

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“EFECTO DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO (*Bos taurus*) Y EL
SUERO LÁCTEO DE LA INDUSTRIA INKA MILK JARARA S.A.C. EN
LA PRODUCCIÓN DEL BIOL, MEDIANTE EL USO DE
BIODIGESTORES SEMICONTINUO EN EL DISTRITO BAÑOS -
HUÁNUCO, 2020”**

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

AUTOR: Canteño Borja, Neil Clinton

ASESOR: Ramos Dueñas, Rudy Milner

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Modelación, análisis y control de la contaminación ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área:

Sub área:

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

D

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): 72641237

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22503170

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0003-4798-5575

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo-microbiologo	21257549	0000-0001-5596-0445

H



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 18:30 horas del día 03 del mes de junio del año 2022, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

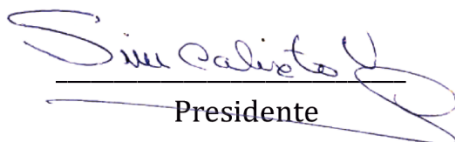
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1005-2022-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO (*Bos taurus*) Y EL SUERO LÁCTEO DE LA INDUSTRIA INKA MILK JARARA S.A.C. EN LA PRODUCCIÓN DEL BIOL, MEDIANTE EL USO DE BIODIGESTORES SEMICONTINUO EN EL DISTRITO BAÑOS - HUÁNUCO, 2020.**", presentado por el (la) Bach. **Neil Clinton CANTEÑO BORJA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

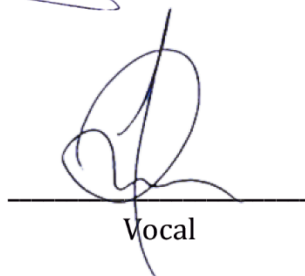
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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 **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **16** y cualitativo de **BUENO** (Art. 47)

Siendo las 19:33 horas del día 03 del mes de junio del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre Sena Borja Ramírez, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mi padre Santos Marcelino Canteño Chuquiyaury, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos (as) quienes me motivaron y apoyaron a seguir adelante para cumplir mis metas trazadas.

A mi novia Maniley Blimid Estrada alvarez, quien cada día me motivo a seguir adelante y no rendirme hasta cumplir con mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad de Huánuco, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta.

Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin tirar la toalla.

Este es un momento muy especial que espero, perdurará en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo en impulsarme para poder culminar una etapa más en mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema General.	18
1.2.2. Problemas Específicos.	18
1.3. Objetivo general	18
1.4. Objetivos específicos	18
1.5. Justificación de la investigación.	18
1.6. Limitaciones de la investigación.	20
1.7. Viabilidad de la investigación.	21
CAPÍTULO II	22
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.1.1. Nivel Internacional.	22
2.1.2. Nivel Nacional.....	23
2.1.3. Nivel Local.	25
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Biodigestor.	25
2.2.2. Tipos de Biodigestores.	26
2.2.3. Aguas Residuales Provenientes de la industria láctea	26
2.2.4. Suero lácteo.	27

2.2.5.	Digestión anaerobia.....	28
2.2.6.	Etapas de la digestión anaerobia.	28
2.2.7.	Proceso microbiológico y bioquímica de la digestión anaerobia.	29
2.2.8.	Hidrolisis.....	30
2.2.9.	Fase Metanogénica.....	32
2.2.10.	Relación C/N	33
2.2.11.	Temperatura.....	33
2.2.12.	pH.....	34
2.2.13.	Inhibidores de la fermentación.....	34
2.2.14.	Biol.	35
2.3.	Definiciones conceptuales.....	36
2.3.1.	Biodigestor.	36
2.3.2.	Estiércol.....	37
2.3.3.	Composición Química del Estiércol de Ganado Vacuno.	37
2.3.4.	Aguas Residuales.....	37
2.3.5.	Biol.	38
2.3.6.	Temperatura.....	38
2.3.7.	pH.....	39
2.3.8.	Sólidos suspendidos totales.....	39
2.3.9.	Conductividad eléctrica.	39
2.3.10.	Demanda Química de Oxígeno.	40
2.3.11.	Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	40
2.4.	Hipótesis.....	40
2.4.1.	Hipótesis General.....	40
2.4.2.	Hipótesis Específicos.	41
2.5.	Variables.	41
2.5.1.	Variable dependiente.....	41
2.5.2.	Variable independiente.....	41
2.6.	Operacionalización de variables.....	42
CAPITULO III	43
3.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	43
3.1.	Tipo de investigación.....	43
3.1.1.	Enfoque.....	43

3.1.2.	Método.	43
3.1.3.	Alcance o Nivel.....	43
3.1.4.	Tipo.	43
3.1.5.	Diseño de la Investigación.....	43
3.2.	Población y muestra.....	44
3.2.1.	Población.....	44
3.2.2.	Ubicación de la Población.	45
3.2.3.	Instalación del Proyecto.	46
3.2.4.	Determinación de la muestra.....	46
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.3.1.	Caracterización del Estiércol de Bovino (<i>Bos taurus</i>) del Establo Goñy Marka.....	46
3.3.2.	Caracterización del suero Lácteo de la Industria Inka Milk Jarara S.A.C.....	47
3.3.3.	Monitoreo del Proceso de la Fermentación Anaerobia.....	49
3.3.4.	Recolección y Análisis de los Parámetros Físicos y Químicos del Biol.	52
3.3.5.	Técnicas para la Presentación de Datos del Biol.	52
3.4.	Técnicas para el procesamiento y análisis da la información.....	53
3.4.1.	Para el Análisis e Interpretación de los Datos del Biol.	53
4.	CAPITULO IV.....	55
1.	RESULTADOS.....	55
4.1.	De los parámetros físicos y químicos del biol.....	55
4.1.1.	Comportamiento de la temperatura interna en el biodigestor (T°I°).....	55
4.1.2.	Comportamiento del pH en el biodigestor.....	56
4.1.3.	Comportamiento de la conductividad eléctrica (σE).....	57
4.1.4.	Comportamiento de los sólidos totales en suspensión (SST) .	58
4.1.5.	Comportamiento de la materia orgánica (MO).....	58
4.1.6.	Comportamiento de la ceniza (CZ).....	59
4.2.	De los parámetros químicos del biol – minerales.....	60
4.2.2.	Comportamiento del óxido de Fósforo (P_2O_5).....	62
4.2.3.	Comportamiento del Calcio (Ca).....	63
4.2.4.	Comportamiento del Potasio (K).....	64

4.2.5. Comportamiento del Hierro (Fe).....	64
4.3. De la caracterización del estiércol de ganado vacuno (<i>Bos taurus</i>)...	65
4.4. De la caracterización del suero lácteo de la industria inka milk jarara s.a.c.....	66
CAPITULO V.....	67
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
5.1. Parámetros físicos y químicos del biol	67
5.2. Parámetros de la caracterización del estiércol de ganado vacuno.....	70
5.3. Parámetros de la caracterización del suero lácteo de la industria inka milk jarara s.a.c.	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del Efluente Generado por la Industria Láctea.	27
Tabla 2. Composición Porcentual del Suero de Leche.....	28
Tabla 3. Reacciones Acetogénicas.....	31
Tabla 4. Inhibidores de la Fermentación.....	35
Tabla 5. Componentes Presentes en el Biol.....	36
Tabla 6. Variación en el Poder Fertilizante.....	36
Tabla 7. Operacionalización de Variables.	42
Tabla 8 Generación de Estiércol Bovino/Día.	44
Tabla 9 Parámetros evaluados del suero lácteo.....	48
Tabla 10 Resultados del Análisis de los Parámetros Físicos y Químicos del Biol.....	55
Tabla 11 Resultados del análisis de los parámetros químicos del biol.	61
Tabla 12 Resultados de la Caracterización del Estiércol del Ganado Vacuno	65
Tabla 13 Resultados de la caracterización del suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Dinámica de la Digestión Anaeróbica</i>	29
Figura 2 Formación de Monómeros en la Hidrolisis.....	30
Figura 3 Degradación Acetogénicas.....	32
Figura 4 Comportamiento de la Temperatura Interna (T°I°).....	56
Figura 5 Comportamiento del Potencial de Hidrogeno (pH)	57
Figura 6 Comportamiento de la Conductividad Eléctrica (□E).....	57
Figura 7 Comportamiento de los Sólidos Totales en Suspensión (SST)	58
Figura 8 Comportamiento de la Materia Orgánica (MO)	59
Figura 9. omportamiento de la ceniza (CZ).....	59
Figura 10 Comportamiento del Nitrógeno (N)	62
Figura 11 Comportamiento del óxido de Fósforo (P2O5)	63
Figura 12 Comportamiento del Calcio (Ca).....	63
Figura 13 Comportamiento del Potasio (K).....	64
Figura 14 Comportamiento del Hierro (Fe)	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Análisis de los Parámetros Físicos y Químicos del Agua Residual de la Industria Inka Milk Jarara S.A.C.....	84
Ilustración 2 Análisis Proximal y de los Minerales del Estiércol de Vaca (Bos taurus) de la Granja Goñy Marka.....	86
Ilustración 3 Análisis Proximal y de los Minerales del Biol Obtenido a los 30 Días	87
Ilustración 4 Análisis Proximal y de los Minerales del Biol Obtenido a los 60 Días.	89
Ilustración 5 Vista de la zona del Distrito de Baños – Provincia de Lauricocha – Hco	91
Ilustración 6 Instalación del Cerco Perimétrico Para el Proyecto.....	91
Ilustración 7 Recojo de Muestras Para la Caracterización del Suero Lácteo.	92
Ilustración 8 Recojo de Muestras, Para la Caracterización del Estiércol de Vaca.....	92
Ilustración 9 Verificación de Filtración Hidrostática de los 3 Biodigestores..	93
Ilustración 10 Pesaje y Homogenización de la Muestra de Estiércol de Vaca.	93
Ilustración 11 Acopio del Suero Lácteo, Para el Arranque de los Biodigestores.	94
Ilustración 12. copio del Estiércol de Vaca, para la Segunda Alimentación en Campo.	94
Ilustración 13 Arranque de los 03 Biodigestores Semicontínuos.	95
Ilustración 14. copio del Estiércol de Vaca, Para da Segunda Alimentación en Campo.	95
Ilustración 15 Verificación de los Biodigestores Después de la Alimentación 02.....	96

Ilustración 16. análisis de los Parámetros Físicos, Como la Temperatura, pH, □E y SST	96
Ilustración 17. muestras de Biol, Para su Respectivo Análisis en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.	97
Ilustración 18 Alimentación a los Biodigestores y Control de Nivel Hidrostático, para Conservar el Sistema Anaerobio.	97
Ilustración 19 Estabilización de los Biodigestores Semicontínuos, Utilizando la Solución Buffer.....	98
Ilustración 20 Mestras de Biol, Para su Respectivo Análisis en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.	98
Ilustración 21 certificación de los Biodigestores al Final del Proceso Anaerobio.	99

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación “EFECTO DEL USO DE ESTIÉRCOL DE BOVINO (*Bos taurus*) Y EL SUERO LÁCTEO DE LA INDUSTRIA INKA MILK JARARA S.A.C. EN LA PRODUCCIÓN DEL BIOL, MEDIANTE EL USO DE BIODIGESTORES SEMICONTINUO EN EL DISTRITO BAÑOS - HUÁNUCO, 2020.”, se desarrolló utilizando restos de material exedente de la industria lechera, como la excreta de ganado vacuno (*Bos taurus*) y el suero lácteo.

El Objetivo principal fue, determinar el efecto del uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. en la elaboración de biol, mediante el uso de biodigestores semicontinuos en el distrito Baños-Huánuco, 2020; por un periodo de 60 días de biodigestión anaerobia.

El método utilizado fue puramente experimental y significó comparar el procesamiento mediante el ensayo de Tuckey con un nivel de confianza del 95%. Asimismo, los datos se sometieron a una prueba de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Esta es la uniformidad de varianza realizada por la prueba de Levene. Para el caso de que lo recoletado en campo no cumplen con los supuestos de varianza del análisis paramétrico, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis.

Obteniéndose los siguientes resultados para los parámetros químicos del biol: Nitrógeno (N₂), registró valores similares de forma ascendente en la composición de los bioles obtenidos, registrándose los siguientes promedios entre los 30 y 60 días: 19.89 mg/L 20.23 mg/L y 20.46 mg/L, el óxido de fosforo (P₂O₅), registró valores de forma ascendente en la composición de los bioles obtenidos, registrando: 60.41mg/L, 61.05 mg/L y 61.70 mg/L y el parámetro de potasio (K), registró: 22.14 mg/L, 22.22 mg/L y 22.29 mg/L proporcionalmente. Concluyendo que los bioles obtenidos presentan condiciones óptimas en la concentración de Nitrógeno (N₂), Oxido de Fósforo (P₂O₅) y Potasio (K); pudiéndose utilizar en la agricultura.

Palabras claves: Estiércol de vacuno (*Bos taurus*), suero lácteo, biol y biodigestión anaerobia.

ABSTRACT

The following research work "EFFECT OF THE USE OF BOVINE (*Bos taurus*) STIRCOLUS AND MILK SERUM FROM INKA MILK JARARA S.A.C. INDUSTRY IN THE PRODUCTION OF BIOL, THROUGH THE USE OF SEMICONTINUOUS BIODIGESTORS IN THE DISTRICT OF BAÑOS - HUÁNUCO, 2020". IN THE PRODUCTION OF BIOL, THROUGH THE USE OF SEMICONTINUOUS BIODIGESTORS IN THE DISTRICT OF BAÑOS - HUÁNUCO, 2020", was developed using the remains of excreta from the dairy industry, such as excreta from cattle (*Bos taurus*) and milk serum.

The main objective was to determine the effect of the use of bovine manure (*Bos taurus*) and whey from the Inka Milk Jarara S.A.C. industry in the production of biol, through the use of semi-continuous biodigesters in the Baños-Huánuco district, 2020; for a period of 60 days of anaerobic biodigestion.

The method used was purely experimental and involved comparing the processing by means of the Tuckey test with a confidence level of 95%. Also, the data were subjected to a normality test using the Shapiro-Wilk test. This is the uniformity of variance performed by Levene's test. In the case that the data collected in the field did not meet the variance assumptions of the parametric analysis, the Kruskal-Wallis test was used.

The following results were obtained for the chemical parameters of the biol: Nitrogen (N₂), registered similar values in an ascending way in the composition of the biols obtained, registering the following averages between 30 and 60 days: 19.89 mg/L 20. 23 mg/L and 20.46 mg/L, the phosphorus oxide (P₂O₅), registered values of ascending form in the composition of the obtained biols, registering: 60.41 mg/L, 61.05 mg/L and 61.70 mg/L and the potassium parameter (K), registered: 22.14 mg/L, 22.22 mg/L and 22.29 mg/L proportionally. It is concluded that the obtained biols present optimal conditions in the concentration of Nitrogen (N₂), Phosphorus Oxide (P₂O₅) and Potassium (K); being able to be used in agriculture.

Key words: Cattle manure (*Bos taurus*), whey, biol and anaerobic biodigestion.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos sistemas en la industria láctea, lo cual conlleva a la gran acumulación de residuos pecuarios, como el suero lácteo y el estiércol de ganado vacuno (*Bos taurus*), las cuales se vuelven nocivos y peligrosos, generando efectos adversos para la salud y el medio ambiente, lo que me ha llevado a investigar nuevas maneras de contrarrestar esta problemática, utilizando una de las alternativas que concurre en aprovechar la digestión anaerobia mediante el uso de biodigestores semicontinuos, para la obtención del biol.

Con la presente investigación se desea difundir e incentivar el diseño y la utilización de los biodigestores semicontinuos con el fin de aprovechar los residuos de la industria láctea, teniendo en cuenta las condiciones ambientales que conducen al correcto desarrollo de esta tecnología. La investigación realizada demuestra ser una solución capaz de ayudar a resolver la problemática de la contaminación ambiental de los residuos de la industria láctea, las que pueden hacer posible que toda la materia o desecho orgánico, por medio de un proceso de biodigestión anaerobia se obtenga el biol; logrando la estabilización completa de estos residuos, descomponiéndolos en compuestos que puedan ser absorbidos por el medio ambiente y dando solución al problema de la acumulación de estiércol bovino (*Bos taurus*) y el no tratamiento del suero lácteo; demostrando que son una de las mejores opciones para solucionar este problema.

Para el diseño, elaboración e implementación de la investigación, se tuvo en cuenta las cantidades generadas de los residuos en el área del proyecto, mediante el uso de tres prototipos de biodigestores semicontinuos; con la acción de la biodigestión anaerobio, se evaluó la concentración final de los parámetros biológicos, físicos y químicos del biol obtenidos después del almacenamiento durante 60 días

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.

