

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AMBIENTAL



TESIS

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO 2019”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

TESISTA

Bach. Paola Katherine Espinoza Peña

ASESOR

MG. Johnny Prudencio Jacha Rojas

HUÁNUCO – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 13 del mes de DICIEMBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. SIMÉON EDUARDO CALIXTO VAREAS (Presidente)
Bigo. ALEJANDRO ROLANDO DURAN NIEVA (Secretario)
Ing. MARCO ANTONIO TORRES MARQUINA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1439-2019-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMI CONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO 2019"
.....", presentada por el (la) Bachiller PAOLA KATHERINE ESPINOZA PEÑA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:27 horas del día 13 del mes de DICIEMBRE del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

A Dios por concederme la vida, fuerza e inteligencia necesaria para alcanzar tan importante logro en mi vida.

A mis queridos padres por ser el pilar que me ha sostenido para alcanzar todos mis objetivos y metas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que de un modo u otro han contribuido a que este trabajo de investigación culmine con satisfacción.

A la Universidad de Huánuco, Institución que me albergó y brindó las facilidades durante mi formación profesional y desarrollo de la tesis.

A mi asesor de tesis Mg. Jacha Rojas Johnny Prudencio, por su apoyo en la ejecución y finalización del proyecto de tesis.

A mis padres, por todo el apoyo que me brindaron durante mi proceso de formación.

Al señor Jhony Caballero y a la señora Elvira, por su colaboración en el presente trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron en la culminación de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivo general.....	3
1.4. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación.....	3
1.5.1. Justificación teórica.....	3
1.5.2. Justificación metodológica	4
1.5.3. Justificación práctica	4
1.6. Limitación de la investigación	4
1.7. Viabilidad de la investigación.....	4
1.7.1. Viabilidad técnica	4
1.7.2. Viabilidad social.....	5
1.7.3. Viabilidad económica	5
1.7.4. Viabilidad ambiental	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6

2.1.	Antecedentes de la investigación	6
2.1.1.	Nivel internacional.....	6
2.1.2.	Nivel nacional.....	8
2.1.3.	Nivel local.....	11
2.2.	Bases teóricas	13
2.2.1.	Generación de residuos en la actividad avícola	13
2.2.2.	Gallinaza	14
2.2.3.	Generación de residuos por la naranja	17
2.2.4.	Cáscara de naranja.....	18
2.2.5.	La digestión anaerobia.....	19
2.2.6.	Biodigestores	28
2.2.7.	Biol	32
2.3.	Definiciones conceptuales	35
2.3.1.	Gallinaza	35
2.3.2.	Cáscara de naranja.....	35
2.3.3.	Biodigestor	35
2.3.4.	Biodigestor tipo semicontinuo	35
2.3.5.	Digestión anaerobia	35
2.3.6.	Biol	35
2.4.	Hipótesis.....	36
2.4.1.	Hipótesis general.....	36
2.4.2.	Hipótesis específicos.....	36
2.5.	Variables.....	36
2.5.1.	Variable dependiente	36
2.5.2.	Variable independiente.....	36
2.6.	Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores).....	37
CAPÍTULO III		39
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		39
3.1.	Tipo de investigación	39

3.1.1. Enfoque.....	39
3.1.2. Alcance o nivel	39
3.1.3. Diseño	39
3.2. Población y muestra	40
3.2.1. Población	40
3.2.2. Muestra	42
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.3.1. Para la recolección de datos	44
3.3.2. Técnicas para la presentación de datos del Biol	55
3.3.3. Técnicas para el análisis e interpretación de los datos del Biol	56
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. Procesamiento de datos	57
4.2. Contrastación de Hipótesis y Prueba de hipótesis.....	72
CAPITULO V.....	73
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	73
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	86

