los residuos sólidos orgánicos



Medición de los parámetros



Adición de los Microorganismos eficientes



Medición de parámetros del lactosuero



Adición del lactosuero



Sellado del biodigestor casero



Medición de los parámetros en el Biol solo



Medición de los parámetros en el Biol con EM y lactosuero



Ambos biodigestores (con y sin EM y lactosuero)



Visita a los biodigestores con el asesor