La producción pecuaria es claramente una de las principales causas de los problemas ambientales más urgentes del mundo, incluido el calentamiento global, la degradación del suelo, la contaminación del aire, la pérdida del agua, y la destrucción de la biodiversidad. El informe estima que el sector ganadero es responsable de 18 % emisiones de gases de efecto invernadero. Y la actividad antrópica de la industria agrícola produce emisiones de CO₂ en un 9 %, de metano a 37 % y óxidos de nitrógeno artificiales a 65 % (FAO, 2006)

Los residuos provenientes de la actividad pecuaria son fundamentalmente excretas y vertimientos, cuando no son correctamente manejados, producen contaminación ambiental generando impactos negativos sobre el aire, suelo y agua. (Herro, 2015)

El sector agrícola produce mas de 27.01 millones de toneladas de desechos ganaderos, o el equivalente a 16.7 % de desechos producidos en el Perú, que ocupa el puesto 56 en términos de polucion de gases de efecto invernadero en el año 2011 y un 0.3% emisiones totales de CO₂ a nivel mundial. (CAIT, 2014)

Dentro del grupo de los pecuarios se encuentra los bovinos los cuales liberan gas metano a la atmosfera en altas cantidades, cada animal de estas emite entre 3 a 4 L de gas CH₄ por día y entre 1000 y 1500 L/año. Los gases de efecto invernadero producidos en el sector pecuario, en específico por la crianza de los bovinos tienen una equivalencia de lo generado por 22 millones de autos al año. Por otra parte, el excremento bovino es el causante de dos tercios de toda la polución mundial por óxido nitroso. (Lohana, 2012)

La actividad industrial ha modificado drásticamente el medio ambiente en el que vivimos, estas aportan muchos contaminantes, los cuales contribuyen al calentamiento global, destrucción de ecosistemas, extinción de flora y fauna. (Gómez, 2019)

Existen varias actividades antropogénicas que producen aguas residuales contaminadas, como la industria textil, que representa el 20% de las aguas residuales del mundo y el 10% de las emisiones de carbono (C) del mundo. El sector siderúrgico genera aguas residuales a partir de diferentes etapas productivas, en las que, se produce una serie de corrientes residuales, se afirma que estas aguas presentan altos contenidos de Sólidos Suspendidos, DQO, aceites y de metales pesados. (Quintana, 2017)

La industria química produce emisiones caracterizadas por sustancias ácidas básicas, tóxicas, un alto DBO₅, DQO y, en algunos casos, coloración, las cuales un 80% son tratadas y un 20% son vertidas a un cuerpo de agua natural. Las aguas residuales en el sector del curtido a menudo se identifican por un exceso de materia orgánica, sal y DQO (Checa, 2001)

En el sector de cartón y papel, los principales contaminantes provienen de contaminantes se deben a los adhesivos y la limpieza de la impresora, con un consumo de agua estimado de 0.7m³/t y el volumen de efluente de 0,35m³/t los cuales presentan valores altos en DBO₅, DQO y Sólidos Suspendidos. (COTEC, 1999)

En el sector lácteo se observa distintos tipos de contaminantes, vertimientos de líquidos, contaminación atmosférica y la producción de residuos sólidos. En la producción para la obtención del queso se generan grandes cantidades de suero, resultantes del sub proceso de escurrimiento de la masa de cuajada; estos líquidos en muchos casos no tienen ningún aprovechamiento y es vertido en un cuerpo de agua cercano a las instalaciones de la empresa, lo que genera contaminación del agua y afectación de la biota existente. (Uscanga, 2014)

El lacto suero generado durante el proceso de elaboración de los quesos, constituye el principal elemento que aporta material orgánico tales como β -Lactoglobulinas, α -Lactoalbumina, inmunoglobulinas, concentrados de proteína con un 75% de valor biológico; esto lo convierte en un compuesto con alta demanda bioquímica de oxígeno que, al ser vertidos a cuerpos receptores de agua dulce, se producen olores fétidos por putrefacción. (Ávila, et al.; 2013)

La absorción de grandes cantidades de nutrientes y materia orgánica provoca la eutrofización de los cuerpos de agua, incluida la invasión externa del sistema acuático, afectando temporalmente el equilibrio, las propiedades del sistema, su composición biológica y en su sucesión. Estos procesos provocan cambios físicos, químicos y biológicos en las propiedades del agua. (Mergalef, et al.; 2011)

Los valores de DQO y DBO, sugieren que existe una afectación en el cuerpo de agua dulce por encima de los valores permitidos, lo cual se evidencia también en la alteración del pH, lo que llegaría a provocar cambios en el ecosistema circundante al cuerpo receptor de agua dulce (González, 2012).

Cuando el pH presenta un aspecto de agresividad de aguas acidas, da parte a la solubilización de sustancias por ataque a los materiales. Por tanto, las aguas residuales tienen un pH contraproducente que altera la composición y modifica la vida biológica del agua natural. (Espigares y Pérez, 1985)

La finalidad de esta investigación, fue realizar la evaluación de parámetros físicos y químicos del biol obtenido a partir de la utilización del estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo, que pueda ser una alternativa de aprovechamiento como componente foliar en la agricultura.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema General.

¿Cuál será el efecto del uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. en la producción del biol, mediante el uso de biodigestores semicontinuo en el Distrito Baños - Huánuco, 2020??

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿Cuáles serán los parámetros físico-químicos del biol producido, mediante el uso del estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.?
- ¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos del estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., obtenidos mediante ensayos de laboratorio?

1.3. Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. en la producción de biol, mediante el uso de biodigestores semicontinuos en el distrito Baños-Huánuco, 2020.

1.4. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físico-químicos del biol producido, mediante el uso del estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.
- Caracterizar el estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. mediante ensayos de laboratorio.

1.5. Justificación de la investigación.

Sandoval (2006) menciona que existen muchas tecnologías para tratar los residuos sólidos orgánicos como bioabono, compostaje,

incineración con producción de ingeniería y biodigestores, para la utilización de los residuos sólidos procedentes de los hogares y de las actividades agropecuarias.

Por su parte mediante los biodigestores se obtiene energía en forma de biogás y fertilizantes orgánicos, contribuyendo a la reducción de la tala de los bosques por consumo de leña, lo que contribuye a reducir la deforestación provocada por el consumo de leña, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, preservar la flora, fauna, la vida silvestre, mantenimiento de la calidad del agua y conservación de los nutrientes del suelo (Sandoval ,2006).

Los biodigestores son una alternativa viable, porque como consecuencia de la fermentación de los residuos se adquiere 3 productos; Biogás, como también se consigue un sedimento con alta calidad fertilizante, este es distribuido en dos elementos, biosol (10%) como abono orgánico sólido y el biol (90%) como abono foliar (Ávila, et al.; 2013).

Cuyas características de composición en promedio tiene 8.5% de material orgánico, 2.6% de nitrógeno (N_2), 1.5% de fósforo (P), 1.0% de potasio (K) y un pH de 7.5 la cual resulta un gran potencial para el desarrollo de las plantas. (Botero y Preston, 1987)

A finales de los años 70 la institución Tecnológica de Investigación y Normas Técnicas - ITINTEC (actualmente INDECOPI), promovió la investigación y desarrollo de los biodigestores en el Perú, con la finalidad de la producción de fertilizantes y energía limpia. (MINAGRI, 2011).

En la sierra norte del Perú se han implementado biodigestores, por presentar característica climática adecuados para la implementación de dicha tecnología especialmente por ser una zona pecuaria, buscando así el aprovechamiento de las excretas de animal para generar biogás, biol y biosol, con la finalidad de minimizar el uso de leña y las enfermedades relacionadas con la quema de madera, además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. También ayudan a mejorar la calidad de

vida de las personas y la sostenibilidad de la protección del medio ambiente. (Chuquimantari, 2014)

Entre los productos obtenidos por el biodigestor tenemos el biol, el cual depende en gran medida del tipo de residuo que ingresa al biodigestor, se establece que el biol es único para cada caso, pero solo con un rango de diferencia del 20%. (OECD, 2016)

El biol se utiliza específicamente como promotor y fertilizador del desarrollo de las plantas, raíces y frutos, ya que en su composición contienen gibelinas, el ácido indol acético, las purinas y las citoquinas, los cuales se caracterizan como fitoreguladores del desarrollo producido por las plantas, De hecho, su composición contiene giberina, ácido indolacético, purinas y citocinas especialmente formuladas. Por su naturaleza u origen, estas fitohormonas se producen, ofreciendo un gran potencial para la agricultura ecológica, reduciendo costes y optimizando rendimientos y calidad de los cultivos. (Campero y Rivero, 2012)

Este estudio tuvo la finalidad de evaluar la obtención del biol mediante biodigestores semicontinuos.

A su vez, se presentó como una posible nueva técnica de fertilización orgánica de cultivos, alternativas que reducen el uso indiscriminado de químicos, revirtiendo la creciente degradación de los recursos naturales.

1.6. Limitaciones de la investigación.

- El transporte de los materiales, equipos y muestras tomadas en campo para su análisis.
- Cambios drásticos de la temperatura, los cuales alteraron el desarrollo de la biodigestión anaerobia, en la ejecución del proyecto de investigación.
- Existe muy poca información sobre la obtención de biol, manipulando el estiércol de bovino (*Bos taurus*) en combinación con suero lácteo, provenientes de la industria láctea.

- Los costos asumidos para toma de muestra y posterior estudio de los parámetros físicos y químicos del biol, obtenidos al final de la ejecución del proceso de la digestión anaerobia.

1.7. Viabilidad de la investigación.

Este trabajo de investigación fue viable, por las siguientes razones:

Viabilidad Operativa: Se contó con la participación de los responsables del establo Goñy Marka y de la industria láctea Inka Milk Jarara S.A.C. las cuales están vinculadas al lugar de estudio, tanto para la disponibilidad del estiércol de vaca (*Bos taurus*) y el agua residual de la industria láctea, alojamiento para días posteriores para el desarrollo del estudio correspondiente y así lograr cumplir con el objetivo planteado.

Viabilidad Técnica: Este estudio contó con una instalación privada con equipos y materiales para estudios previos, potencial humano, análisis de muestras, procedimientos, instructivos y sus respectivas normativas.

Viabilidad Económica: Contamos con los recursos financieros suficientes y los recursos económicos necesarios para preparar e implementar el proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nivel Internacional.

David (2015), en la tesis titulada “OBTENCIÓN DE BIOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MERCADO DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS SAN PEDRO DE RIO BAMABA”, realizó la producción de biol, para ello utilizó restos, de frutas, leguminosas y una composición de 50/50; concluyendo que el biol obtenido, presentó características equivalentes entre sí, sin embargo el biol de leguminosa presentó levemente mejores particularidades que los demás, generó 0.208 mg/L de compuestos nitrogenados presentando una ventaja con el biol de frutas y de la mezcla 50/50 se obtuvo 0.270 mg/L de nitrógeno (N₂), 0.142 mg/L de fósforo (P) y 0.230 mg/L de potasio (K).

Gonzabay y Suárez, (2016) en la tesis titulada “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR ANAERÓBICO VERTICAL SEMICONTINUO PARA LA OBTENCIÓN DE GAS METANO Y BIOL A PARTIR DE CASCARA DE NARANJA Y MANGO”, realizaron el diseño de la construcción de un biodigestor vertical, en la cual para el arranque del biodigestor se utilizó cascara de naranja 10kg, cáscara de mango 10kg y agua potable 5 L. Obteniéndose para el biol concentraciones adecuadas de 1708 mg/L nitrógeno (N₂), 2300 mg/L potasio (K) y 142.8 mg/l fósforo (P), característicos de un buen abono además de ser biodegradable.

Gordón (2013), en la tesis titulada “UTILIZACIÓN SUERO DE LECHE PARA LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO (BIOL)”, efectuó la elaboración de biol con 120 L de suero de leche, el cual se dividió en 10 diez tratamientos con 3 repeticiones cada uno; las cuales fueron puestos a la degradación anaerobia en biodigestores tipo batch

por un periodo de 50 días, en los cuales se ha obtenido como resultado del T9 (50 % suero de leche, 0% agua, 38 % estiércol, 2,38 % melaza, 4,78 % alfalfa, 2,38 % ceniza, 2,38 % humus, 0,08 % lacto fermento) como el tratamiento con mayor valor de elementos nutricionales: 164.76 mg/L de fósforo (P), 2500 mg/L de Potasio (K), 2534 mg/L de Calcio (Ca), 3.92 mg/L de zinc (Zn), 101 mg/L de Hierro (Fe) y 10.7 mg/L de manganeso (Mn).

Botero y Preston, (1987) en el manual técnico titulado “BIODIGESTORES DE BAJO COSTO PARA LA PRODUCCION DE COMBUSTIBLE Y FERTILIZANTE A PARTIR DE EXCRETAS”, refieren que los biodigestores producen, residuos orgánicos de extraordinarias propiedades fertilizantes. La estructura del biol obtenido, con un valor de 8.5% de materia orgánica (19.6 g/L), 2.6% de nitrógeno (1813 mg/L), 1.5% de fósforo (1109.77 mg/L), 1.0% de potasio (876.5 mg/L) y un pH de 7.5, la cual ayuda al crecimiento natural de las plantas.

Soria, et al.; (2001) realizó la tesis titulada “PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTES MEDIANTE BIODIGESTION DE EXCRETA LIQUIDA DE CERDO”, analizaron las excretas líquidas antes (afluente) y al término del proceso de biodigestión (efluente), obtuvieron concentraciones para los parámetros: pH, 7.23; conductividad eléctrica (σE), 269 $\mu S/cm^{-1}$; sólidos sedimentables, 199,9; temperatura, 28°C; magnesio (Mg), 243 mg/l; nitrógeno (N₂), 321 mg/l; potasio (K), 1993 mg/L; fósforo (P), 55.4 mg/l y calcio (C), 601 mg/L; utilizando Agar de Eosina y Azul de Metileno; luego de 50 días, definiéndose como un biol de nutrientes muy bajo.

2.1.2. Nivel Nacional.

Paucar (2015), en la tesis titulada “PRODUCCION Y EVALUACION DE LA CALIDAD DEL BIOGAS Y BIOL EN UN BIODIGESTOR USANDO ESTIERCOL DE CODORNIZ DE LA GRANJA V.A.VELEVIT S.A.C. UBICADO EN EL DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA”, se basó en el desarrollo de un biodigestor anaerobio,

utilizando como sustrato la excreta de codorniz en el período de postura y levante más las hojas duras de la mazorca de maíz, en la cual se consideró como tratamiento inicial de C/N = 30/1, como también se evaluó la temperatura interna del proceso, el pH, los macronutrientes y coliformes fecales obtenidos del procesamiento para la producción del biol. Los valores del biol producido registraron macronutrientes, como el nitrógeno (N₂) en 10200 mg/L, fósforo (P) en 86.56 mg/L y potasio (K) en 1103.8 mg/l; comprobando que el tratamiento de las excretas de codorniz (codornaza) en la etapa de levante es el que muestra mayores porcentajes de concentración.

Sánchez (2017), realizó la tesis “BIODIGESTOR PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR GANADO VACUNO DEL FUNDO DE LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS DE LAMBAYEQUE”, evaluó la efectividad del tratamiento, mediante un biodigestor tubular, por ello trabajó una mezcla de 45 litros, en una proporción de 1:3. Como resultado se obtuvo la producción de biol de 36 litros en 26 días, la cual registró valores de 157.6 mg/L de fósforo (P), 500 mg/l de nitrógeno (N₂), 259.1 mg/L de potasio (K), 24.30 us/cm⁻¹ de conductividad eléctrica (σE), 8.04 g/l de sólidos totales (STD), 125,50 mg/L de magnesio (Mg), 243 mg/l de sodio (Na), 2.13 mg/L de hierro (Fe), 0.13 mg/l de cobre (Cu), 0.48 mg/L de zinc (Zn), 139 mg/L de calcio (Ca), y 0.56 mg/L de Manganeso (Mn).

Pautrat (2010) en la tesis titulada “DISEÑO DE BIODIGESTOR Y PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON EXCREMENTO VACUNO EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS”, utilizó para el arranque del biodigestor una dilución del estiércol de 3:1 con el agua, siendo entonces, 30 x 3 = 90 litros de agua y 30 kg de excreta de vacuno, la cual resultó una composición de 120 litros. con una retención de 25 días en la que evaluó la producción de biol, ya que con 27,6 kg. de excreta de vaca, en promedio con una humedad de 84,31 % se puede producir un excelente biol con valores de 202.8 mg/L de fósforo (P), 2100 mg/L de nitrógeno (N) y 741.8 mg/L de potasio (K).

2.1.3. Nivel Local.

Noreña (2018), en la investigación de tesis titulada “EVALUACIÓN DEL ESTIÉRCOL DE CUY DE LA GRANJA MONTERO Y AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE HUÁNUCO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOL MEDIANTE BIODIGESTORES DEL TIPO SEMICONTINUO – 2017”, evaluó los parámetros físicos y químicos del biol a los 30, 60 y 90 días; obteniendo tras la fermentación de la excretas de cuy y del agua residual, las siguientes concentraciones en el biol: calcio (Ca): 2498.33 mg/L, óxido de fósforo (P_2O_5): 0.25 mg/L, potasio (K): 6006.67 mg/L, magnesio (Mg): 1150.67 mg/L, sodio (Na): 307 mg/L, cobre (Cu): 1.84 mg/L, zinc (Zn): 1.52 mg/L, manganeso (Mn): 4.65 mg/L hierro (Fe): 3.52 mg/L y nitrógeno (N_2): 8.78 mg/L. Llegando a la conclusión que la producción del biol muestra concentraciones óptimas de N_2 , P_2O_5 y K; que se puede ser utilizar como un fertilizante foliar en el sector agrario.

España (2017), en la tesis titulada “APROVECHAMIENTO DEL ESTIÉRCOL DE VACUNO PARA LA ELABORACIÓN DE BIOGÁS COMO PROPUESTA AL MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS EN LA GRANJA ECOLÓGICA LINDEROS, TOMAYQUICHUA, AMBO, HUÁNUCO 2017”, optó por la utilización del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás, mediante la biodigestión anaerobia utilizando estiércol vacuno y agua en una relación de 1:1, donde se determinó los parámetros físico-químicos y microbiológicos del afluente y efluente, registrando valores de pH en 6.94 y una temperatura interna de 21.30 °C.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Biodigestor.

Fundación Solar - OPD, (2013) indica que se trata de un sistema cerrado y dentro del cual se colocan materiales como residuos agrícolas, excrementos o agua residuales industriales, entre otros, que permiten la producción de energía limpia en bajo costo de una fuente renovable.

La materia prima orgánica se descompone con una cantidad de agua, obteniendo biogás y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno (N₂) fósforo (p), y potasio (k).

2.2.2. Tipos de Biodigestores.

Deutsche Gesellschaft & Ecofys, (2005) lo define por procesos y se dividen en continuos, semicontinuos y discontinuos.

El proceso continuo muestra un biodigestor y un cámara hermética de post-digestión de lodos, en los discontinuos se tiene un bioreactor, el cual se vierte con excrementos y sustratos hasta llenarlos, para posteriormente ser sellado e iniciar el proceso de digestión anaerobia; y para los procesos semicontinuos, aprovecha las ventajas del proceso continuo y discontinuo, ya que admite el uso del biodigestor para el acumulación y transformación de la materia prima.

2.2.3. Aguas Residuales Provenientes de la industria láctea

Tirado, et al.; (2016), señala que es el producto de la unidad de procesamiento de la leche, las cuales son generados en su gran mayoría en la etapa de pasteurización, homogeneización de la leche, leche en polvo, queso, entre otros. El volumen de la concentración y la composición de los efluentes de las plantas lácteas dependen del tipo de producto procesado. En la tabla 1 muestra el promedio de la composición del aguas residuales generados por la industria láctea.

Tabla 1.
Composición del Efluente Generado por la Industria Láctea.

Parámetro	Unidad	Leche de Consumo	Queso	Derivados Lácteos	Helados
SST	mg/L	435	850	825	25
pH	Unidades de pH	8.5	6.9	8.5	8
Nitrógeno	mg/L	65	100	100	75
Fósforo	mg/L	20	35	6.25	5.5
DQO	mg/L	1,775	4,500	4,000	925
DBO₅	mg/L	1,050	2,750	1,750	620
Conductividad	mS/cm	1.650	3.150	1.250	1.200
Nitratos	mg/L	50	105	90	75
Nitritos	mg/L	10	35	0.2	0.3
Cloruros	mg/L	140	220	100	135
Aceites y Grasas	mg/L	105	365	110	25
Detergentes SAAM	mg/L	3.5	7	7.5	6

Nota: Federación Nacional de Industrias Lácteas, 2008

2.2.4. Suero lácteo.

Mergalef, et al.; (2011), define el suero de leche como un producto obtenido al separar la cuajada, la nata o la leche semidesnatada durante la elaboración del queso. Este número representa el 80-90% de la leche total utilizada para hacer queso. El suero no utilizado, que contiene aproximadamente el 50% de los nutrientes originales se incorpora al agua natural, la cual produce como consecuencia de ello, la generación de las aguas residuales con su alta carga orgánica (40.000-80.000 mg O₂/L) y conductividad eléctrica. Se muestra en la tabla 2 las características del suero de leche.