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia	87
Anexo 2 Instrumento de recolección de datos	88
Anexo 3 Mapas de ubicación	89
Anexo 4 Evidencias fotográficas	92
Anexo 5 Registro del monitoreo y análisis proximal.....	105
Anexo 6 Resultados de Análisis de Laboratorio.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Digestión anaerobia – descomposición de componentes	19
Figura 2 Esquema general de un biodigestor de flujo continuo	31
Figura 3 Esquema de biodigestor de flujo discontinuo tipo Batch.....	31
Figura 4 Esquema de biodigestión de dos etapas	32
Figura 5 Tratamientos para la producción de biol	47
Figura 6 Comportamiento del pH.....	58
Figura 7 Comportamiento de la conductividad eléctrica (CE)	58
Figura 8 Comportamiento de la materia orgánica (MO).....	60
Figura 9 Comportamiento de la Ceniza (CZ)	61
Figura 10 Comportamiento del (N).....	61
Figura 11 Comportamiento óxido de fosforo (P_2O_5).....	64
Figura 12 Comportamiento del calcio (Ca)	65
Figura 13 Comportamiento del Magnesio (Mg).....	66
Figura 14 Comportamiento del potasio (K)	67
Figura 15 Comportamiento del sodio (Na)	68
Figura 16 Comportamiento del cadmio (Cd)	69
Figura 17 Mapa de ubicación del puesto de jugo de naranja.....	89
Figura 18 Mapa de ubicación de la Avícola DyPollo	90
Figura 19 Mapa de ubicación de la zona proyecto.....	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.....	42
Fotografía 2.....	92
Fotografía 3.....	92
Fotografía 4.....	93
Fotografía 5.....	93
Fotografía 6.....	94
Fotografía 7.....	94
Fotografía 8.....	95
Fotografía 9.....	95
Fotografía 10.....	96
Fotografía 11.....	96
Fotografía 12.....	97
Fotografía 13.....	97
Fotografía 14.....	98
Fotografía 15.....	98
Fotografía 16.....	99
Fotografía 17.....	99
Fotografía 18.....	100
Fotografía 19.....	100
Fotografía 20.....	101
Fotografía 21.....	101
Fotografía 23.....	102
Fotografía 24.....	102
Fotografía 25.....	103
Fotografía 26.....	103
Fotografía 27.....	104
Fotografía 28.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación del proyecto en coordenadas UTM-WGS84.....	5
Tabla 2 Caracterización de los diferentes tipos de gallinaza	15
Tabla 3 Parámetros fisicoquímicos de la gallinaza	15
Tabla 4 Composición de la cáscara de naranja	18
Tabla 5 Inhibidores de fermentación.....	27
Tabla 6 Tipo de biodigestores.....	30
Tabla 7 Velocidad de absorción foliar	34
Tabla 8 Cantidad de Cáscara de Naranja y Gallinaza en la alimentación	54
Tabla 9 Resultados de los parámetros físicos del biol en el monitoreo	57
Tabla 10 Resultados de los parámetros fisicoquímicos del Biol	59
Tabla 11 Resultados de los parámetros químicos del Biol	63
Tabla 12 Parámetros fisicoquímicos antes y después de la fermentación.....	69
Tabla 13 Parámetros químicos antes y después de la fermentación.....	71
Tabla 14 Registro del monitoreo de los parámetros físicos a los 15 días	105
Tabla 15 Registro del monitoreo de los parámetros físicos a los 30 días	106
Tabla 16 Registro del monitoreo de los parámetros físicos a los 45 días	107
Tabla 17 Registro de los parámetros fisicoquímicos analizados del biol	108

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado evaluación de la calidad del biol producido en biodigestores de tipo semicontinuo usando gallinaza y cáscara de naranja en el Centro de Investigación en Tratamiento de Agua y Ecosistemas Contaminados de la Universidad de Huánuco 2019. Tuvo como objetivo evaluar la calidad de biol obtenido del proceso de digestión de la gallinaza y cáscara de naranja en biodigestores de tipo semicontinuo, para ello se realizó tres tipos de tratamientos: tratamiento 1 (cáscara de naranja y agua de manantial), tratamiento 2 (gallinaza y agua de manantial) y tratamiento 3 (gallinaza, cáscara de naranja y agua de manantial) cuyo tiempo de retención fue de 15, 30 y 45 días. La metodología fue cuasi experimental, donde se realizó tres tratamientos cada uno con tres repeticiones para poder comparar que tratamiento era el más óptimo. Durante el proceso de digestión se evaluaron parámetros físicos y químicos; en los quince primeros días se observó un descenso de pH en los tres tratamientos, luego se estabilizó a lo largo del proceso de digestión anaerobia; la temperatura interna varió en relación del pH, encontrándose en el rango psicrófilico. Respecto al estudio de investigación se evidenció a través de la prueba de Tuckey, la significancia estadística de los diferentes tipos de tratamientos, dando como resultado que cada uno de los tratamientos presentaba concentraciones óptimas para su uso como abono foliar, siendo el que más resaltaba el tratamiento 3 (cáscara de naranja, gallinaza y agua de manantial). Concluyendo así que el análisis comparativo de los tres tratamientos para su uso como abono foliar, acepte la hipótesis planteada en el estudio de investigación.

Palabras clave: Biol, digestión anaerobia, gallinaza, cáscara de naranja, abono foliar.