Tabla 2.
composición Porcentual del Suero de Leche.

Compuesto	Porcentaje de composición
Carbohidratos (lactosa principalmente)	4.5-5.0
Proteínas	< 1
Sales minerales (NaCl, KCl y Ca ₃)	1.0-3.0
Grasa	0.4-0.5
Ácido láctico	< 1

Nota: Gelegenis, et al.; 2007

2.2.5. Digestión anaerobia.

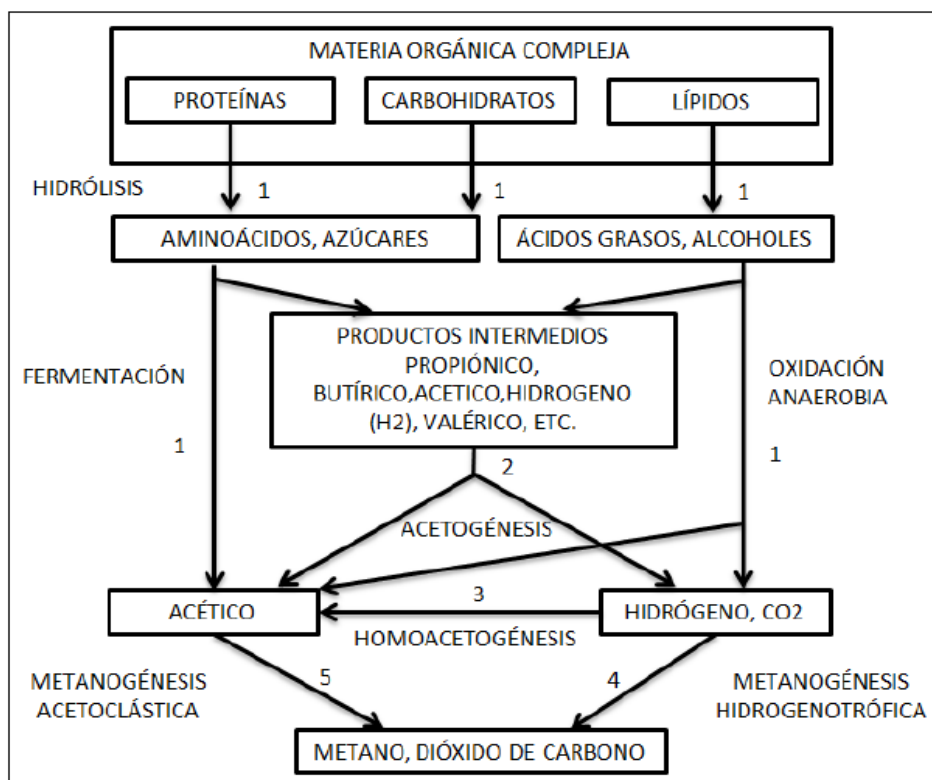
Perez (2010), lo define como la unidad del proceso de transferencia de la digestión anaerobia, para la purificación de las aguas residuales y lodos precedentes de las fábricas, la ganadería y de la actividad humana. Durante la descomposición anaerobia más del 90% de la energía es utilizada por oxidación directa, el cual se transforma en metano, además se genera la suspensión acuosa de sedimentos sólidos (lodos), en los que se produce componentes difíciles de degradar, la mayor parte de fósforo (P) y nitrógeno (N), y en su gran totalidad de los elementos minerales (K, Ca, Mg, etc.), definido como biol, que puede ser utilizado como abono foliar, debido a su alto poder fertilizantes.

2.2.6. Etapas de la digestión anaerobia.

Morales (2014), indica que el proceso de digestion anaerobia es muy complejo, producto de las reacciones bioquímicas provocadas por una gran cantidad de microorganismos implicadas en la descomposición de la materia orgánica. En la figura 1, se muestra la dinámica de la digestión anaeróbica.

Figura 1

Dinámica de la Digestión Anaeróbica.



Nota: Martí, 2006

2.2.7. Proceso microbiológico y bioquímica de la digestión anaerobia.

Perez (2010), señala que son procesos microbiológicos y bioquímicos desarrollados hasta el momento, en el que destaca la fermentación anaerobia de la materia orgánica, la cual se divide en 4 etapas de degradación.

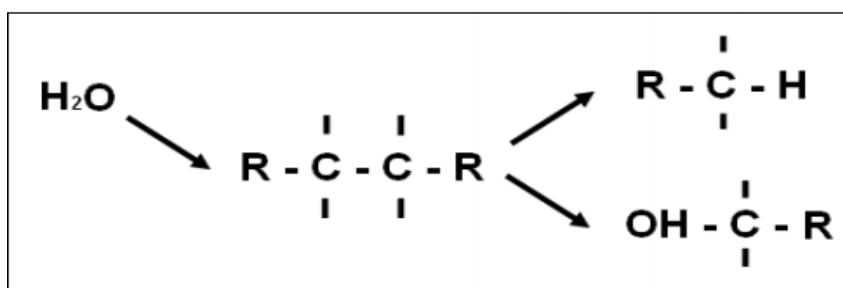
- Hidrólisis
- Acidogénesis o Fermentativa
- Acetogénesis.
- Metanogénesis.

2.2.8. Hidrolisis.

Medina (2013), señala que esta fase, muestra la extensa formación de los microorganismos insolubles hidrolíticos como, las proteínas, celulosas y grasas, así mismo son divididas en monómeros por enzimas (hidrolasa), estas enzimas proceden por lo general de bacterias de metabolismo anaeróbico, las cuales reaccionan sobre los polímeros orgánicos u otros materiales complejos despolimerizándolos enzimáticamente en monómeros o fracciones más simples. Ver figura 2.

Figura 2

Formación de Monómeros en la Hidrolisis.



Nota: Medina, 2013

El nivel de velocidad del hidrólisis depende de muchos factores como la temperatura, el pH, el tipo de material particulado, la concentración de biomasa hidrolizada, el tamaño de las partículas y muchos otros.

La hidrólisis de los carbohidratos se activa a las pocas horas del inicio de la fermentación. En el caso de las proteínas, este proceso lleva varios días y en el caso de los lignocelulósicos se producen muy tardío e incompleto.

La sostenibilidad en este periodo se fundamenta mediante la presencia de los microorganismos anaerobios que utilizan oxígeno disuelto en el agua para disminuir el potencial redox, que es parte fundamental del crecimiento de microorganismos anaeróbicos, la mayoría de los gases. (Carhuancho, 2012)

Bacterias presentes en la Hidrólisis y Acidogénesis.

Durante este período, se observa la presencia de bacterias anaerobias como también las bacterias aerobias, enterobacterias y bacterias del ácido láctico, de mismo modo se puede observar a las bacterias anaeróbicas estrictas como: *Clostridium*, *Propionibacterium* y la *Selenomona*. (Finck, 2009)

Acetogénesis.

Hernández y Carmen, (2013) mencionan que las sustancias obtenidas durante la formación de acidogénesis actúan como sustratos para la formación y crecimiento de distintas bacterias, y que las reacciones que ocurren en esta fase son endorgénicas, los cuales requiere de energía para la desintegración de los productos de la acidogénesis. En la tabla 3. Se muestra la reacción acetogénicas.

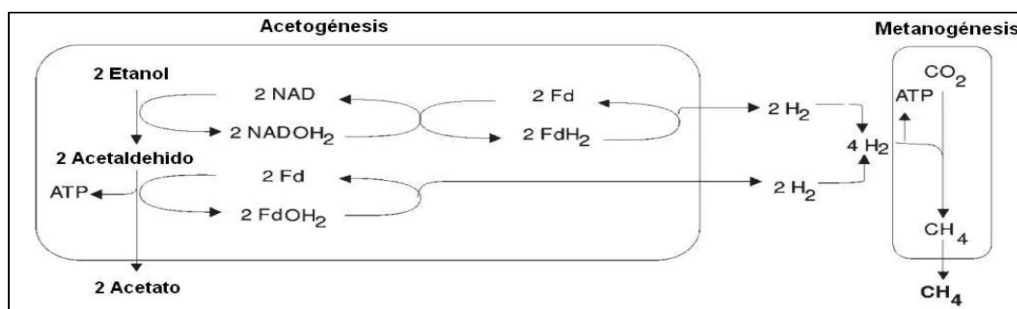
Tabla 3.
Reacciones Acetogénicas.

Ácido Valérico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{H}^+ + 2\text{H}_2$
Ácido Isovalérico	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COO}^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2 + \text{H}^+$
Ácido Caprónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + 5\text{H}_2$
Ácido Propiónico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$
Ácido Butírico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + 2\text{H}_2$
Ácido láctico	$\text{CH}_3\text{CHCOO}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + 2\text{H}_2$
Etanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{H}_2$
Glicerina	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{H}_2 + \text{CO}_2$
CO₂+H₂	$2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

Nota: Hernández y Carmen (2013)

Las bacterias presentes durante esta fase producen precisamente H₂ y continúan en simbiosis permanente con los organismos productores de metano, por lo que los organismos metagénicos pueden sobrevivir a altos niveles de presión parcial de hidrógeno, si se muestra un nivel bajo de presión parcial, el CO₂, H₂ y acetato que son producidos por bacterias acetogénicas, en este caso contrario predominara la formación de ácido butírico, valérico, propiónico y etanol, entre otros.

Figura 3
Degradación Acetogénicas.



Nota: Lecheros, 2010

2.2.9. Fase Metanogénica.

Parra (2010), señala que dentro de esta etapa se inicia la formación de metano en condiciones favorables para dar inicio el proceso anaerobio, esta degradación de los materiales son producidos estrictamente por los microorganismos metanogénicos, las cuales participan en la descomposición de cualquier sustrato, por lo que se pueden diferenciar en los siguientes grupos:

Tipo acetato = CH_3COO^-

Tipo CO_2 = CO_2 , HCOO^- , CO

Tipo metílico= CH_3OH , CH_3NH_3 , $(\text{CH}_3)_2\text{NH}^+$, $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$, CH_3SH , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$

- **Bacterias presentes en la etapa metanogénicas.**

Sobre la base de sustratos degradables, las bacterias metanogénicas que corresponden al mundo de las arqueas se clasifican de la siguiente manera: Hidrogenotróficos, pueden generar metano a partir de anhídrido carbónico e hidrógeno, los Aceticlásticos, inducen la formación de anhídrido carbónico y metano a partir del acetato, los Metilótrofos, metabolizan compuestos como metilsulfuros y metilaminas (Ricse, 2013).

Las especies de metanobacterias hidrogenofílicas más abundantes en biodigestores anaerobios son: Methanospirillum, Methanobacterium, y Methanobrevibacter. (Román, 2012)

2.2.10. Relación C/N

MINERGIA (2011), Afirma que el carbono y el nitrógeno son elementos principales para la alimentación de las bacterias productoras de metano.

La relación C/N recomendable que debe tener el material “fresco o crudo”, es de 30 und. de carbono (C) por una unidad de nitrógeno (N), es decir, C/N = 30/1. Por lo que, en ausencia de una correspondencia de C/N inicial adecuada, es indispensable realizar homogenización del material en las adecuadas proporciones para obtener la dependencia C/N recomendables. La correspondencia de C/N de la mezcla se puede calcular empleando la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1.C1*Q1 + C2*Q2 + Cn*Qn}{N1*Q1 + N2*Q2 +Nn*Qn}$$

K = C/N de la mezcla de materias primas.

N = % de nitrógeno orgánico contenido en cada materia prima.

C = % de carbono orgánico contenido en cada materia prima.

Q = Peso fresco de cada materia, expresado en kilos o toneladas.

Es aconsejable manejar medición de volumen y determinación de parámetros: Densidad (D), Volumen (V) y Masa (M) a partir de la siguiente fórmula:

$$D = M/V$$

Expresando el volumen en litros o metros cúbicos y la masa en kilos o toneladas.

2.2.11. Temperatura.

Vanero (2011), Destaca que la temperatura es una de las variables determinantes en la producción metanogénica. Cuando la temperatura

es alta, se acelera el crecimiento de los microorganismos, se promueve el proceso de descomposición y se produce más biogás.

Los niveles de temperatura se clasifican en:

- Psicrófilos: $T < 15^{\circ}\text{C}$
- Mesófilos: $15 < T < 45^{\circ}\text{C}$
- Termófilos: $50 < T < 65^{\circ}\text{C}$

2.2.12. pH.

Guevara (2014), menciona que el rango pH recomendable para la digestión metanogénica es de 6.5 a 7.5. Esto se debe a que los metanógenos tienden a caer por debajo de 5 o subir a 8, lo que puede inhibir o detener la fermentación. Se puede corregir el pH de modo muy práctica de la siguiente manera:

- Sacando repetidamente una cantidad de efluente y agregando materias primas en la misma proporción de manera continua.
- Cuando observa que el pH es relativamente bajo, se procede a aumentar fertilizantes, cenizas, agua amoniacal disuelta o una composición de ambos en forma de licor fermentado.

Scriban (1985), Muestra que el pH fluctúa entre 6.0 y 8.0 en las diferentes etapas de la digestión. Un valor de pH por debajo de 6,0 puede significar concentraciones muy altas de ácidos grasos volátiles y, por ende, puede producirse una inhibición de la producción de metano. Mientras que por encima de pH 8,0 se confirma la producción de gases como, sulfuro de hidrógeno y amoniacal.

2.2.13. Inhibidores de la fermentación.

Checa (2015), indica que son elementos, que inhiben la actividad vital de los microorganismos por su naturaleza biológica, la cual se ve afectado por la excesiva formación de ácidos volátiles (por encima de

2000 ppm en la fermentación mesofílica y de 3600 ppm para la termofílica). La enorme concentración de nitrógeno y amoníaco, imposibilitan el crecimiento de las bacterias, todos los pesticidas pueden destruir completamente el proceso de digestión normal, incluso con proporciones mínimas, como también las sales de iones metálicos son potencialmente inhibidores de la fermentación. En la tabla 4, se observa los factores inhibidores de la fermentación.

Tabla 4.
Inhibidores de la Fermentación.

Inhibidores	Concentración inhibidora
NaCl	40000 ppm.
SO₄²⁻	5000 ppm.
Nitrato (Según contenido de nitrógeno)	0.05 mg./ml.
CN	25 mg./L.
Cu	100 mg./L.
Cr	200 mg./L.
Na	3500-5500 mg./L.
K	2500-4500 mg./L.
Ca	2500-4500 mg./L.
Detergente sintético	20-40 mg./L.
1000-1500 Mg./L	1000-1500 mg./L.

Nota: FAO, 1986.

2.2.14. Biol.

Campero (2012), señala que se obtiene el biol, al finalizar el proceso anaeróbico de la combinación de materia orgánica y agua residual, las cuales presentan como resultado componentes como las giberlinas, el ácido indolacético, purinas y citocinas. En particular, las fitohormonas se caracterizan como fitohormonas. Del crecimiento producido por las plantas. Cualquiera sea su procedencia u origen resulta un gran potencial para la agricultura orgánica.

Tabla 5.
Componentes Presentes en el Biol.

Componentes	cantidad
Giberlinas (vitamina b1 en ng/g)	8,1
Ácido indol acético (ng/g)	9,2
Ácido fólico (ng/g)	7,1
Ácido pantoténico (ng/g)	140,0
Tiamina (ng/g)	228,0
Piurinas (ng/g)	9,8
Triptofano (ng/g)	28,7
Cianobalamina (vit B12 en ng/g)	4,6
Piridoxina(vitamina B)	8,0

Nota: Campero, 2012

En la tabla 6. Se muestra los cambios en la fertilidad del estiércol de vaca cuando no son tratadas. (valores expresados en % en peso de materia seca).

Tabla 6.
ariación en el Poder Fertilizante.

sustrato	Materia seca	Materia seca orgánica	N	P₂O₅	K₂O	MgO
Estiércol	6,6	80	6,2	2,7	4,3	0,9
Biol/Biosol	4 a 5	55 a 65	8,6	4,1	7,3	0,4

Nota: Campero, 2012

2.3. Definiciones conceptuales.

2.3.1. Biodigestor.

Fundación Solar (2013), lo define como un sistema impenetrable, dentro del cual se coloca restos de material orgánico, especialmente residuos agrícolas, excrementos o aguas residuales provenientes de

las industrias, entre otros, los cuales permiten así la producción de energía limpia y de bajo costo a partir de recursos renovables.

2.3.2. Estiércol.

Guillermo y Peñafort (2006), señalan que son las deposiciones fecales, compuestas principalmente por agua, heces y orines por lo general suele estar mezclado con minimas cantidades de otras sustancias como paja o restos de alimentos del ganado no digeridos; reconocido como fertilizante gracias a su alta concentración de nitrógeno (N) y materia orgánica, es reconocido como un excelente fertilizante orgánico. El estiércol de vacuno difiere de entre muchas de las especies de animales por su alto contenido en agua, por lo que está relacionada directamente con la cantidad de estiércol producido y su capacidad para concentrarse más o menos.

2.3.3. Composición Química del Estiércol de Ganado Vacuno.

PASOLAC (2000), considera que un vacuno de 300Kg produce 15Kg de excremento fresco cada día con 85% de agua, 0.15% P (P₂O₅), 0.5% N₂, y 0.5% K (K₂O) con una correlación C/N de 19:1. La concentración del estiércol mismo impulsa el crecimiento de la micro y macro fauna en el suelo. Los efectos de la capacidad fertilizante se han observado desde el primer año y se han producido la acumulacion de los mismos el el transcurso de los años, mejorando significativamente el suelo y aportando grandes cantidades de nutrientes..

2.3.4. Aguas Residuales.

OEFA (2014), menciona que a las aguas residuales presnetan características unicas y originalidades en su composicion, ya que reflejan alteraciones debido a las actividades humanas y que, en su propiedad, requieren un tratamiento previo para reducir la carga orgánica, antes de ser reutilizadas, rechazadas en un plano natural o vertidos en las alcantarillas, que se clasifican municipales, domésticas e industriales.

ONU (2017), menciona que estas las propiedades básicas del agua residual muestran un 99% de agua y un 1% de sólidos disueltos totales o coloides. En promedio, los países del mundo realizan el tratamiento cerca del 70% de las aguas residuales que se producen en las industrias, estos valores están representados en un 38% en los países con inversiones altas, el 28% en los países de inversiones moderadas y en los países bajos solamente el 8 % realiza tratamiento de aguas residuales. Estas valoraciones afirman que alrededor de en todo el mundo, aproximadamente el 80% de las aguas residuales se vierten sin ningún proceso de tratamiento.

2.3.5. Biol.

INIA (2008) indica que es el resultado de la fermentación anaeróbica de desechos vegetales, animales y aguas residuales industriales, se ha demostrado que es un biofertilizante orgánico líquido; en ausencia de oxígeno disuelto.

Asimismo, Hernández y Carmen (2013) mencionan las características a destacar en el biol es que no tiene mal olor, es ligeramente alcalino, su pH varía entre 6,9 a 7,5, lo que permite regar en algunos casos directamente a los cultivos, sin tratamiento previo, por presentar en su composición química de N₂ (3,0%), P (1,5%), K (1,0%) y materia orgánica (85%) que es fácilmente absorbida por las plantas, lo que las hace más activas y resistentes.

2.3.6. Temperatura.

Aguinaga (2016) define como un parámetro muy importante, ya que presenta impacto significativo, para el impulso del crecimiento e incremento de la vida acuática, como también sobre las reacciones químicas y la velocidad de reacción, así como la capacidad del agua para diversos usos útiles.

Se señala que la temperatura es uno de los indicadores que determinan la calidad de un recurso hídrico, por lo que influye en la

conducta de otros indicadores de la calidad del agua, como la conductividad eléctrica, el pH, la falta de oxígeno, y otras variables fisicoquímicas. (Rendon, 2013)

2.3.7. pH.

Rivera (2010), lo define como un parametro que demuestara si una sustancia es ácida, neutra o básica, por medio del calculo del número de iones de hidrógeno que se encuentran presentes entre las sustancias. Se estable que los valores se encuentran representadas en una escala a partir de 0 a 14, donde el nivel de escala correspondiente a 7, representa que la sustancia es neutra. Los niveles de pH que se encuentran por debajo de 7 muestran que una sustancia es ácida y los niveles de pH por encima de 7 muestran que es básica.

2.3.8. Sólidos suspendidos totales.

Aguinaga (2016), indica que los sólidos en suspensión son el resultado de la erosión de los suelos, plancton y detritus orgánico. Los sólidos en suspensión como el arena, limo y arcilla por lo general son responsables de la presencia de impurezas visibles en el agua. Los sólidos en suspensión están compuestos por partículas muy pequeñas que no pueden eliminarse mediante separación. Pueden reconocerse observando sus características representativas del agua, incluida la claridad y turbidez del color, olor y sabor,.

2.3.9. Conductividad eléctrica.

Almeida (2007), señala que es parametro indirecto de la cantidad de sólidos disueltos o la cantidad de sales presentes en el agua natural. Los iones en solución poseen cargas negativas y positivas. Estas propiedades aseguran que la resistencia del agua afecte a la corriente y tome un cierto valor. Cuando el agua contiene una gran cantidad de iones disueltos, su conductividad eléctrica aumenta a un ritmo significativo. Cuanto mayor es la conductividad eléctrica del agua, más sólidos o sales se disuelve en el agua.

2.3.10. Demanda Química de Oxígeno.

Arana (2011), Se define como la cantidad de oxígeno (mg/L) requerida para la oxidación química de sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en el agua. Muchos productos orgánicos se oxidan químicamente, por lo que los valores de DQO siempre se expresan como valores superiores a los de DBO₅. Y su composición de materia orgánica: es de proteínas, grasas, carbohidratos y sustancias inorgánicas (nitritos, hierro ferroso, sulfuros, amoníaco y cloruros).

2.3.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Brown (2014), define como la cantidad de oxígeno requerida para degradar la materia orgánica encontradas en la actividad bioquímica aeróbica. Esta descomposición biológica da inicio en un tiempo posterior a los 20 días, por lo que se ha considerado, como medida, realizar una incubación por el periodo de 5 días, a 20°C, en completa oscuridad y en ausencia estricta del aire, en condiciones básicas a un pH de 7 a 7.5 y con proporciones exactas de oligoelementos y nutrientes que permiten el desarrollo de los microorganismos, denominado DBO₅.

2.4. Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis General.

- H_A: El uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., mejora la producción de biol, mediante biodigestores semicontinuos en el Distrito Baños-Huánuco, 2020.
- H₀: El uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., no mejora la producción de biol, mediante biodigestores semicontinuos en el Distrito Baños-Huánuco, 2020.

2.4.2. Hipótesis Específicos.

Para los parámetros físicos

- H_A: El uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., mejora los parámetros físicos del biol producido con biodigestores semicontínuos.
- H₀: El uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., no mejora los parámetros físicos del biol producido con biodigestores semicontínuos.

Para los parámetros químicos

- H_A: El uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., mejora los parámetros químicos del biol producido con biodigestores semicontínuos.
- H₀: El uso de estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., no mejora los parámetros químicos del biol producido con biodigestores semicontínuos.

2.5. Variables.

2.5.1. Variable dependiente.

- Producción de biol.

2.5.2. Variable independiente.

- Estiércol de bovino (*Bos taurus*) de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.
- Suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.

2.6. Operacionalización de variables.

Tabla 7.
operacionalización de Variables.

Título de la Investigación: "Efecto Del Uso De Estiércol De Bovino (<i>Bos taurus</i>) Y El Suero Lácteo De La Industria Inka Milk Jarara S.A.C. En La Producción Del Biol, Mediante El Uso De Biodigestores Semicontínuos En El Distrito Baños - Huánuco, 2020"					
Tesista: Bach. Canteño Borja, Neil Clinton					
VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Estiércol De Bovino (<i>Bos taurus</i>) Y Suero Lácteo De La Industria Inka Milk Jarara S.A.C.	Variable independiente	Estiércol. Residuos sólidos, pecuarios, fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido de nitrógeno y materia orgánica.	Caracterización del estiércol de bovino.	Materia seca, materia orgánica, fósforo, potasio, nitrógeno, óxido de fósforo, óxido de magnesio, óxido de potasio	%
		Suero lácteo. Producto de la unidad de procesamiento de la leche; al ser vertidos a cuerpos receptores genera contaminación del agua y afectación de la biota existente.	Caracterización del suero lácteo.	pH DQO, DBO, temperatura, sólidos suspendidos, conductividad, cloruros, nitratos, nitritos, calcio total, aceites y grasas.	Unidad/pH Mg/L
Producción de Biol	Variable dependiente	Se le denomina biol al producto al producto obtenido como resultado del proceso de digestión anaerobia llevado a cabo dentro de un biodigestor, denominándolo como un compuesto foliar que puede ser utilizado en la agricultura.	Tiempo de fermentación.	Temperatura pH Conductividad eléctrica Sólidos totales disueltos (TDS)	°C Unidad/pH (s/cm ⁻¹) (ppm)
			Parámetros químicos.	Materia seca, Humedad, Materia en base húmeda, Nitrógeno (base húmeda y seca)	%
				Óxido de fósforo, calcio, potasio, sodio, magnesio, cobre, hierro, zinc, manganeso.	Mg/L

CAPITULO III

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación.

3.1.1. Enfoque.

Según (Hernández, et al.; 2018), este estudio muestra un enfoque cuantitativo, debido a la utilización de la estadística, la medición y el análisis de los fenómenos. Además de analizar objetivamente la realidad, contra procesos secuenciales y deductivos, con el fin de obtener resultados, pronósticos y la exactitud de los datos.

3.1.2. Método.

El método es puramente experimental, ya que controla las variables para conocer el resultado (Hernández, et al.; 2018).

3.1.3. Alcance o Nivel.

De acuerdo con el propósito establecido en el estudio, se demuestra lo sucesivo, que según (Hernández, et al.; 2018); los estudios realizados se hallan dentro del nivel experimental, ya que manipula las variables independientes para determinar su efecto sobre las variables dependientes.

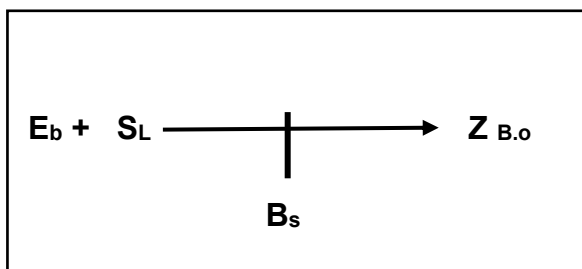
3.1.4. Tipo.

Según (Hernández, et al.; 2018), La investigación se incluye en la categoría de investigación aplicada porque tiene como objetivo resolver problemas del mundo real y satisfacer necesidades.

3.1.5. Diseño de la Investigación

Según (Hernández, et al.; 2018), este estudio proporciona un diseño puramente experimental, con la posibilidad de medir la manipulación voluntaria de una o más variables independientes; También

le permite medir el efecto de la variable independiente sobre las variables dependientes y el control o validez interna de la situación experimental; como se visualiza en la siguiente ecuación:



Dónde:

E_b = Estiércol de bovino (*Bos taurus*) del establo Goñy Marca

S_L = Suero lácteo de la industria láctea Inka Milk Jarara S.A.C

$Z_{B.O}$ = Biol obtenido

B_s . = Biodigestor semicontinuo

Procedimientos antes de la ejecución del proyecto

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población.

La población estuvo determinada, como parte de la caracterización inicial tanto para el estiércol generado por los bovinos del establo Goñy Marca (Kg/día) como también para las cantidades en litros del vertimiento del suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.(L/día), que alimentaron los biodigestores.

Tabla 8
Generación de Estiércol Bovino/Día.

BOVINO	
Generación de estiércol por bovino/día	15 kg/día
Cabezas de bovino en el establo Goñy Marca.	20 Unidades

Nota. Generación de estiércol de bovino en el establo Gony Marca (kg/día)

- Población del estiércol de bovino del establo Goñy Marca.

Se evaluó mediante la siguiente ecuación.

$$E_{Tc} = E_{Pv} * \#V_C$$

Dónde:

E_{Tc} = total de excretas generadas en el establo en un día.

E_{Pv} = promedio de excretas generado por un bovino al día.

$\#V_C$ = número de cabezas de bovino disponible en el establo.

$$E_{Tc} = 15 \text{ kg/v/día} * 20v = 300 \text{ Kg/día.}$$

$$E_{Tc} = 300 \text{ Kg/día.}$$

- Población del suero lácteo de la industria láctea Inka Milk Jarara S.A.C.

500 L/día. De los cuales 200 L/día corresponden al agua residual del suero lácteo.

3.2.2. Ubicación de la Población.

La excreta de bovino (*Bos taurus*) del establo Goñy Marca y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C, se encuentran ubicados en el Caserío el Porvenir S/N a la entrada de los baños termales del Distrito de Baños, Provincia de Lauricocha, Departamento de Huánuco.

Geográficamente a 311423.48E, 888916.018N, zona 18L. a una altitud de 3419 m.s.n.m. (coordenadas UTM). Presentando una humedad referente al 0% (seco) y una temperatura máxima de 16°C y mínima de 3°C y precipitación promedio por día mojado es de 1 milímetro de líquido o precipitación. (Ver figura 4 del anexo)

3.2.3. Instalación del Proyecto.

Para la investigación realizada, se aprovechó un área experimental de 30 m²; (6m de largo x 5m de ancho) de terreno del establo Goñy Marca, ubicado en el Distrito de Baños, Provincia de Lauricocha-Huánuco.

Los 03 biodigestores semicontinuos pertenecientes a la Universidad de Huánuco, fueron instalados en dicha área, para su operación. (ver ilustración 6)

3.2.4. Determinación de la muestra.

Para la determinación de la muestra se empleó un total de 300 kg/día en relación a la población de estiércol en el establo Goñy Marca de la industria láctea Inca Milk Jalala S.A.C. representa un total de 500 L/día como resultado.

Para la presente investigación se utilizó como muestra, 168.67 kg, de estiércol del establo Goñy Marca y de los 500 L/día. de suero lácteo de la industria láctea Inca Milk Jara S.A.C. se tomó como muestra 131.7 L. correspondientes al suero lácteo.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.3.1. Caracterización del Estiércol de Bovino (*Bos taurus*) del Establo Goñy Marca

Se recolectó 168 kg de estiércol de bovino del establo Goñy Marca, posteriormente se realizó una mezcla homogénea de los cuales se recolectó 1kg de estiércol de bovino (*Bos taurus*), que fue analizada respectivamente en el laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; en los siguientes parámetros fisicoquímicos; Ph, materia seca (%), humedad (%), Materia orgánica (%), conductividad (%), cenizas (%), Ca (%), N₂ (%), K (%), Na (%), P (%), C: N (%) y los 167 kg. de la muestra fue empleado, para la alimentación de los biodigestores semicontinuos.

- Materiales y herramientas que se utilizaron en la toma de muestra.
- Recolección de muestra del estiércol
 - 01 Pala pequeña
 - 02 Bolsas pack de 1kg.
 - 01 balde de 20 litros.

Equipos de protección personal (EPP).

- 01 guardapolvo
- 01 par de botas
- 01 par de guantes de látex
- 01 gorro quirúrgico
- 01 mascarilla

3.3.2. Caracterización del suero Lácteo de la Industria Inka Milk Jarara S.A.C.

Para la determinación de los análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del suero lácteo producidos por la industria Inka Milk Jarara S.A.C ubicado en el Distrito Baños, Provincia Lauricocha – Huánuco, se empleó la metodología y el protocolo del laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), donde se plantearon los siguientes análisis de los parámetros físicos y químicos (ver tabla 9).

Tabla 9
Parámetros evaluados del suero lácteo.

PARAMETRO	UNIDAD	TIPO DE EMBASE
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	Plástico
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	Plástico
Ph	Unidades de Ph	Plástico
Temperatura	°C	Plástico
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	Plástico
Sulfatos	mg/L	Plástico
Sólidos Totales	mg/L	Plástico
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Plástico
Calcio	mg/L	Plástico
Magnesio	mg/L	Plástico
Sodio	mg/L	Plástico
Fósforo Total	mg/L	Plástico
Nitrógeno kjeldahl	mg/L	Plástico
Aceites y Grasas	mg/L	Vidrio Plástico

Nota. Parámetros físicos y químicos evaluados del suero lácteo

- Materiales y equipos que se utilizaron en la toma de muestra del suero lácteo.

Para la recolección muestras del suero lácteo.

- 01 balde plástico de 20 litros
- 01 balde plástico 16 litros
- 01 cernidor
- 10 Recipientes plásticas rotuladas de 1L con tapa y contratapa.

- Preservante para DQO: Ácido sulfúrico.
- Cooler
- Cubos de hielo en paquetes plásticas.

Para la protección personal.

- 01 guardapolvo
- 01 gorro quirúrgico
- 01 par de guantes de látex
- 01 mascarilla
- 01 par de botas

3.3.3. Monitoreo del Proceso de la Fermentación Anaerobia.

3.3.3.1. Evaluación de las condiciones de los biodigestores semicontinuo.

Los biodigestores semicontinuos, obtenidos de la Universidad de Huánuco de la escuela Académica profesional de Ingeniería Ambiental; presentaron las siguientes características:

Cada biodigestor tiene 20 galones equivalente a 80 litros, de los cuales el 20% de su capacidad se distribuyó para el biogás (16 L) y el 80% en sustrato (64 L), conformado por estiércol de bovino (*Bos taurus*) del establo Goñy Marca y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. Los cuáles fueron trasladados al Distrito de Baños para el desarrollo del proyecto, por lo que se evaluaron las condiciones físicas que presentan antes del arranque y su operación.

3.3.3.2. Determinar la relación C/N del estiércol de bovino (*Bos taurus*) y el suero lácteo.

Para el inicio de operación de la digestión se procedió a determinar

la relación del contenido de carbono y de nitrógeno de los restos de excretas, lo cual se calculó la correlación C/N de la mezcla empleando la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1.C1*Q1 + C2*Q2 + \dots + Cn*Qn}{N1*Q1 + N2*Q2 + \dots + Nn*Qn}$$

K = C/N de la mezcla de materias primas.

N = % de nitrógeno orgánico presente en cada materia prima.

C = % de carbono orgánico presente en cada materia prima.

Q = Peso fresco de la materia, expresado en kilos o toneladas.

Obteniéndose una relación C/N, de 11.26%

Por lo que se trabajó con proporciones volumétricas y se determinó los parámetros: Densidad (D), Masa (M) y Volumen (V) a partir de la fórmula:

$$D = M/V$$

Enunciando la masa en kilos (k) o toneladas (t) y el volumen en litros (L) o metros cúbicos (m³).

Una vez conocida la relación C/N se procedió a aplicar la metodología de mezcla que utilizó (Noreña Alvarado, 2018) en su investigación, donde realizó una mezcla de 1:3 en resumen que por cada 1kg de estiércol de bovino (*Bos taurus*) del establo Goñy Marca se adicionó 3 kg de agua residual de la industria láctea (suero lácteo) equivalente a 3 L de agua residual, para cada biodigestor instalado en el área del proyecto.

- Biodigestor N°01 = 21.3 Kg de excreta de bovino (*Bos taurus*) + 42.7 L de Suero Lácteo

- Biodigestor N°02 = 21.3 Kg de excreta de bovino (*Bos taurus*) + 42.7 L de Suero Lácteo
- Biodigestor N°03 = 21.3 Kg de excreta de bovino (*Bos taurus*) + 42.7 L de Suero Lácteo

3.3.3.3. Operación del proceso.

Se tomó en cuenta el proceso de la biodigestión anaerobia, los cuales presentan las fases de hidrólisis, acidogénica o fermentativa, acetogénica y metanogénica, por lo que se efectuó el monitoreo frecuente de los parámetros de temperatura interna de los biodigestores (°C), temperatura ambiental (°C), sólidos totales disueltos (ppm), conductividad eléctrica (us/cm⁻¹) y pH.

Para la operación del biodigestor semicontinuo se establecieron dos periodos de carga las cuales son: de 30 y 60 días, al 8% y 9%.

- A los 30 días: 5.12 Kg de sustrato (1.70 kg de excreta de bovino (*Bos taurus*) del establo Goñy Marca + 3.42 litros de suero lácteo).
- A los 60 días: 5.76 Kg de sustrato (1.92 kg de estiércol de bovino (*Bos taurus*) del establo Goñy Marca + 3.84 litros de suero lácteo).

PROCEDIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.3.3.4. Equipos de Medición y de Recolección de Datos del Biol.