ABSTRACT

This investigation project denominated “Biol quality evaluation produced in semi-continuous biodigesters using chicken manure and orange peel” at the Water Treatment and Contaminated Ecosystems Investigation Center from the Huanuco’s University 2019. It aimed to evaluate the biol quality obtained from the chicken manure and orange peel digestion in semi-continuous biodigesters, for this it was done three kinds of treatments: treatment 1 (orange peel and spring water), treatment 2 (chicken manure and spring water) and treatment 3 (chicken manure, orange peel and spring water) which retention time was of 15, 30 and 45 days. The methodology was almost experimental, as it was done with three treatments, each one with three repetitions for being able to compare which treatment was the most optimal. During the digestion process physical and chemical parameters were evaluated; during the first fifteen days a pH decline was observed in all three treatments, and then it stabilized during the anaerobic digestion process; the internal temperature changed in relation to the pH, locating in the psychrophilic rank. The investigation study used the Tukey Proof to show the statistical significance of the different kinds of treatments, resulting that each one of the treatments presented optimal concentrations so they can be used as foliar fertilizer, the treatment 3 (chicken manure, orange peel and spring water) was the most effective. In conclusion all the treatments comparative analysis for use them as foliar fertilizer, accept the proposed hypothesis of the investigation study.

Keywords: biol, anaerobic digestion, chicken manure, orange peel, foliar fertilizer

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso de los años hemos visto que la contaminación ambiental por residuos sólidos agropecuarios ha ido incremento significativamente, afectando así a nuestros ecosistemas bióticos y abióticos. Esto se da a causa a la inadecuada disposición de estos residuos que podrían ser reaprovechados.

Actualmente hay tecnologías para tratar los residuos agropecuarios como compostaje, lagunas de oxidación y biodigestores anaerobios. Esta última tecnología convierte los residuos en productos energéticos como el biogás y fertilizantes orgánicos como el biosol y biol, siendo una alternativa viable económica y ambiental al manejo de estos residuos. (Carhuancho, 2012)

En el presente trabajo de investigación se planteó la evaluación de la calidad del biol obtenido del proceso de digestión de la gallinaza y cáscara de naranja en biodigestores de tipo semicontinuo, para ello se realizó tres tipos de tratamiento, tratamiento 1 (cáscara de naranja y agua de manantial), tratamiento 2 (gallinaza y agua de manantial) y tratamiento 3 (gallinaza, cáscara de naranja y agua de manantial). En los tres tratamientos el periodo de retención fue de 15, 30 y 45 días.

Según Mosquera (2010), este tipo de abono orgánico, además de no contaminar los suelos, ni el agua ni los productos obtenidos de las plantas, es de bajo costo, se puede elaborar en la misma parcela y con recursos locales. Puede incrementar los rendimientos hasta un 30 % y en dependencia de los ingredientes que se empleen, puede usarse también para el control de plagas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

A nivel mundial, los problemas ambientales a causa de la generación de residuos sólidos son originados principalmente por la escasez de lugares adecuados destinados a su disposición final y la falta de iniciativa para el tratamiento de residuos que pueden ser reaprovechados, conllevando esto a impactos negativos a la salud y al ambiente.

Actualmente en nuestro país aún existe la problemática del incremento de generación de residuos sólidos que van a disposición final ya que no le damos una valoración a estos residuos; es decir que estos no son adecuadamente manejados para su reaprovechamiento.

En nuestro país la avicultura es una de las actividades económicas con mayor importancia porque satisface necesidades proteicas a la población, así mismo este incremento conlleva a un aumento de grandes volúmenes de estiércol de gallina depositados en el suelo (Carhuancho, 2012). La mayoría de los residuos generados pueden proporcionar nutrientes orgánicos e inorgánicos de valor si se gestionan y reciclan correctamente; sin embargo, si estos no reciben un tratamiento adecuado, dan lugar a potenciales problemas de salud ambiental y humana (FAO, 2013).

Además encontramos un buen número de industrias que procesan la naranja; sin embargo, la corteza o cáscara no son aprovechada racionalmente por ellas ya que solo utilizan un mínimo porcentaje para la elaboración de otros productos, y el otro porcentaje simplemente es desechado, de las cuales son trasladadas a lugares para su disposición final, estos residuos pueden tener un valor significativo si se le da un adecuado tratamiento, caso contrario, genera la proliferación de vectores y roedores portadores de peligrosas enfermedades.

De acuerdo al artículo N° 24 del Capítulo VI del D.S N°016-2012-AG menciona que los residuos orgánicos que se generen en las actividades del

Sector Agrario deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizables, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y mejorar la gestión del proceso de valorización. Así mismo, en el artículo N°28 del Capítulo VII menciona que las deyecciones de aves de corral (gallinazas) pueden ser incorporados al suelo previo tratamiento para estabilizarla, mejorando su calidad como abono, y si es posible, fijar el nitrógeno amoniacal; por consiguiente, el manejo y almacenaje de la gallinaza debe realizarse bajo el concepto de buenas prácticas agrarias, con la finalidad de reciclar los nutrientes de las deyecciones y evitar la contaminación de las aguas.

La región Huánuco sigue trabajando frente a esta situación ya que existe aún un inadecuado manejo de los residuos sólidos debido principalmente al desconocimiento de las personas con respecto a que algunos de estos podrían ser reaprovechados y así evitar el incremento de residuos sólidos que van directamente a disposición final.