Los datos se recopilaron en el campo utilizando los siguientes equipos de medición:

- Multiparámetro (pH, Temperatura interna (°C y °F), us/cm⁻¹ y ppm)
- Termómetro ambiental (°C, rango: De -40°C a +50°C)
- Cuadernillo de campo (Libreta de apuntes)
- Fichas técnicas (Ver cuadro 15 del Anexo)

3.3.4. Recolección y Análisis de los Parámetros Físicos y Químicos del Biol.

Para recolectar muestras de biol de cada biodigestor de tipo semicontinuo, se realizó lo siguiente:

- Paso 1: Se recolectó la muestra de biol en botellas de plástico, brindados por el laboratorio acreditado.
- Paso 2: Se rotularon las muestras de biol.
- Paso 3: Las muestras fueron enviadas al laboratorio, donde se realizaron los siguientes análisis de los parámetros físicos y químicos. humedad (%), materia seca (%), ceniza en base húmeda (%), materia orgánica en base húmeda (%), nitrógeno (en base seca %), nitrógeno (en base húmeda %), óxido de fósforo (P_2O_5), sodio (mg/L_{Biol}), calcio (mg/L_{Biol}), potasio (mg/L_{Biol}), magnesio (mg/L_{Biol}), zinc (mg/L_{Biol}), cobre (mg/L_{Biol}), hierro (mg/L_{Biol}), y manganeso (mg/L_{Biol}).

3.3.5. Técnicas para la Presentación de Datos del Biol.

Procedimientos de Recolección de Datos del Biol.

La recopilación de datos se llevó a cabo durante 30 y 60 días utilizando fichas técnicas e instrumentos de medición.

Procedimientos de Elaboración de Datos del Biol.

Los datos que se adquirieron del monitoreo del biol, aplicado durante el periodo de 30 y 60 días; fueron adquiridos mediante el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, posterior a su análisis correspondiente.

PROCEDIMIENTOS DESPUÉS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.4. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

3.4.1. Para el Análisis e Interpretación de los Datos del Biol.

Para el procesamiento se tomó como referencia el método utilizado por (Noreña, 2018) en su trabajo de investigación, en la que planteó un esquema completamente al azar (DCA) de 01 proceso con tres iteraciones y utilizó el siguiente esquema de observación:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

J= 1, 2, 3 repeticiones

i= 1 tratamiento

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta que se obtiene de unidad experimental que recibió el i-ésimo tratamiento y la j-ésima repetición.

U = Media aritmética general de la población

E_{ij} = Efecto de la j-ésima unidad experimental a la que se le aplicó el i-ésimo tratamiento (error experimental).

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

Para la comparación de medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tuckey, con un nivel de confianza del 95% (Steel y Torrie, 1988).

Para la interpretación de la varianza, se utilizó el ANOVA, para la comparación de medias.

Se verificó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk y la uniformidad de la varianza se verificó con la prueba de Levene. Si los datos no cumplen con los supuestos de varianza del análisis

paramétrico, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, cuyo modelo se muestra a continuación.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{RC^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Donde:

N = Tamaño total de la muestra

H = Valor estadístico de la prueba de Kruskal – Wallis

Rc2 = Sumatoria de los rangos elevados al cuadrado ni = Tamaño de la muestra de cada tratamiento

Se utilizó la prueba de Dan ($\alpha = 0,05$) para calcular la diferencia media significativa entre las repeticiones.

4. CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. De los parámetros físicos y químicos del biol

En la tabla 10, muestra los resultados del estudio de los parámetros físicos y químicos del biol como son: Temperatura ambiental ($T^{\circ}A^{\circ}$), temperatura interna ($T^{\circ}I^{\circ}$), pH, conductividad eléctrica (σE), solidos totales en suspensión (SST), materia orgánica (MO) y ceniza (CZ); se puede observar que, no existe diferencia estadística significativa para los parámetros de ($T^{\circ}A^{\circ}$), ($T^{\circ}I^{\circ}$), pH, (σE), (SST) y (MO), asimismo se observa la diferencia estadística significativa para el parámetro de ceniza $p < 0,05$.

Tabla 10

Resultados del Análisis de los Parámetros Físicos y Químicos del Biol

Tiempo	Biodigestor	$T^{\circ}A^{\circ}$	$T^{\circ}I^{\circ}$	pH	σE	SST	MO	CZ
		%	%	%	%	%	%	%
30	1	14,38 ^a	14,43 ^a	4,64 ^a	914,67 ^a	442,29 ^a	1,069 ^a	1,284 ^a
30	2	14,38 ^a	14,35 ^a	4,65 ^a	916,12 ^a	498,19 ^a	1,452 ^a	1,602 ^a
30	3	14,38 ^a	14,18 ^a	4,94 ^a	1140,53 ^a	473,12 ^a	1,66 ^a	1,738 ^c
60	1	15,70 ^a	15,92 ^a	4,76 ^a	1065,51 ^a	583,53 ^a	1,124 ^a	1,276 ^b
60	2	15,70 ^a	15,41 ^a	4,78 ^a	1105,5 ^a	627,93 ^a	0,546 ^a	1,521 ^a
60	3	15,70 ^a	15,39 ^a	5,83 ^a	1008,56 ^a	593,7 ^a	1,607 ^a	1,745 ^c
P-Valor		0,9999	0,6667*	0,2000*	0,7571	0,8678	0,3217	0,0019

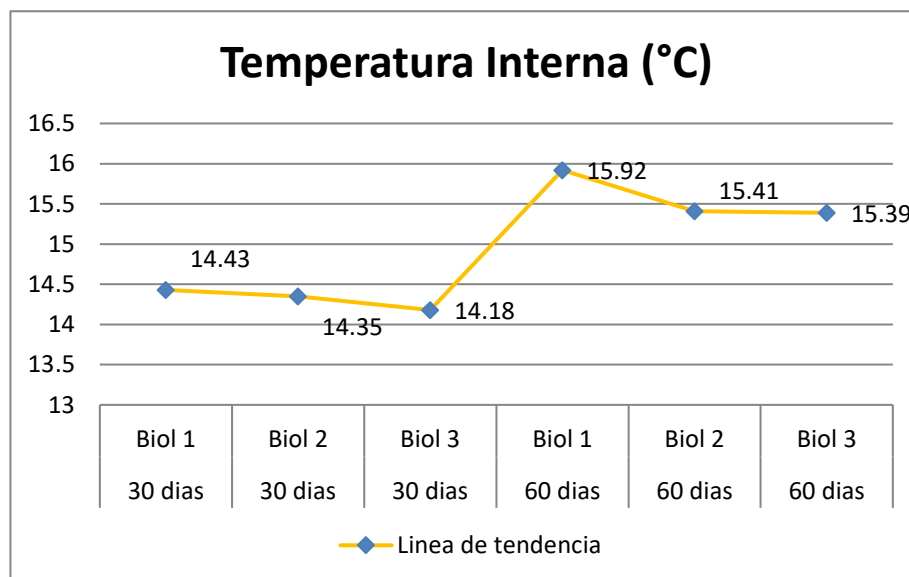
Nota. Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según el prueba de Tuckey $p < 0.05$) y Prueba de Dunn ($p < 0.05$),*(Test de Kruskal wallis), $T^{\circ}A^{\circ}$ = Temperatura ambiental, $T^{\circ}I^{\circ}$ = Temperatura interna, σE = Conductividad eléctrica, SST= Solidos totales en suspensión, MO= Materia orgánica, CZ= Ceniza.

4.1.1. Comportamiento de la temperatura interna en el biodigestor ($T^{\circ}I^{\circ}$)

La figura 4. Se logra observar la conducta de las medias de los días de evaluación, de la variable temperatura interna (TI), donde tiene una

tendencia a subir su valor a partir del día 60, teniendo una influencia significativa sobre la media de los demás parámetros evaluados.

Figura 4
Comportamiento de la Temperatura Interna ($T^{\circ}I^{\circ}$)

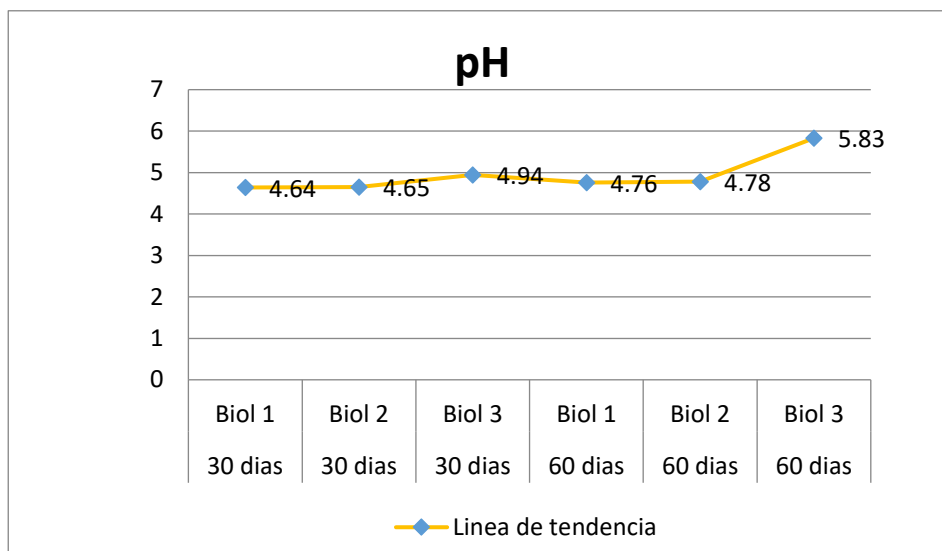


Nota. Comportamiento de la temperatura interna ($T^{\circ}I^{\circ}$) por el periodo de 60 días

4.1.2. Comportamiento del pH en el biodigestor

La figura 5. Se puede observar el comportamiento de los valores de la variable pH, durante los días de evaluación se puede observar que su tendencia es de aumentar su valor volviéndose cada vez más alcalina. Así mismo el pH, no reportó diferencia estadística significativa con respecto a su media.

Figura 5
Comportamiento del Potencial de Hidrogeno (pH)

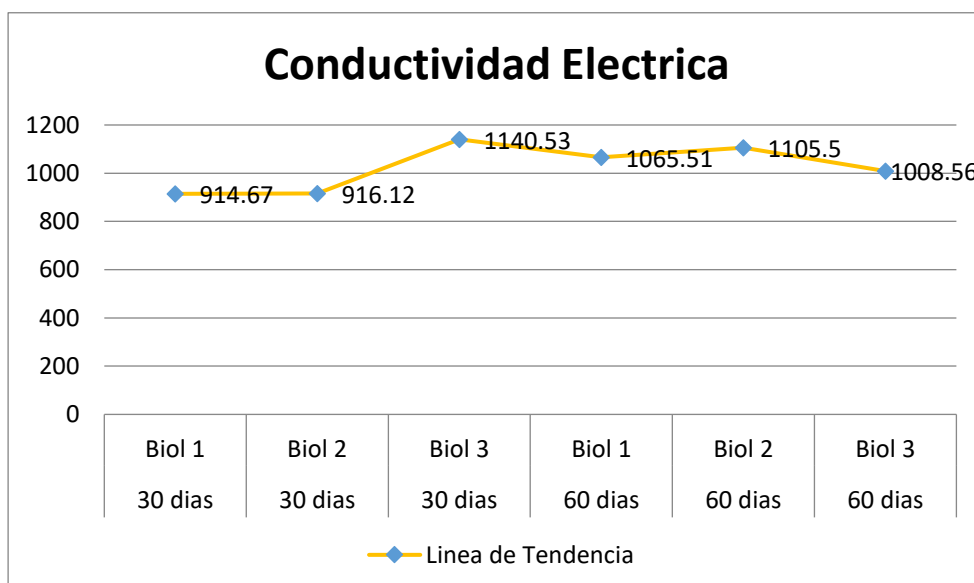


Nota. Comportamiento del Potencial de Hidrogeno (pH) por el periodo de 60 días

4.1.3. Comportamiento de la conductividad eléctrica (σE)

La figura 6. Se puede observar el comportamiento de la media de los días de evaluación, del parámetro de la conductividad eléctrica (σE), parámetro de mucha importancia para el intercambio iónico que ocurre durante el proceso de producción del biol, su tendencia a subir su valor a partir del día 30 hasta el día 60, luego se nivela y empieza a descender.

Figura 6
Comportamiento de la Conductividad Eléctrica (σE)



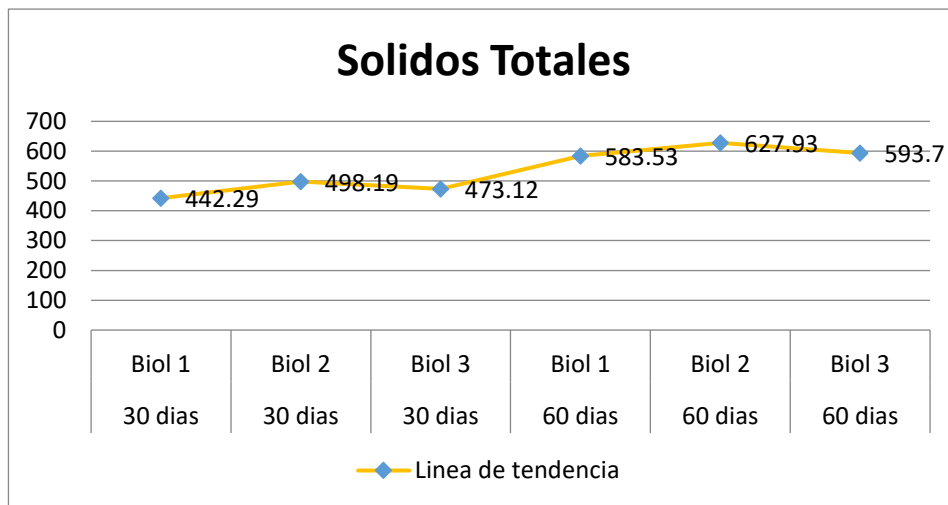
Nota. Comportamiento de la Conductividad Eléctrica (σE) por el periodo de 60 días

4.1.4. Comportamiento de los sólidos totales en suspensión (SST)

La figura 7. Se observa el comportamiento de los valores de la media de la variable sólidos totales en suspensión (SST), de mucha relevancia en la producción de bioles, su tendencia es de aumentar su valor con el tiempo, sin embargo, no reporta diferencia estadística significativa.

Figura 7

Comportamiento de los Sólidos Totales en Suspensión (SST)

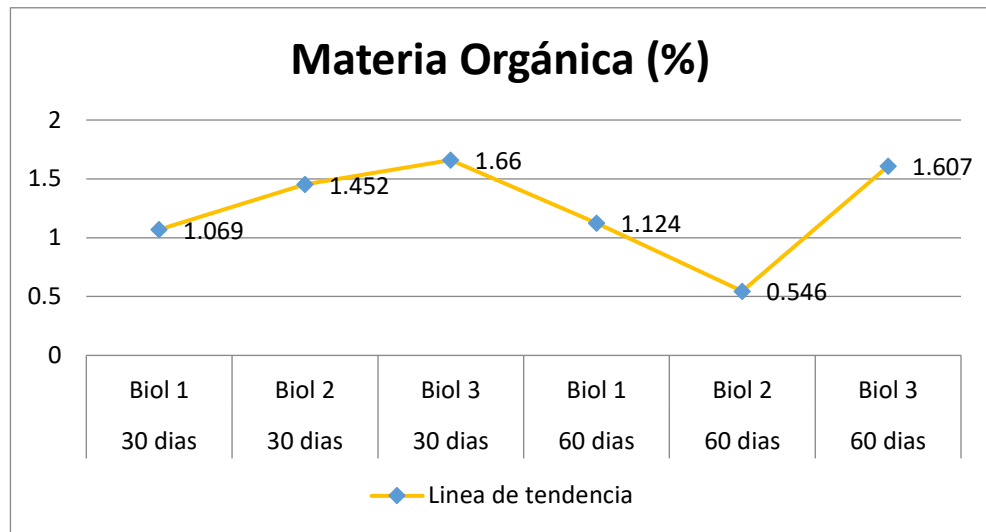


Nota. Comportamiento de los Sólidos Totales en Suspensión (SST) por el periodo de 60 días

4.1.5. Comportamiento de la materia orgánica (MO)

La figura 8. Muestra el comportamiento de los valores del material orgánico durante el periodo de evaluación, así mismo según el cuadro 10, se puede observar que no existe incompatibilidad estadística significativa entre los tratamientos con relación a sus medias, sin embargo, su tendencia es de aumentar su valor a medida que el tiempo transcurre.

Figura 8
Comportamiento de la Materia Orgánica (MO)

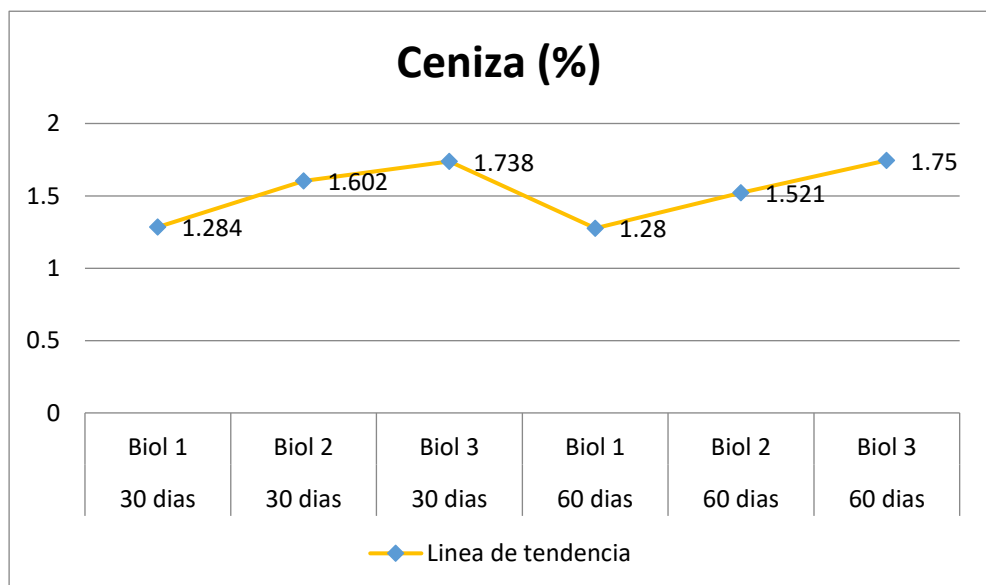


Nota. Comportamiento de la Materia Orgánica (MO) por el periodo de 60 días

4.1.6. Comportamiento de la ceniza (CZ)

Según la figura 9. Se observa el comportamiento de los valores de la variable ceniza, importante para la determinación del contenido de minerales en el biol, su tendencia es de aumentar su contenido cuando va a transcurriendo el tiempo, la ceniza (CZ), muestra diferencia estadística significativa $p < 0,05$ con respecto a sus medias.

Figura 9.
comportamiento de la ceniza (CZ)



Nota. Comportamiento de la ceniza (CZ) por el periodo de 60 días

4.2. De los parámetros químicos del biol – minerales

En la tabla 11. Se observa los resultados de los parámetros químicos del biol como son: Nitrógeno (N), potasio (K), oxido de fosforo (P_2O_5), calcio (Ca), zinc (Zn), sodio, (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mg) y manganeso (Mn), en el cual solo se reporta diferencia estadística significativa para la variable de Zinc durante el tiempo de evaluación.

La presencia de los minerales en la producción del biol permite que exista una dinámica de intercambio iónico durante el tiempo de fermentación, cada mineral tiene una función específica y constante en el biol orgánico.

Tabla 11*Resultados del análisis de los parámetros químicos del biol.*

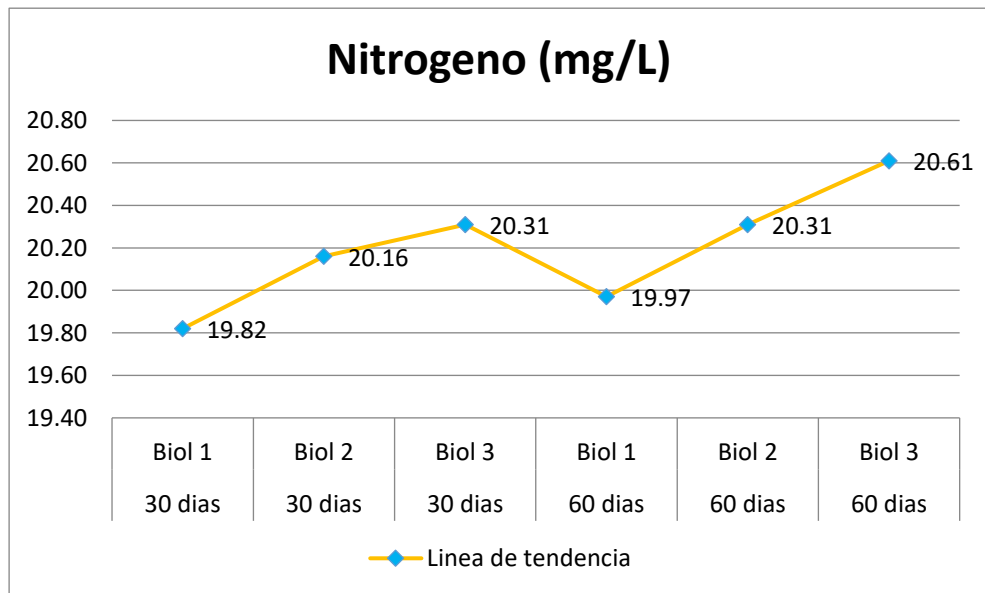
Tiempo	BIOL	N	P2O5	Ca	K	Na	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	Nota. Letras distintas en la misma columna indican una
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
30 Días	Biol 1	19,82 ^a	60,4 ^a	28,12 ^a	22,13 ^a	37,56 ^a	3,89 ^a	31,05 ^a	6493,5 ^a	12,08 ^a	475,15 ^a	
	Biol 2	20,16 ^a	60,82 ^{ab}	28,44 ^a	22,21 ^b	37,62 ^a	3,91 ^a	31,45 ^a	6506,01 ^a	12,28 ^a	493,90 ^b	
	Biol 3	20,31 ^a	61,54 ^b	28,71 ^a	22,28 ^b	37,65 ^a	3,93 ^a	31,52 ^a	6542,5 ^a	12,57 ^a	494,95 ^b	
60 Días	Biol 1	19,97 ^a	60,42 ^a	29,08 ^a	22,16 ^a	38,07 ^a	3,91 ^a	31,2 ^a	6542,5 ^a	12,71 ^a	475,70 ^a	
	Biol 2	20,31 ^a	61,28 ^{ab}	29,12 ^a	22,23 ^b	38,12 ^a	3,91 ^a	31,55 ^a	6547,55 ^a	12,68 ^a	492,70 ^a	
	Biol 3	20,61 ^a	61,87 ^b	29,09 ^a	22,3 ^b	38,71 ^a	3,91 ^a	32,1 ^a	6555,5 ^a	13,21 ^a	497,05 ^a	
P-Valor		0,0717	0,0258	0,8444	0,0077	0,7707	0,3536	0,1494	0,5538	0,0667*	0,0005	

discrepancia significativa según el prueba de Tuckey $p < 0.05$) y Prueba de Dunn ($p < 0.05$),*(Test de Kruskal wallis), T°A°= Temperatura ambiental, N=Nitrogeno,P₂O₅=Oxido de fosforo, Ca=Calcio, K=Potasio, Na= Sodio, Mg= Magnesio, Cu=Cobre, Fe= Hierro, Zn= Zinc, Mn= Manganeso

4.2.1.1. Comportamiento del Nitrógeno (N)

En la figura 10. Se observa el comportamiento del orgánico durante los días de fermentación para producción del biol, estadísticamente no significativa $p > 0,05$ pero con una tendencia a subir su valor cuanto más tiempo transcurre, se menciona también que la concentración del nitrógeno en el biol es una variable de vital importancia en el biol para su contenido nutricional.

Figura 10
Comportamiento del Nitrógeno (N)



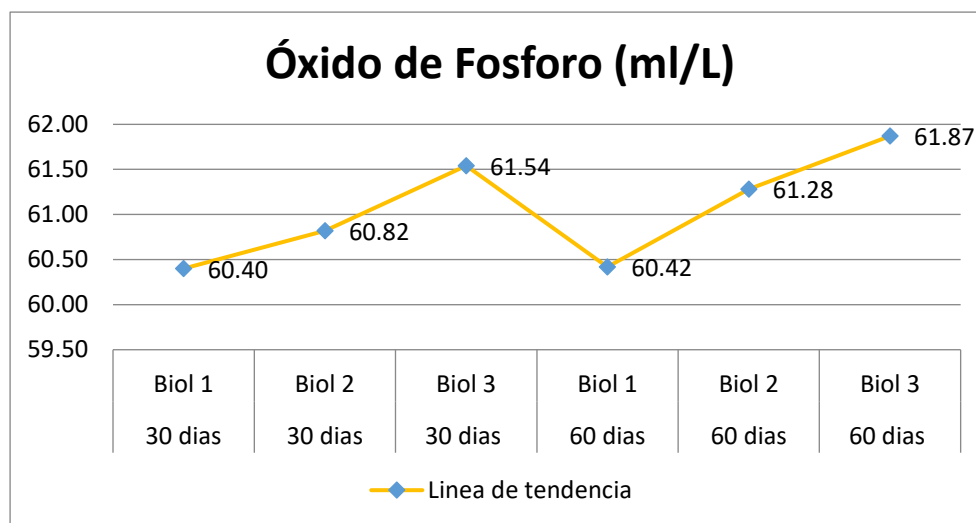
Nota. Conducta del Nitrógeno (N) por el periodo de 60 días

4.2.2. Comportamiento del óxido de Fósforo (P_2O_5)

En la figura 11. Se muestra que no existe diferencia estadística significativa entre los días de evaluación con relación a sus medias para la variable de óxido de fosforo (P_2O_5), sin embargo, los reportes nos indican una tendencia de aumento durante los días de evaluación, a los 30 días inicio con un valor de 6,40 mg/L, luego a los 60 días obtuvo un valor de 61,87 mg/L, lo que nos indica un incremento de 1,87% con respecto a su valor inicial.

Figura 11

Comportamiento del óxido de Fósforo (P₂O₅)



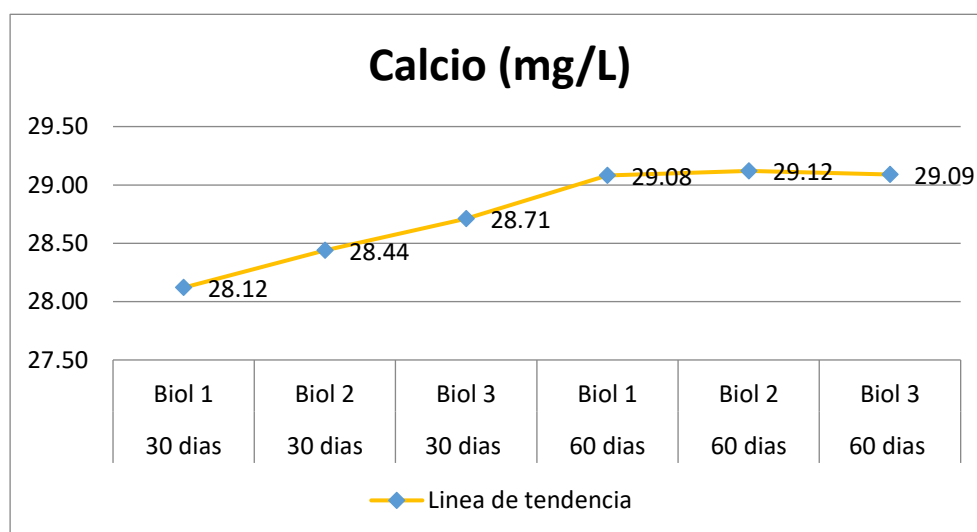
Nota Comportamiento del óxido de Fósforo (P₂O₅) por el periodo de 60 días

4.2.3. Comportamiento del Calcio (Ca)

En la figura 12. Se observa el comportamiento de los valores de los bioles de variable calcio (Ca) con tendencia a aumentar su valor durante los días de tratamiento, iniciando con un valor de 28,12mg/L a los 30 días y reportando un valor de 29,09 mg/L a los 60 días de evaluación. El ion calcio es muy importante para el intercambio catiónico que ocurre durante la fermentación del biol.

Figura 12

Comportamiento del Calcio (Ca)

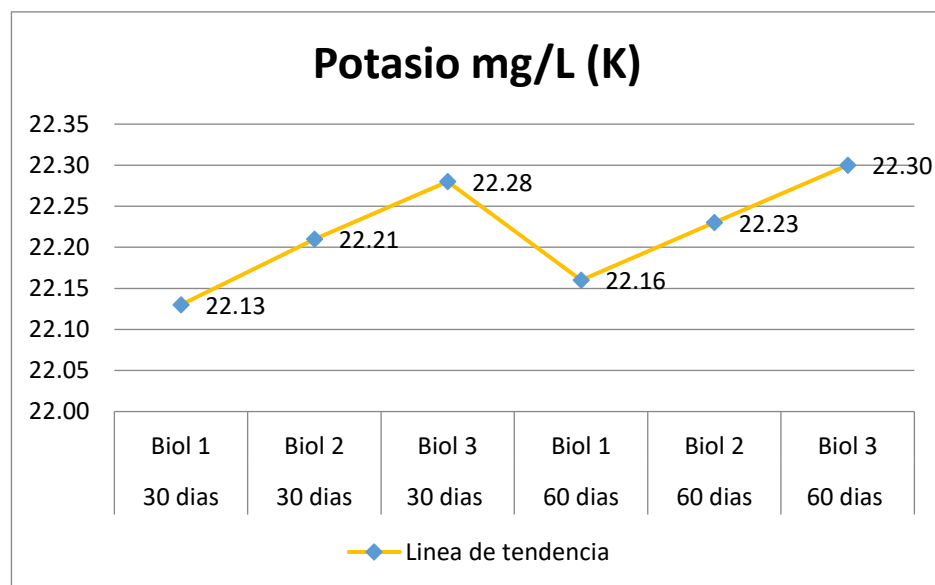


Nota. Comportamiento del Calcio (Ca) por el periodo de 60 días

4.2.4. Comportamiento del Potasio (K)

La figura 13. Nos muestra la comparación de los valores de los bioles durante los días de evaluación para la variable calcio (Ca), donde existe una tendencia de aumento con respecto a su valor inicial. Asimismo, en el cuadro 11, se puede visualizar que no existe diferencia estadística significativa en el tiempo que fue evaluado.

Figura 13
Comportamiento del Potasio (K)

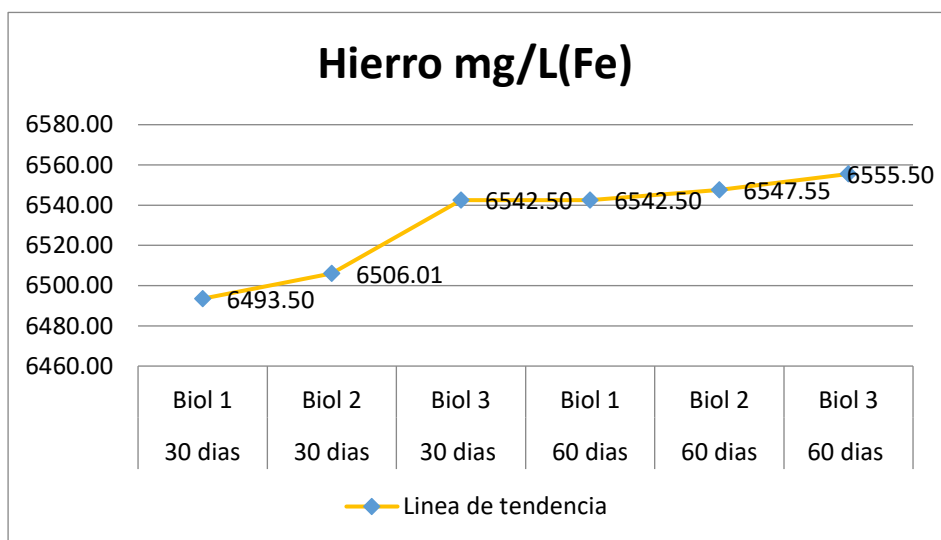


Nota. Conducta del Calcio (Ca) durante 60 días

4.2.5. Comportamiento del Hierro (Fe)

La figura 14. Nos muestra la comparación de los valores de los bioles durante los días de evaluación siendo la media 65,14 mg/L a los 30 y 6548,52 mg/L a los 60 días para la variable Hierro (Fe), con una tendencia a su aumento, pero sin mostrar diferencia estadística significativa tal como se muestra en el cuadro 11.

Figura 14
Comportamiento del Hierro (Fe)



Nota. Conducta del Hierro (Fe) por el periodo de 60 días

4.3. De la caracterización del estiércol de ganado vacuno (*Bos taurus*)

En la tabla 12. Se puede observar la caracterización de los parámetros físicos y químicos, del estiércol de ganado vacuno donde reporta los siguientes valores para la materia orgánica en base seca (MOBS); 72,21%, ceniza en base seca (CZBS); 27,79%, nitrógeno (N); calcio (Ca); 2,767%, 1.96%, potasio(K); 2,154%, oxido de fosforo (P_2O_5); 5,849%, magnesio (Mg); 0,379, sodio (Na); 3,645, cobre (Cu); 31ppm, Hierro (Fe); 6454ppm, Zinc (Zn); 11 y manganeso (Mn); 471.

Tabla 12
Resultados de la Caracterización del Estiércol del Ganado Vacuno

	MOBS	CZBS	N	P_2O_5	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
Estiércol de ganado vacuno	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
	72,21	27,79	1,96	5,849	2,767	0,579	2,154	3,643	31	6454	11	471

Nota. MOBS=Materia orgánica base seca, CZBS=Ceniza base seca, N=Nitrógeno P_2O_5 =Oxido de fosforo, Ca=Calcio, K=Potasio, Na= Sodio, Mg= Magnesio, Cu=Cobre, Fe= Hierro, Zn= Zinc, Mn= Manganeso

4.4. De la caracterización del suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.

En la tabla 13. Se puede observar la caracterización de los parámetros físicos y químicos, *del suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.*, donde reporta los siguientes valores para aceites y grasas; 473 mg/l, DBO₅; >10000 mg/l, Ph; 5.72; sólidos totales, >10000 mg/l; sólidos totales en suspensión, 4870 mg/l; nitrógeno Kjeldalh, >100; calcio, 532 mg/l; fósforo, 450 mg/l; magnesio, 101 mg/l; potasio, >2000 mg/l; sodio, >2000 mg/ y alcalinidad; 924mg/l.

Tabla 13
Resultados de la caracterización del suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.

	Aceites y grasas	DBO ₅	pH	Sólidos Totales	Sólidos Totales en Suspensión	Nitrógeno Kjeldalh	Ca	P	Mg	K	Na	Alcalinidad
	mg/L	mg/L	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Suero Lácteo	473	>10000	5.72	>10000	4870	>100	532	450	101	>2000	>2000	924

Nota. DBO₅= Demanda Bioquímica de Oxígeno, Ca= Calcio, P= Fósforo, Mg= Magnesio, K= Potasio, Na=Sodio

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Parámetros físicos y químicos del biol

Se observa en la figura 4, los valores para el parámetro de temperatura interna (T°) de los biodigestores a los 30 días registraron: 14.43 °C, 14.35 °C y 14.18 °C ; y a los 60 días: 15.92 °C, 15.41 °C y 15.39 °C respectivamente; mostrando un comportamiento en el aumento de la temperatura interna entre los 30 y 60 días, se asume que este incremento de temperatura es un factor importante en el proceso de metanogénesis, debido a que define el crecimiento de los microorganismos y acelera el proceso de biodigestión anaerobia, tal como lo menciona, Vanero (2011).

Asimismo, los resultados obtenidos coinciden con lo mencionado por Aguinaga (2016), quien indica que la temperatura en forma ascendente, es un indicador de la calidad del biol y que influye en las variables fisicoquímicas para la biodigestión anaerobia.

A su vez el rango en el que se encuentra la temperatura interna (T°), es el Psicofílico ($T < 15^{\circ}\text{C}$) y el Mesofílico ($15 < T < 45^{\circ}\text{C}$), tal como lo menciona Guevara (2014), donde el Mesofílico es el rango óptimo para la biodigestión anaerobia.

En la figura 5, los valores para el parámetro pH del biol producido a los 30 días registraron: 4.64, 4.65 y 4.94; y a los 60 días: 4.76, 4.78 y 5.83 respectivamente, obteniéndose un promedio de 4.74 a los 30 días y 5.12 a los 60 días; estos promedios obtenidos no coinciden con el rango que menciona Scriban (1985), quien indica que el valor óptimo para la biodigestión anaerobia es de 6.8 – 7.4, siendo el pH neutro el ideal.

Asimismo, los resultados obtenidos no coinciden con los de Botero & Preston, (1987), quienes obtuvieron un pH de 7.5 en la producción de biol a partir de excretas.

En la figura 6, los valores para el parámetro de conductividad eléctrica (σE) presentan un comportamiento ascendente a los 30 días, registrando valores de 914.67 us/cm⁻¹, 916.12 us/cm⁻¹ y 1140.53 us/cm⁻¹; a los 60 días los valores descienden registrando. 1065.51 us/cm⁻¹, 1105.5 us/cm⁻¹ y 1008.56 us/cm⁻¹ respectivamente; estos valores coinciden con lo mencionado por Noreña (2018), quien indica que la conductividad eléctrica disminuye cuando el proceso de biodigestión anaerobia ha concluido, debido a la no presencia de materia orgánica para descomponer por los microorganismos anaeróbicos.