Hoy en día podemos encontrar diferentes métodos que nos ayudan en el tratamiento de residuos sólidos, tales como termoquímicos, químicos y bioquímicos. En este último método encontramos la digestión anaerobia que convierte los residuos en productos energéticos como el biogás y biofertilizantes como el biosol y biol, siendo una alternativa económica y ambientalmente viable (FAO, 2013).

Por tal razón, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo para determinar si el biol obtenido es óptimo como abono foliar, para ello se evaluó los parámetros físicos y químicos del biol en tres tipos de tratamiento.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuán óptimo será el biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo para su uso como abono foliar durante los meses de abril hasta junio de 2019?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles serán los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril hasta junio de 2019?
- ¿Cuáles serán los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril hasta junio de 2019?

1.3. Objetivo general

Evaluar la calidad del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo para su uso como abono foliar durante los meses de abril y junio de 2019.

1.4. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril y junio de 2019.
- Determinar los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril y junio de 2019.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

Mediante la aplicación de la teoría y procedimientos experimentales, la presente investigación busca encontrar alternativas a situaciones que hoy en día vamos viendo debido a la contaminación por residuos que afectan al ambiente y a la salud poblacional.

1.5.2. Justificación metodológica

El sistema a emplear consistió en el uso de biodigestores de tipo semicontinuo en los cuales se realizó diferentes tipos de tratamiento con el mismo periodo de retención bajo un proceso anaerobio para generar biol. En dónde en el primer tratamiento se trabajó con cáscara de naranja y agua de manantial; segundo tratamiento, gallinaza y agua de manantial; y tercer tratamiento, cáscara de naranja, gallinaza, agua de manantial.

1.5.3. Justificación práctica

La implementación de esta tecnología reducirá la contaminación que generan los residuos al momento de descomponerse al ambiente; transformando así la producción de biol en una actividad económica más beneficiosa y menos contaminante.

1.6. Limitación de la investigación

- Poca bibliografía sobre producción de biol utilizando gallinaza y cáscara de naranja.
- Falta de equipos necesarios para el análisis de parámetros físicos, químicos durante la producción de biol en la ciudad de Huánuco.
- Costos elevados de los materiales para la construcción de los biodigestores.
- Costos elevados para el análisis de los parámetros químicos, físicos del biol producido.

1.7. Viabilidad de la investigación

El proyecto de investigación es viable porque se reaprovechará residuos que en la mayoría de ocasiones no reciben tratamiento y serán utilizados posteriormente como abono foliar.

1.7.1. Viabilidad técnica

Se contó con la información básica para llevar a cabo la presente investigación.

1.7.2. Viabilidad social

Se contó con el apoyo de la Universidad de Huánuco ya que me brindó un espacio para el desarrollo de la fase experimental del proyecto. En la tabla 1 y figura 19 se observa la ubicación en coordenadas UTM-WGS84 en dónde se ejecutó el proyecto.

Tabla 1

Ubicación del proyecto en coordenadas UTM-WGS84

LUGAR	PUNTOS	X	Y	ZONA
	1	366026.42	8906666.96	
Costado del CITAEC	2	366022.76	8906668.79	18 L
	3	366021.65	8906666.76	
	4	366025.22	8906665.00	

Fuente: Elaboración propia

1.7.3. Viabilidad económica

El investigador asumió los costos de las diferentes actividades ejecutadas durante la investigación.

1.7.4. Viabilidad ambiental

Se utilizó residuos orgánicos que al recibir tratamiento contribuyen al desarrollo sostenible.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nivel internacional

Garcés, Angulo y Alvarado (2017), en Ecuador desarrollaron la investigación “Elaboración artesanal y caracterización de bioles a base de estiércol bovino y gallinaza en diferentes tiempos de fermentación”, tuvo como objetivo la elaboración de dos bioles artesanales, uno a base de estiércol bovino y otro de gallinaza en dos tiempos de fermentación, y su caracterización física, química y microbiológica. El experimento fue realizado en condiciones ambientales en Guayas, Ecuador y el biodigestor usado fue el estacionario con sangre bovina, rumen, leguminosa, levadura, melaza y agua no clorada, además de excretas de bovino o gallinaza (factor a), en dos tiempos de fermentación (factor b), con un diseño al azar con arreglo factorial (a x b): a1b1 (gallinaza, 45 días), a1b2 (gallinaza, 60 días), a2b1 (estiércol, 45 días) y a2b2 (estiércol, 60 días), evaluados en cuatro réplicas. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de Duncan (5%). Se registraron los valores de pH y la temperatura. Se evaluó el olor y color de los bioles, además de la relación C/N, MA, N, P, K, Ca, Mg y Zn, así como un análisis microbiológico donde se evaluaron los coliformes fecales y escherichia coli.

Concluyendo que el estiércol de gallinaza a 45 días estuvo entre los mejores tratamientos con respecto al contenido de nutrientes y más inocuo. El desarrollo del proceso de fermentación ocurrió favorablemente entre valores promedios de pH de 4.0 y 5.0, así como temperaturas que oscilaron entre 26.1 o C y 26.9 °C. Los valores de la relación C/N, así como los porcentajes de Materia Orgánica (MO) y la ppm de Nitrógeno para las cuatro variantes estudiadas, no mostraron diferencias significativas. La concentración de Fosforo fue superior en las variables con gallinaza y a los 60 días de fermentación en el caso del estiércol bovino. Los valores más altos de Potasio detectados fueron en la gallinaza a los 45 días y el estiércol bovino a los 60 días. Los mayores valores obtenidos para

los microelementos coinciden para el Calcio y el Magnesio, donde la gallinaza a 45 y 60 días de fermentación, no tienen diferencias significativas; en el caso del estiércol bovino a 45 días el Calcio tampoco se diferencia de dichos valores, mientras que hay similitud para ese mismo tratamiento en el Magnesio. El Zinc detectado en la gallinaza a los 60 días fue el mayor valor con diferencias significativas de las variables de estiércol bovino y similitud con la misma gallinaza a los 45 días.

Silva (2013), en Ecuador desarrolló la tesis de pregrado “Diseño, construcción e implantación de un biodigestor anaerobio vertical semicontinuo piloto, para la obtención de gas metano y biol a partir de cáscara de naranja en la empresa Ecopacific, Amaguaña, provincia de Pichincha, Ecuador”, tuvo como objetivo diseñar, construir e implantar un biodigestor anaerobio vertical semicontinuo piloto para la obtención de gas metano y biol a partir de cáscara de naranja, para ello durante el proyecto utilizó como sustrato cáscara de naranja y como inóculo bacteriano heces de porcino, para la obtención de gas metano y biol mediante digestión anaerobia. Se tomó en cuenta, las características físicas, químicas y biológicas del sustrato e inóculo. Durante la operación se consideró dos tipos de descarga, una de régimen continuo y otra de régimen semicontinuo de acuerdo a la época de producción de la planta.

Concluyendo que de acuerdo con los datos obtenidos durante el proceso de biodigestión anaerobia el parámetro más crítico a considerar durante la operación es el pH. Éste fue el indicador determinante en la cantidad de flujo de biogás obtenido. De acuerdo a los datos obtenidos el digestor mantuvo las condiciones óptimas de funcionamiento, lo que también facilitó la obtención de biogás inflamable, es decir con mayor concentración de metano a los 31 días de inicio de la operación. Y la calidad de biogás obtenida consta de un 65 % de gas metano y un 35 % de CO₂. Y los resultados del biol contienen concentraciones adecuadas de nitrógeno, carbono y fósforo, característico de un buen abono, además de ser biodegradable. En los análisis obtenidos se determinó porcentajes de eficiencia mayores al 75 % en cuanto a la disminución de DBO₅, DQO, sólidos

suspendidos, sólidos suspendidos volátiles, sólidos totales, además de una reducción notorias entre el olor entre de las heces porcinas y el biol, y la eficiencia de reducción de coliformes fue de 99 %.

2.1.2. Nivel nacional

Díaz (2017), en Lima desarrolló la tesis de postgrado “Características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas”, tuvo como objetivo caracterizar el proceso de elaboración de biol y evaluar la variación de las propiedades físicas (temperatura, color y olor), químicas (pH, conductividad eléctrica (CE), macro y micro nutrientes) y microbiológicas (población de bacterias, hongos y actinomicetos), durante el proceso de digestión anaerobia. Se construyeron biodigestores artesanales para ensayar 4 formulaciones de biol elaborados en 121 días. Cada formulación de biol (tratamiento) utilizó diferentes insumos. En el producto final se determinó el contenido de precursores hormonales (giberelinas, auxinas y citoquininas). El efecto de cada formulación de biol fue evaluado en la germinación de semillas de algodón, lechuga y alfalfa.