Asimismo, Aguinaga (2016), señala que cuanto mayor sea la conductividad del biol, mayor es la cantidad de sólidos totales o sales disueltas en ella, es por eso que se afirma lo mencionado por Noreña (2018).

En la figura 7, los valores para el parámetro de sólidos totales en suspensión (SST), a los 30 días registraron los valores de 442.29 ppm, 498.19 ppm y 473.12 ppm; mientras que a los 60 días; 583.53 ppm, 627.93 ppm y 593.7 ppm respectivamente, presentando un comportamiento descendente; estos valores no coinciden con los resultados obtenidos por David (2015), quien obtuvo biol a partir de residuos agrícolas, registrando 0.270 ppm y 0.208 ppm de sólidos totales en suspensión (SST).

En la figura 8, se observa dos promedios del parámetro materia orgánica (MO); a los 30 y 60 días, se registraron 1.393 % y 1.638 % respectivamente; indicando un ligero incremento de materia Orgánica en la composición de los bioles. Estos promedios difieren de lo obtenido por Botero Botero & Preston, (1987), quienes a partir excretas y utilizando biodigestores obtuvieron bioles con 8.5 % de materia orgánica (M.O.), quien indica que mientras menos sea el porcentaje de este parámetro, el biol obtenido no es apto para utilizarlo como un posible foliar.

En la figura 9, se registraron a los 30 días valores de 1.284 %, 1.602 % y 1.738 %, relativamente de forma ascendente para el parámetro de

cenizas (CZ); de igual manera ocurrió a los 60 días, que se registraron valores de 1.28 %, 1.521 % y 1.75 %; siendo este último la concentración final de ceniza para los bioles obtenidos al final del proceso de biodigestión anaerobia; sin embargo, el porcentaje final de cenizas, se encuentra por debajo de lo obtenido por Gordón (2013), quien a partir de suero de leche elaboró abono orgánico (biol) y registró 2.38 % en cenizas (CZ), definiéndolo como un parámetro importante para la productividad agrícola.

PARÁMETROS QUÍMICOS DEL BIOL – MINERALES

En la figura 10, el parámetro de Nitrógeno (N), registró valores similares de forma ascendente en la composición de los bioles obtenidos, registrándose los siguientes promedios entre los 30 y 60 días: 19.89 mg/L, 20.23 mg/L y 20.46 mg/L respectivamente, los valores obtenidos coinciden relativamente con lo obtenido por Botero Botero y Preston (1987), quien estableció un manual de biodigestores que indica que el nitrógeno (N) abarca 2.6 % del biol obtenido, asimismo coincide con lo mencionado por Noreña (2018), quien registró valores óptimos de 24.32 mg/L de nitrógeno en el biol obtenido a partir de estiércol de cuy y aguas residuales, mediante biodigestores de tipo semicontinuo., señalando que el biol es apto como componente foliar en la agricultura.

En la figura 11, el parámetro de óxido de fosforo (P_2O_5), registró valores de forma ascendente en la composición de los bioles obtenidos, registrándose los siguientes promedios entre los 30 y 60 días: 60.41mg/L, 61.05 mg/L y 61.70 mg/L respectivamente.

En la figura 12, el parámetro de calcio (Ca), registró valores de forma ascendente en la composición de los bioles obtenidos, registrándose los siguientes promedios entre los 30 y 60 días: 28.6 mg/L, 28.78 mg/L y 28.9 mg/L equitativamente, valores que no se encuentran dentro del rango de inhibidores de la fermentación que es de 2500-4500 mg/L, como lo indica Guevara (2014), indicando que el proceso de biodigestión anaerobia se concluyó de manera satisfactoria.

En la figura 13, el parámetro de potasio (K), registró valores similares de forma ascendente en la composición de los bioles obtenidos, registrándose los siguientes promedios entre los 30 y 60 días: 22.14 mg/L, 22.22 mg/L y 22.29 mg/L respectivamente, estos valores coinciden con los datos obtenidos por Sandoval (2006), quien obtuvo 1.0 % en la concentración del biol obtenido a partir del uso de biodigestores, menciona además que este parámetro es un gran potencial para el desarrollo de las plantas. Asimismo, Paucar (2015), indica que el buen biol presenta en su concentración un 50 % de nitrógeno(N₂), fósforo (P) y potasio (K).

En la figura 14, el parámetro de hierro (Fe), registró valores similares de forma ascendente al principio y luego se homogeniza, teniendo resultados en la composición de los bioles obtenidos, registrándose los siguientes promedios entre los 30 y 60 días: 6518 mg/L, 6524.25 mg/L y 6549 mg/L respectivamente, coincidiendo con los valores obtenidos por Gordon (2013), además menciona que el uso de suero de leche para la elaboración de biol, produce un producto final alto en elementos nutricionales como el fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), hierro (Fe) zinc (Zn) y manganeso (Mn).

5.2. Parámetros de la caracterización del estiércol de ganado vacuno

En la tabla 12, se puede observar la caracterización de los parámetros físicos y químicos, del estiércol de ganado vacuno donde reporta los siguientes valores para la materia orgánica en base seca (MOBS); 72,21%, ceniza en base seca (CZBS); 27,79%, nitrógeno (N₂); 1.96%, óxido de fósforo (P₂O₅); 5,849%, calcio (Ca); 2,767%, potasio(K); 2,154%, magnesio (Mg); 0,379, sodio (Na); 3,645, cobre (Cu); 31ppm, Hierro (Fe); 6454ppm, Zinc (Zn); 11 y manganeso (Mn); 471. De los cuales los valores obtenidos no se encuentran dentro de los rangos inhibidores de la fermentación anaerobia, entre los cuales se registran a continuación, para: cobre (100mg), potasio (2500-4500 mg/L), sodio (3500-5500 mg/L) y calcio (2500-4500 mg/L), tal y como lo menciona la FAO (1986).

5.3. Parámetros de la caracterización del suero lácteo de la industria inka milk jarara s.a.c.

En la tabla 13. Se puede observar la caracterización de los parámetros físicos y químicos, del suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C., donde reporta los siguientes valores para aceites y grasas; 473 mg/l, DBO₅; >10000 mg/L, Ph; 5.72; sólidos totales, >10000 mg/L; sólidos totales en suspensión, 4870 mg/l; nitrógeno Kjeldalh, >100; calcio, 532 mg/L; fósforo, 450 mg/L; magnesio (Mg), 101 mg/L; potasio (k), >2000 mg/L; sodio (Na), >2000 mg/L y alcalinidad; 924mg/L. De los cuales los valores alcanzados no se encuentran dentro de los rangos inhibidores de la fermentación anaerobia, entre los cuales se registran a continuación: para nitrógeno(N) (0.05 mg/L), sodio (Na) (3500 – 5500 mg/L), potasio (K) (2500 – 4500 mg/L) y calcio (Ca) (2500-4500 mg/L).

CONCLUSIONES

Se evaluó el estiércol de bovino (*Bos taurus*) obteniendo valores de materia orgánica en base seca (MOBS); 72,21% que en comparación con el manual de la FAO(2013), los valores óptimos deberían encontrarse por debajo del 60% ya que estos valores conllevarían a un proceso de anaerobiosis, ceniza en base seca (CZBS); 27,79%, óxido de fósforo (P_2O_5); 5,849%, nitrógeno (N); 1.96%, calcio (Ca); 2,767%, encontrándose en el rango óptimo de inhibidores que registra desde 2500-4500 mg/L, magnesio (Mg); 0,379, potasio(K); 2,154% se encuentra por debajo del rango de inhibidores, lo correcto que debió registrar fue el siguiente rango que va desde 2500-4500 mg/L, sodio (Na); 3,645 se encuentra en el correcto rango de los inhibidores que establece de 3500-5500 mg/L, cobre (Cu); 31ppm registrando un valor óptimo menor a 100 ppm como indica el registro de inhibidores, Hierro (Fe); 6454ppm, Zinc (Zn); 11 y manganeso (Mn); 471, con respecto al suero lácteo se registró; nitratos, <0.52 mg/L valor óptimo menor a 0.05 mg/ml; aceites y grasas, 473 mg/L; DBO_5 , >10000 mg/L; DQO, >5000; pH,5.72; Sólidos totales, >10000 mg/L, Sólidos totales en suspensión, 4870 mg/L; Fósforo total, 450 mg/L; Magnesio total, 101 mg/L; Potasio total, >2000 mg/L y Sodio total, >2000 mg/L para ambos valores lo correcto debió registrar 2500-4500 mg/L y 3500-5500 mg/L; mediante la utilización de biodigestores semicontinuos, se obtuvo como resultado positivo en la obtención del biol, que registró valores promedios óptimos de 20.19 mg/L de Nitrógeno (N_2), 61.38 mg/L de óxido de fósforo (P_2O_5) y 22.21 mg/L de Potasio (K).

Se determinó los parámetros físico-químicos del biol luego de 60 días, los cuales fueron valores óptimos que se encuentran dentro de los porcentajes de concentración para ser utilizados como posible componente foliar en la agricultura.

En los parámetros físicos se obtuvo; para la Temperatura ambiental ($T^{\circ}A^{\circ}$), 15.70 °C; temperatura interna ($T^{\circ}I^{\circ}$), 15.39 °C, los resultados obtenidos fueron óptimos de acuerdo a lo indicado por el manual de FAO(2013), que para la temperatura indica que los valores óptimos pueden llegar hasta los 60 °C; pH,5.83, lo cual se encuentra dentro del rango óptimo según el manual de FAO(2013) que indica un pH óptimo que va de 5.8 a 7.2 ; conductividad eléctrica (σE), 1008.56 $\mu S/cm^{-1}$ valor obtenido no coincidió con lo mencionado

por Crisanto (2016), quien obtuvo valores de 8.57 us/cm^{-1} ; sólidos totales en suspensión (SST), 593.7 mg/l , valor que se encuentra muy superior de lo obtenido por Crisanto (2016), quien obtuvo 16.09 mg/l ; materia orgánica (MO), 1.607% , valor obtenido que se encuentra por debajo de lo obtenido por Crisanto (2016), quien registró valores de 9.99% y ceniza (CZ), 1.745% , como un valor referencial dentro del proceso anaeróbico. Cabe mencionar que los valores para el pH, se encontraron dentro del rango óptimo que es de $5.8-7.2$, teniendo como resultado final 5.8 de pH en el biol obtenido, indicado líneas arriba.

Para los parámetros químicos, se registró para el nitrógeno (N); 20.61 mg/L , calcio (Ca); 29.09 mg/L , oxido de fosforo (P_2O_5); 61.87 mg/L , potasio (K); 22.3 mg/L , sodio (Na); 38.71 20.61 mg/L , magnesio (Mg); 3.91 , cobre (Cu); $32,1 \text{ mg/L}$, hierro (He); $6555,5 \text{ mg/L}$, zinc (Zn); 13.21 mg/L , manganeso (Mn); 497.05 mg/L y el zinc (Zn); 13.21 mg/L , fueron óptimos para la calidad del biol obtenido a comparación de lo obtenido por Noreña (2017), quien registró para el nitrógeno (N); 8.78 mg/L , calcio (Ca); 2498.33 mg/L , oxido de fosforo (P_2O_5); 0.25 mg/L , potasio (K); 6006.67 mg/L , sodio (Na); 307 mg/L , magnesio (Mg); 1150.67 , cobre (Cu); 1.84 mg/L , hierro (He); 3.52 mg/L , zinc (Zn); 1.52 mg/L , manganeso (Mn); 4.65 mg/L y el zinc (Zn); 1.52 mg/L , todos los valores de los parámetros están en función de los valores óptimos de un fertilizante, según el manual de la FAO (2013).

Se caracterizó el estiércol de bovino (*Bos taurus*) obteniendo valores de materia orgánica en base seca (MOBS); $72,21\%$, ceniza en base seca (CZBS); $27,79\%$, nitrógeno (N); 1.96% , oxido de fosforo (P_2O_5); $5,849\%$, calcio (Ca); $2,767\%$, magnesio (Mg); $0,379$, potasio(K); $2,154\%$, sodio (Na); $3,645$, cobre (Cu); 31ppm , Hierro (Fe); 6454ppm , Zinc (Zn); 11 y manganeso (Mn); 471 y del suero lácteo se registró valores de; nitratos, $<0.52 \text{ mg/L}$; aceites y grasas, 473 mg/L ; DBO 5 , $>10000 \text{ mg/L}$; DQO, >5000 ; pH, 5.72 ; Sólidos totales, $>10000 \text{ mg/L}$, Sólidos totales en suspensión, 4870 mg/L ; Fósforo total, 450 mg/L ; Magnesio total, 101 mg/L ; Potasio total, $>2000 \text{ mg/L}$ y Sodio total, $>2000 \text{ mg/L}$, los valores obtenidos están en correlación con el manual de la FAO(2013).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el proyecto de tesis, en zonas accesibles para poder monitorear y tener un control del desarrollo de biodigestión anaerobia.
- Se recomienda implementar un sistema termoaislante para los biodigestores, cuando el proceso experimental se realiza en zonas alto andinas; para poder estabilizar la temperatura interna de los bioles.
- Se recomienda utilizar mayores tratamientos y repeticiones para la elaboración de biol, mediante la utilización de biodigestores semicontinuos.
- Se recomienda realizar el análisis de los parámetros microbiológicos en el biol obtenido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga, S. (1996). Manual de procedimientos analíticos para agua y efluentes. DINAMA.
- Almeida, M. 2007. Viabilidad del proceso de biodigestion utilizando excretas de cerdo al parque porcino de Ventanilla. Tesis Ingeniero Ambiental UNALM. Lima, Perú. 24-33 p.
- Arana, S. 2011. Manual de elaboración de biol. Cusco, Perú.40 p
- Avila, e. a. (2013). Caracterización de aguas residuales generada en la planta láctea el salinerito. Revista de Investigación Talentos, I(1), 110.
- Botero Botero, R., & Preston, T. R. (1987). Biodigestores de bajo costo para la produccion de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para la instalacion, operación y utilización.
- Brown, L. 2004. Manual sobre biodigestores. Madrid. 120 p.
- Campero Rivero, O. (2012). Sistema de Tratamiento de Residuos de Granja Lechera Mediante la Biodigestión Anaerobia en el Perú. Desarrollo Local Sostenible (DELOS), V(14).
- Carhuancho, L. 2012. Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración del biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuos avícolas. Tesis para optar el título de ingeniera ambiental UNALM. Lima Perú. 133 p.
- COTEC. (1999). Documento sobre necesidades tecnologicas. 10. aguas residuales industriales. Madrid: Gráficas Arias Montano, S.A.
- David Checa, M. (2015) Obtencion de biol a partir de desechos orgánicos generados por la empresa pública municipal mercado de productores agricolas San Pedro de Riobamba. Tesis de Ingeniero en Biotecnología Ambiental. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.

- Deutsche Gesellschaft, S., & ECOFYS. (2005). Plannin and Installing Bioergy Systems. A guide por installers, architects and energineers. UK: James & James.
- EOI. Los vertimimientos del sector lácteo. (Master Profesional en Ingenieria y Gestion Ambiental). Escuela Organización Industrial, sevilla.
- España Quintana, E. J. En su tesis titulada “Aprovechamiento del estiércol de vacuno para la elaboración de biogás como propuesta al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos, Tomayquichua, Ambo, Huánuco 2017. (Tesis Ing. Ambiental). Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú.
- Espigares., M., & J.Perez. (1985). Aguas Residuales. Composición. Universidad de Granada . Servicios de Publicaciones Granada.
- FAO (2006). la sombra del ganado problemas ambientales y opciones . roma, italia: Livestock’s Long Shadow.
- FAO. (2013). Manual del Compostaje del Agricultor. Santiago de Chile 2013: Oficina Regional para America Latina y el Caribe.
- Finck, A. 2009. Fertilizantes y Fertilización. Reverte, Barcelona, España. 434 p.
- Fundación Solar (OPD). (2013). biodigestores empleando subproductos agropecuarios, la experiencia de Fundacion Solar en Guatemala. Guatemala: Tritón imagen & comunicaciones.
- Gomez, B. Criterios de implementación ISO 14001:Caso Estudio Sector Lacteo. (diplomado HSEQ).
- Gonzabay, A., & Suárez, P. Diseño y construcción de un biodigestor anaeróbico vertical semicontinuo para la obtención de gas metano y biol a partir de cascara de naranja y mango. (Tesis de Ing. Industrial). Universisdad Politécnica Salesina del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

- Gordón Pozo, V. Utilización de suero de leche para la elaboración de abono orgánico (biol). (Tesis de Ing. en Desarrollo Integral Agropecuario). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador.
- Guevara Vera, A. (1996). Producción de Gas y Saneamiento de Efluentes. Fundamentos Básicos para el Diseño de Biodigestores Anaerobios Rurales , 20-21.
- Guillermo A., B., y Peñafort, C. H. (2006). Lectura de la Bosta del Bovino y su Relación con la Alimentación. Produccion Bovina.
- Hernández, C., y Carmen, M. (2013). Digestores anaeróbicos para la. Revista Tecnociencia Universitaria Bolivia, 2-4.
- INIA. (2008). Producción Y Uso del Biol. Lima: Marco Mezones, SLM GRAFIC de María Meléndez E.
- Lohanna, K. (2012). Los gases de la vaca contamina nuestro planeta. Obtenido de <http://cassetteblog.com>
- M.A.Herro. (2015). Uso del agua, manejo de efluentes impacto e impacto ambiental. APROCAL, 1-2.
- Medina, A. 2013. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol del ovino producido a través de biodigestores. Tesis para optar el título de ingeniero ambiental, UNALM. Lima, Perú. 142 p.
- Mergalef et al. (2011). Eutrofización. Cátedra de Protección y Conservación de la Naturaleza Trabajo Práctico N° 1. , 1.
- MINAGRI. (2011). Promueven uso de biodigestores y biogas en el Perú. Lima.
- MINERGI; PNUD; FAO; GEF. (2011). Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables. Manual de Biogas, 35-36.