Concluyendo que, de acuerdo a los parámetros físicos: (1) la temperatura mostró un mismo patrón de variación para todos los tratamientos, se incrementó hasta los 88 ddi, luego comenzó a descender y mantuvo valores similares hacia el final del proceso (121 ddi); la temperatura de los bioles en promedio varió entre 23.5° y 29.1°C; valores que siempre fueron superiores a la temperatura ambiental promedio que fluctuó entre 21.2° y 26.1°C. (2) el color final de los bioles similar para tres tratamientos (pardo olivo) y, (3) olor predominantemente normal y agradable. Los parámetros químicos mostraron: (1) una fase de acidificación al inicio del proceso migrando hacia la neutralidad con similar tendencia para todos los tratamientos, (2) incremento gradual de la CE en todos los tratamientos, (3) contenido de macro y micronutrientes con variación significativa; nitrógeno, potasio, calcio y boro presentaron curvas de variación con similar tendencia. Los parámetros microbiológicos mostraron una disímil variación poblacional de bacterias, hongos y actinomicetos mesófilos entre los tratamientos. Los

bioensayos permitieron confirmar la presencia de sustancias de acción giberélica, auxínica y citoquinínica en los bioles elaborados. El efecto en el porcentaje de germinación fue mayor en semillas de algodón remojadas en biol al 5% y lechuga al 2%. El mayor peso de los germinados de alfalfa se obtuvo al 2%.

Díaz (2017), en Cajamarca desarrolló la tesis de pregrado “Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago Sativa* V. *Vicus*) en Cajamarca”, tuvo como objetivo proponer la elaboración de biol como una alternativa ecológica eficiente en la mejora de la producción de alfalfa, y al mismo tiempo disminuir el impacto ambiental producido por la ganadería. Los materiales utilizados para la obtención del Biol fueron: estiércol de vacuno, suero de leche, agua, chancaca, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, clorato de calcio, bórax y como elementos complementarios: sangre de vacuno, harina de huesos, víceras de pollo y de pescado. A los 45 días de su elaboración, se cosechó el Biol, tomándose una muestra que fue enviada al laboratorio para el análisis químico de minerales. Los tratamientos en estudio fueron ubicados en tres parcelas de alfalfa cuya extensión en cada una fue de 2 x 4 m²; el T0 fue el tratamiento testigo sin aplicación de Biol, el T1 fue el tratamiento al que se le aplicó 5 cc de Biol diluido en 5 litros de agua y el T2 fue el tratamiento al que se le aplicó 7.5 cc de Biol diluido en 5 litros de agua. La evaluación de los tratamientos se inició a los 10 días después del corte, en este mismo periodo se inició la aplicación del Biol tanto del T1 como del T2 utilizando una bomba de mochila, luego a intervalos de 20, 30, 40 y 55 días. Al finalizar el último periodo de aplicación del Biol, se procedió a medir la altura de la alfalfa de los tres tratamientos en estudio, cuyo resultado fue de 62, 73 y 85 cm para cada tratamiento, respectivamente. También se procedió a medir la producción de alfalfa en Base Fresca (kg) y en Materia Seca (%), obteniéndose para T0, T1 y T2: 1,45; 1,98; 2,63; en base fresca, respectivamente; y 20.35, 21.04, 23.00 en Materia Seca, respectivamente.

Concluyendo que, el uso de biol, utilizando el tratamiento de mayor concentración (T2): 7.5 cc/l, permitió resultados con mayor relevancia en la producción de

alfalfa, con una mayor altura de (90 cm) e incremento en el rendimiento (en base fresca (2.63 kg) y base seca (2.65%)). La aplicación de biol orgánico permite la optimización del recurso forrajero (alfalfa) y al mismo tiempo se alza como una alternativa para mitigar el impacto ambiental causado por la ganadería.

Paúcar (2015), en Lima desarrolló la tesis de pregrado “Producción y evaluación de la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. VELEBIT S.A.C. ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica”, tuvo como objetivo producir y evaluar la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando codornaza de la granja V.A. Velebit SAC ubicada en el distrito de Lurigancho – Chosica. Este trabajo se basa en la elaboración de un biodigestor anaerobio de 80 litros de capacidad, y la puesta en funcionamiento por 13 semanas con una proporción de 1/5 de agua y sólidos totales respectivamente, teniendo como sustratos la codornaza en etapa de postura y levante y la chala de maíz. Fueron dos tratamientos que iniciaron con una relación C/N = 30/1, se evaluaron en el proceso la temperatura interior del reactor y el pH, así como el volumen de producción y calidad del biogás, y al final del proceso se evaluó la concentración de macronutrientes y coliformes fecales presentes en el biol.

Concluyendo que, el pH tuvo valores óptimos entre 6 a 8, la temperatura interior del proceso fue mayormente psicrófila (entre 18 a 25°C) y algunos resultados estuvieron en el rango mesófilo (25 - 27.2°C), estos rangos de temperatura no son óptimos para la producción de biogás (30 - 35°C). Los valores máximos de porcentaje de metano en el biogás encontrados fueron 44.6% y 40%, lo que indica que estos no llegaron a tener buena calidad (50%) probablemente por el comportamiento de la temperatura, puede deberse también por la presencia de oxígeno, la baja actividad metanogénica del inóculo o por el porcentaje de sólidos totales, el tratamiento con codornaza de postura (100.83 litros de volumen acumulado) generó más volumen de biogás que el tratamiento de codornaza de levante (99.25 litros de volumen acumulado) aunque no fue significativo, el biol producido presenta macronutrientes (nitrógeno, fosforo y potasio) siendo el

tratamiento de codornaza de levante el que presenta mayor concentración de estos elementos, los organismos patógenos fueron removidos, aunque en el caso del tratamiento de codornaza de postura no cumple con los estándares de calidad de agua de riego según el MINAM y de fertilizante según la EPA. En ambos tratamientos, el biol generado puede ser usado como abono orgánico con previa desinfección del biol del tratamiento de codornaza de postura. Además de que el biogás en ambos tratamientos tiene similar comportamiento mientras que en el caso del biol, el tratamiento a partir de codornaza de postura presenta mejores características que del tratamiento de codornaza de levante.

2.1.3. Nivel local

Noreña (2018), en Huánuco desarrolló la tesis de pregrado “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”, tuvo como objetivo evaluar los parámetros físicos y químicos del biol a los 30, 60 y 90 días; como resultado de la interacción del estiércol de cuy (*Cavia porcellus*) de la granja Montero y del agua residual del camal municipal de Huánuco, mediante biodigestores de tipo semi continuo que se llevó a cabo desde el mes de Diciembre del 2017 hasta Marzo del 2018 en el Centro de Investigación en Tratamiento de Agua y Ecosistemas Contaminados (CITAEC). El método fue experimental puro en donde se realizó; un tratamiento con tres repeticiones homogenizando todas las variables intervinientes en cada etapa de evaluación. Se utilizó la prueba de Tuckey con un nivel de confianza de 95% para la estadística paramétrica y el Test de Kruskal Wallis para estadística no paramétrica, obteniendo los siguientes resultados para el análisis proximal; MS: 4.84%, H: 95.16%, CBH: 0.92%, MOBH: 3.92%, NBH: 0.11% y NBS: 8.78%; donde no se obtuvo diferencia estadística significativa entre las repeticiones. Asimismo, para los parámetros físicos; la temperatura interna no presentó diferencia estadística significativa, sin embargo, para los parámetros de pH, temperatura ambiental, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica, si presentaron diferencia estadística significativa. En cuanto a los parámetros

químicos no se obtuvo diferencia estadística significativa entre; P₂O₅, K, Cu, Fe, Zn y Mn; pero sí en los parámetros de Ca, Na y Mg.

Concluyendo finalmente que el biol obtenido presentó concentraciones óptimas de N₂, P₂O₅ y K; y podría ser utilizado como un componente foliar en la agricultura.

Martel (2018), en Huánuco desarrolló la tesis de pregrado “Efecto de los niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad del cultivo de alfalfa establecida (*Medicago sativa* L.), en condiciones edafoclimáticas de Yacupunta – Huánuco, 2017”, tuvo como objetivo evaluar el efecto de los niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad del cultivo de alfalfa, se realizó el trabajo de investigación en la localidad de Yacupunta, localizado en el distrito y región Huánuco, posicionado geográficamente a 09°93'61" LS, 76°24'37" LW y a 2529 msnm. El diseño fue de Bloques Completos al Azar (BCA), con 3 repeticiones y siete tratamientos. Los niveles de los abonos foliares en estudio fueron: 1.0, 1.5 y 2.0 l de Biol y EM /20 l de agua. En el trabajo, se fertilizó con compost en cada corte a razón de 4 t/ha; el Biol fue elaborado por espacio de un mes con diferentes insumos; el EM fue activado utilizando 1 l de EM-1 y 1 kg de melaza en 18 l. de agua tibia, luego fue almacenado por cinco días. Las aplicaciones de los abonos foliares fue cada 14 días de dos aplicaciones por cada corte.

Concluyendo que, en la altura de plantas los niveles de Biol y EM muestran un efecto similar, con excepción en el 3er corte; en el peso de forraje verde, el nivel 2.0 l en el 1er (2.15 kg) y 2do (1.95 kg) corte; aritméticamente se impone en el 3er (1.13 kg) y 4to (0.97 kg) corte; en el porcentaje de materia seca, el nivel de Biol 1.5 l obtuvo el mayor porcentaje con 29.0%; en el rendimiento total de forraje verde y de materia seca respectivamente, el Biol al nivel de 2.0 l alcanzó de 60.80 y 12.90 toneladas por hectárea. El nivel de 2.0 l de EM y Biol mostraron altos porcentajes de proteína con 24.06 y 24.25 % respectivamente.