- Morales Chuquimantari, E. Evaluacion de la tratabilidad del efluente generado por la planta piloto de leche UNALAM aplicando un reactor UASB. (tesis de Ing. Ambiental). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Noreña Alvarado, J. M. Evaluación de estiércol de cuy de la granja montero y aguas residuales del camal municipal de huánuco para la producción de biol mediante biodigestores del tipo semicontinuo - 2017. (Tesis de ing. Ambiental). Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú.
- OECD. (2016). Plan Nacional de Biodigestores: Acceso a energía en comunidades aisladas, a partir de la producción local de biogás en cajamarca/perú. Obtenido de Compenio de Buenas Practicas Parar el Desarrollo Local en America Latina: <http://www.snv.org/country/peru>
- OEFA. (2014). Fiscalizacion Ambiental en Aguas Residuales. Lima: Billy Victor Odiaga Franco.
- Parra, R. 2010. Bacterias acido lácticas: Papel funcional en los alimentos. Grupo de investigación en química y tecnología de los alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- PASOLAC. (2000). Guía técnica para la Agricultura Sostenible. Programa Para la agricultura Sostenible en Laderas de America Central, 136-138.
- Paucar Malpica, L. Produccion y evaluacion de la calidad del biogas y biol en un biodigestor usando estiercol de codorniz de la granja V.A.Velevit S.A.C. Ubicado en el distrito de Lurigancho-Chosica. (Titulo de Ing. Ambiental). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Pautrat Guerra, J. A. Diseño de biodigestor y producción de biogás con excremento vacuno en la granja agropecuaria de yauris. (Tesis de Ing. Zootecnista). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Perez Medel, J. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicacion en pequeños ganaderos lecheros. (Tesis de Ing. Civil Mecanico). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.

- Rendon, A. 2013. Elaboración de abono orgánico tipo biol a partir de estiércol de codorniz enriquecido con alfalfa y roca fosfórica para elevar su contenido de nitrógeno y fósforo. Abanto, Ecuador. 77 p.
- Ricse, Y. 2013. Elaboración de biofertilizante acelerado vía fermentación homoláctica del residuo de rocoto. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental, UNALM. Lima, Perú. 113 p.
- Rivera Salvador Victor. 2010. Estudio cinético de la digestión anaeróbica termofílica de pollinaza a escala piloto. Tesis de Maestría Ciencias en Bioprocesos. Instituto Politécnico Nacional. La laguna de Ticoman, México. 4 – 10 p.
- Roberto, H., Fernández, C., & Batista, P. (2010). Metodología de la investigación. México: Interamericana editores.
- Román, C. 2012. Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental, UNALM. Lima, Perú. 207 p.
- Sánchez Sánchez, V. Biodigestor para el Tratamiento de Residuos Orgánicos Generados por Ganado Vacuno del Fundo de la Asociación de Ganaderos de Lambayeque. (Título de Ing. Ambiental). Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Sandoval Alvarado, L. (Junio de 2006). Organización de Estados Americanos. Obtenido de Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector: <https://redrrss.minam.gob.pe/>
- Scriban, R. 1985. Biotecnología. Traducción de la segunda edición por Dra. M. Hidalgo y Mondragón. París. Editorial El Manual Moderno, S.A. p. 543-582.
- Soria, J., Ferrera, R., Etchevers, J., Alcántar, G., Trinidad, J., Borges, L., y otros. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. TERRA Latinoamericana.

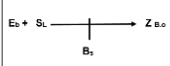
Tirado, D., Luis, G., Diafonor, A., & Javier, M. (2016). Biotratamiento de aguas residuales en la industria láctea. Produccion + Limpia, I(1).

Varnero, M. 2011. Manual de Biogás. Gobierno de Chile, Ministerio de Energía. Santiago de Chile. 120 p.

WRI y CAIT. (2014). Climate Analysis Indicators Tool: WRI's Climate Data Explorer. Obtenido de Climate Data Explorer, DC: World Resources intitute.: <http://cait2.wri.org>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

"UTILIZACIÓN DE SUERO LACTEO DE LA INDUSTRIA INKA MILK JARARA S.A.C Y ESTIÉRCOL DE BOVINO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOL, BAÑOS – HUÁNUCO, 2020"						
Tesis: Bach. CANTEÑO BORJA, Neil Clinton						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	Hipótesis General	Variables e Indicadores	Metodos y tecnicas de investigacion	Marco metodologico	Poblacion y Muestra
¿Cuál será el efecto del uso de estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. en la producción de biol, mediante el uso de biodigestores semicontinuo en el Distrito Baños - Huánuco, 2020?	Evaluar el efecto del uso de estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C. en la producción del biol, mediante el uso de biodigestores semicontinuo en el Distrito Baños-Huánuco, 2020.	Ha: Mediante el uso de biodigestores semicontinuo se podrá evaluar el efecto del estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo en la producción de biol.	VARIABLE DEPENDIENTE Producción de biol	1. caracterizacion de las muestras del estiercol de bovino (Bos Taurus) y el suero lacteo.	NIVEL Experimental	POBLACIÓN La poblacion para la presente investigacion esta constituido por el estiércol de Bovino (Bos Taurus) y el suero lacteo de la Industria Inka Milk Jarara S.A.C
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Hipótesis Específicos		2. proceso de fermentación anaerobia.	TIPO Investigación Cuantitativa	
¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos del estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo obtenidos mediante ensayos de laboratorio?	Caracterizar el estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo mediante ensayos de laboratorio.	Ha: Mediante los ensayos de laboratorio se podrá determinar los parámetros físico-químicos del estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo.		DISEÑO: Experimental puro		
¿Cuáles serán los parámetros físico-químicos del biol producido, mediante ensayos de laboratorio?	Realizar análisis de los parámetros físico-químicos del biol producido mediante el uso del estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo.	Ha: El uso del estiércol de bovino (Bos Taurus) y el suero lácteo mejora los parámetros físico-químicos del biol.	VARIABLE INDEPENDIENTE Estiércol de bovino (Bos Taurus) y suero lácteo de la industria Inka Milk Jarara S.A.C.	3. Recolección y Análisis de los parametros fisicos y químicos del Biol producido.	DONDE: Eb = Estiércol de bovino (bos taurus) Ar = Suero lácteo Inka Milk Jarara S.A.C Z _{B.O} = Biol obtenido Bs. = Biodigestor semicontinuo	MUESTRA 1. Estiérclos de Bovino (Bos taurus)128 kg 2. suero lácteo Inka Milk Jarar S.A.C. 160 Lt

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS: TESIS - “UTILIZACIÓN DE SUERO LACTEO DE LA INDUSTRIA INKA MILK JARARA S.A.C Y ESTIÉRCOL DE BOVINO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOL, BAÑOS – HUÁNUCO, 2020”

TESISTA: BACH. NEIL CLINTON CANTEÑO BORJA

LUGAR:

FECHA	HORA	NÚMERO DE BIODIGESTOR	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS RECOLECTADOS EN CAMPO					SEMANA
			TEMPERATURA AMBIENTAL (C°)	TEMPERATURA INTERNA (°C) - INTERIOR DEL BIODIGESTOR	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	SÓLIDOS TOTALES DISULETOS (TDS) - (ppm)	

Nota. Ficha para la recolección de los parámetros físicos de campo.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL LABORATORIO

Ilustración 1

Análisis de los Parámetros Físicos y Químicos del Agua Residual de la Industria Inka Milk Jarara S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N°LE - 072

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia: A-20/007379	Tipo Muestra: Agua Residual Industrial
Descripción: Ind. Láctea, HCO	Fecha Fin: 07/01/2020

RESULTADOS ANALITICOS				
Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Aniones -				
3& Nitratos	< 0,52	mg/L N-NO3	±5,7%	
Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	473	mg/L	±20,7%	
3& DBO 5	> 10 000	mg/L	±13%	
3& DQO	> 5 000	mg/L	±11,4%	
*& pH	5,72	Unidades de pH	±1%	
3& Sólidos Totales	> 10 000	mg/L	±16%	
3& Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	4 870	mg/L	±10,9%	
Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
3& Nitrógeno Kjeldahl	> 100	mg/L	±11,2%	
Cationes +				
3& Calcio Total	532	mg/L	±11%	
Aniones -				
3& Alcalinidad	924	mg/L CaCO3	±9,9%	
3& Nitritos	< 0,0004	mg/L N-NO2	±11%	
3& Sulfatos	196	mg/L	±8,2%	
Metales Totales				
3& Fósforo Total	450	mg/L	±13%	
3& Magnesio Total	101	mg/L	±27%	
3& Potasio Total	> 2 000	mg/L	±16%	
3& Sodio Total	> 2 000	mg/L	±12%	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están indicadas a lo largo del informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

(13) Ensayo cubierto por la Acreditación n° TL-502 emitida por IAS.

(8) Ensayo No cubierto por la Acreditación n° TL-502 emitida por IAS.

(3) Los métodos indicados han sido acreditados por INACAL-DA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-20/007379
Descripción: Ind. Láctea, HCO

Tipo Muestra: Agua Residual Industrial
Fecha Fin: 07/01/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Rango
Aniones -				
3& Nitratos	SMEWW 4500-NO3 D. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,52 - 226 mg/L N-NO3
Parámetros Físico-Químicos				
Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3& DBO 5	SMEWW 5210B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3& DQO	SMEWW 5220D. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
*& pH	SMEWW 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,150 - 14,0 Unidades de pH
3& Sólidos Totales	SMEWW 2540 B. 23rd Ed. 2017	Gravimetría		16 - 10 000 mg/L
3& Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 23rd Ed. 2017	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
3& Nitrógeno Kjeldahl	SMEWW 4500-N-Org C. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,030 - 100 mg/L
Cationes +				
3& Calcio Total	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES		0,325 - 2 000 mg/L
Aniones -				
3& Alcalinidad	SMEWW 2320 B. 23rd Ed. 2017	Volumetría		5,00 - 1 500 mg/L CaCO3
3& Nitritos	SMEWW 4500-NO2 B. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		0,0004 - 3,000 mg/L N-NO2
3& Sulfatos	SMEWW 4500-SO4 2- E. 23rd Ed. 2017	Espect UV-VIS		5,00 - 20 000 mg/L
Metales Totales				
3& Fósforo Total	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES		1,60 - 500 mg/L
3& Magnesio Total	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES		0,31 - 2 000 mg/L
3& Potasio Total	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES		0,85 - 2 000 mg/L
3& Sodio Total	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 (1994)	Espect ICP-OES		0,265 - 2 000 mg/L

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

Ilustración 2

Análisis Proximal y de los Minerales del Estiércol de Vaca (*Bos taurus*) de la Granja Goñy Marka.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 – Tingo Maria – Celular 941531359

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		CANTEÑO BORJA NEIL CLINTON					PROCEDENCIA		HUANUCO							
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA									
		Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)			
Código	Tipo		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME_505	ESTIERCOL DE VACA	85.56	10.42	4.01	72.21	27.79	1.96	5.849	2.767	0.379	2.154	3.643	31	6454	11	471

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA, 08 DE ENERO 2020
RECIBO N° 0609868



Ing. Luis G. Mansilla Minave
JEFE



VND. VALOR NO DETECTABLE

Ilustración 3

Análisis Proximal y de los Minerales del Biol Obtenido a los 30 Días



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE			CANTEÑO BORJA, NEIL CLINTON						PROCEDENCIA		HUANUCO											
DATOS DE LA MUESTRA			PH 1.1	ANALISIS PROXIMAL								gramos /litro							miligramos / litro			
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		N	P ₂ O ₅	Ca											
Código	Tipo	Referencia	MATERIA SECA		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)														
ME2020_0519	BIOL	BIODIGESTOR 1	5.56	97.647	45.434	54.566	1.069	1.284	19.82	60.04	28.12	3.89	22.13	37.56	31.05	6493.50	12.08	475.15				
ME2020_0520	BIOL	BIODIGESTOR 2	5.43	96.945	47.545	52.455	1.452	1.602	20.16	60.82	28.44	3.91	22.21	37.62	31.45	6506.00	12.28	493.90				
ME2020_0521	BIOL	BIODIGESTOR 3	5.13	96.602	48.855	51.145	1.660	1.738	20.31	61.54	28.71	3.93	22.28	37.65	31.52	6542.50	12.57	494.95				

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 27 DE FEBRERO 2020

VND, VALOR NO DETECTABLE






MÉTODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA – HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACION DE AZUFRE	TURBIDIMETRIA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACION DE BORO	COLORIMETRIA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIO TOTAL Y PLOMO TOTAL	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACION ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONIACAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES.
PH	PH-METRO SARTORIUS ALEMANIA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA mS/cm	PROPORCION AGUA : MUESTRA 5 : 1



Ilustración 4

Análisis Proximal y de los Minerales del Biol Obtenido a los 60 Días.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE			CANTEÑO BORJA, NEIL CLINTON						PROCEDENCIA		HUANUCO											
DATOS DE LA MUESTRA			PH 1.1	ANÁLISIS PROXIMAL								gramos /litro							miligramos / litro			
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		N	P ₂ O ₅	Ca											
Código	Tipo	Referencia	MATERIA SECA		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)														
ME2020_0673	BIOL	BIODIGESTOR 1	5.68	97.600	46.822	53.178	1.124	1.276	19.97	60.42	29.08	3.91	22.16	38.07	31.20	6542.50	12.71	475.70				
ME2020_0674	BIOL	BIODIGESTOR 2	5.57	97.933	26.402	73.598	0.546	1.521	20.31	61.26	29.12	3.91	22.23	38.12	31.55	6547.00	12.66	492.70				
ME2020_0675	BIOL	BIODIGESTOR 3	5.61	96.648	47.946	52.054	1.607	1.745	20.61	61.87	29.09	3.91	22.30	38.71	32.10	6555.50	13.21	497.05				

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 12 DE MARZO 2020

VND: VALOR NO DETECTABLE






METODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA – HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACION DE AZUFRE	TURBIDIMETRIA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACION DE BORO	COLORIMETRIA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIO TOTAL Y PLOMO TOTAL	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACION ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONICAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES.
PH	PH-METRO SARTORIUS ALEMANIA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA mS/cm	PROPORCION AGUA : MUESTRA 5 : 1



REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Ilustración 5

Vista de la zona del Distrito de Baños – Provincia de Lauricocha – Hco



Ilustración 6

Instalación del Cerco Perimétrico Para el Proyecto.



Ilustración 7

Recojo de Muestras Para la Caracterización del Suero Lácteo.



Ilustración 8

Recojo de Muestras, Para la Caracterización del Estiércol de Vaca.



Ilustración 9

Verificación de Filtración Hidrostática de los 3 Biodigestores.



Ilustración 10

Pesaje y Homogenización de la Muestra de Estiércol de Vaca.



Ilustración 11

Acopio del Suero Lácteo, Para el Arranque de los Biodigestores.



Ilustración 12.

Acopio del Estiércol de Vaca, para la Segunda Alimentación en Campo.



Ilustración 13

Arranque de los 03 Biodigestores Semicontínuos.



Ilustración 14.

copio del Estiércol de Vaca, Para da Segunda Alimentación en Campo.



Ilustración 15

Verificación de los Biodigestores Después de la Alimentación 02.



Ilustración 16.

análisis de los Parámetros Físicos, Como la Temperatura, pH, $\square E$ y SST



Ilustración 17.

muestras de Biol, Para su Respectivo Análisis en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



Ilustración 18

Alimentación a los Biodigestores y Control de Nivel Hidrostático, para Conservar el Sistema Anaerobio.



Ilustración 19

Estabilización de los Biodigestores Semicontínuos, Utilizando la Solución Buffer.



Ilustración 20

Mestras de Biol, Para su Respectivo Análisis en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



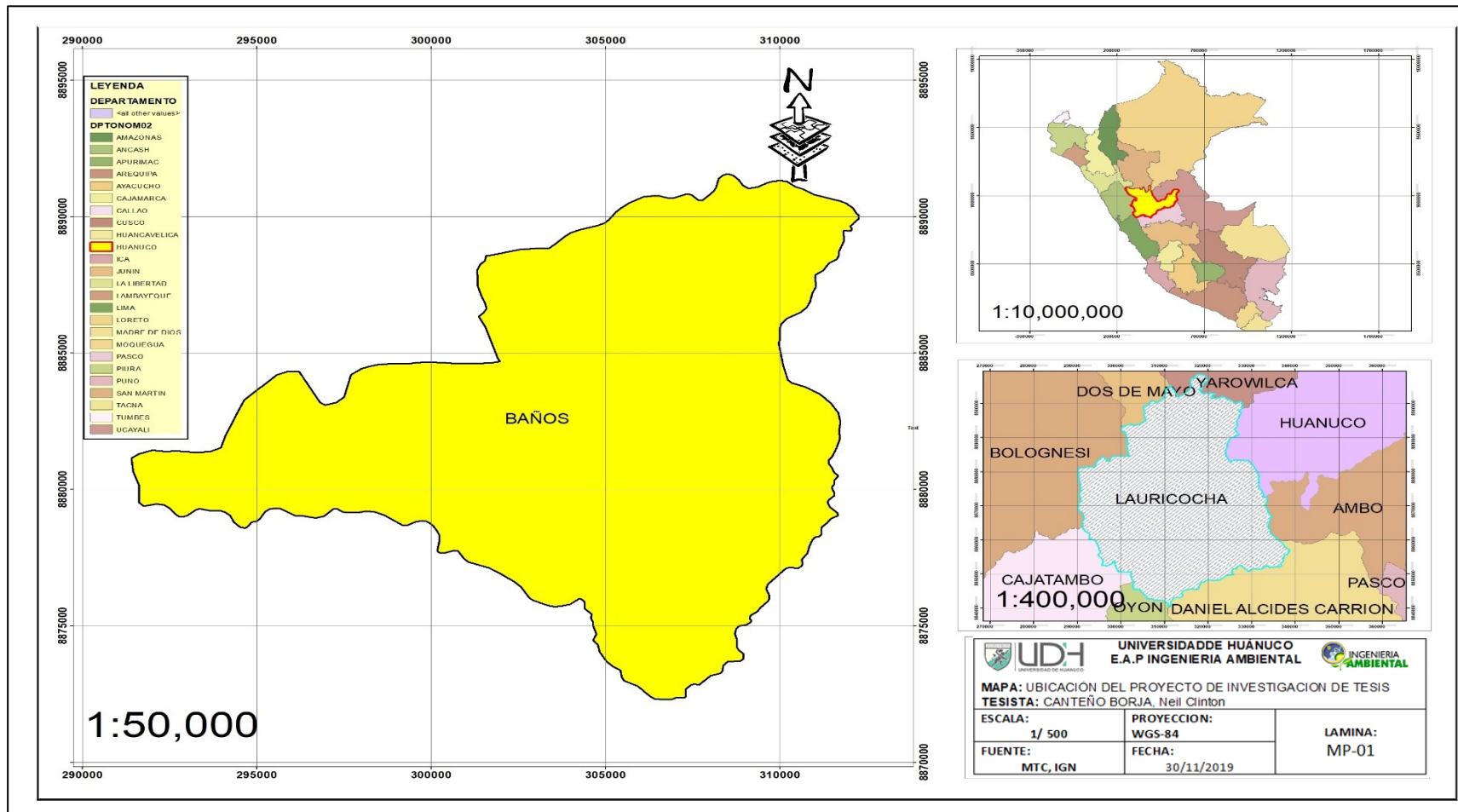
Ilustración 21

certificación de los Biodigestores al Final del Proceso Anaerobio.



MAPAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS.

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.



MAPA DE UBICACIÓN SATELITAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS.