Cárdenas (2016), en Huánuco desarrolló la tesis de pregrado “Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación frutícola olerícola de

Cayhuayna, Huánuco – 2014”, tuvo como objetivo determinar el efecto de los abonos orgánicos en el comportamiento morfológico y rendimiento en aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), con dosis de 5, 6 y 8 t/ha, se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA); con 4 bloques y 4 tratamientos. Las variables en estudio fueron: altura de plantas a los 30 y 120 días después del trasplante, días a la floración, diámetro de la cobertura foliar de la planta, días a la madurez, número de frutos por planta, peso de frutos con cáliz y sin cáliz por área neta experimental (ANE) y diámetro de frutos, se obtuvieron los siguientes resultados: En altura de plantas a los 30 días después del trasplante con T1 gallinaza alcanzó 25,13 cm, diámetro de la cobertura foliar de la planta con 1,62 cm; 143 días a la madurez y diámetro de frutos con 2,18 cm. Así mismo con el T2 estiércol de ovino, en altura de plantas a los 120 días después del trasplante con 86 cm; en número de frutos por planta con 203,28 unidades; peso de frutos con cáliz por área neta experimental con 10,31 kg y peso de frutos sin cáliz por ANE con 9,56 kg; y con la aplicación de estiércol de cuy T3 en días a la floración con 65 días.

Concluyendo estiércol de ovino tuvo mejor rendimiento con 8 585,83 kg/ha. Por lo tanto, se recomienda aplicar el estiércol de ovino a una dosis de 6 t/ha, porque tuvo mayor efecto sobre el cultivo de agua y manto en cuanto a altura de plantas a los 120 días después del trasplante, número de frutos por planta y peso de frutos con cáliz.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generación de residuos en la actividad avícola

La gallinaza y pollinaza son los 2 tipos de residuos sólidos que producen las actividades avícolas. La gallinaza es la combinación de heces y orina que se obtiene de gallina enjaulada o de piso, a lo anterior se le agrega el alimento no digerible, microorganismos de la biota intestinal, plumas y huevos rotos (Estrada, 2005).

Por otro lado, la pollinaza es la mezcla de heces y orina de pollos de engorde con cascarilla de arroz (Henríquez et al, 2006 citado por Carhuancho, 2012).

Además de lo antes mencionado, la avicultura genera residuos sólidos utilizados en la comercialización como lo son, cartón, cáscara de huevo, vidrio, materiales plásticos, bolsas, papel, entre otros. Por otro lado, los residuos considerados peligrosos son fármacos utilizados en granjas procedentes de vacunación, empaques de los mismos, recipientes e insumos vencidos o dañados (Carhuancho, 2012).

2.2.2. Gallinaza

Características fisicoquímicas

El estiércol de diferentes animales es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo. Solo la quinta parte del alimento que consume es utilizada para su producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina (Tapia y Fries, 2007 citado por Carhuancho, 2012).

Según García y Lon (2007) citado por Carhuancho (2012) la cantidad de estiércol que producen las gallinas en un día depende mucho de factores alimenticios, tipo de crianza y especie.

En relación con la alimentación de las aves, el nivel de nitrógeno de las deyecciones es, obviamente, más elevado en la de los pollos de engorde que en la de las gallinas, en tanto que con el calcio ocurre lo contrario (Estrada, 2005). En la siguiente tabla se observa la caracterización de los diferentes tipos de gallinaza, teniendo en cuenta el tipo de alimentación y crianza.

Tabla 2*Caracterización de los diferentes tipos de gallinaza*

	GALLINAZA EN JAULA	GALLINAZA EN PISO	POLLINAZA
Potencial hidrógeno	9.0	8.0	9.50±0.2
Conductividad (mS/cm)	6.9	1.6	4.1±0.1
Humedad(%)	57.8	34.8	25.8±0.2
Cenizas (%)	23.7	14	39±3
Potasio (K ₂ O%)	1.9	0.89	2.1±0.1
Carbono orgánico (%)	19.8	24.4	23±5
Materia orgánica (%)	34.1	42.1	39.6±8
Nitrógeno (%)	3.2	2.02	2.3±0.1
Relación C/N	6.2	12.1	10.0
Fósforo (P ₂ O ₅)	7.39	3.6	.6±0.2
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g de muestra)	58.2	77	-
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g MO)	226	138	125.0

Fuente: M. Estrada (2005), Revista Lasallista de investigación, 2, p. 45.

Los parámetros físicos y químicos de la gallinaza se muestran a continuación

Tabla 3*Parámetros fisicoquímicos de la gallinaza*

PARÁMETROS	RANGO
Potencial hidrógeno(unidades)	8-9
Humedad (g Humedad/g M)	01-02
Sólidos Volátiles (g SV/g M)	02-04
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /g M)	200-500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /g M)	200-400
Nitrógeno Total (mg N/g M)	3-12
Nitrógeno Amoniacal (mg NH ₃ /g M)	3-7
Fósforo (mg P/g M)	5-25
Nitratos (mg NO ₃ /g M)	2-16

Fuente: Estrada (2005), Revista Lasallista de investigación, 2, p. 45.

Uso de la gallinaza

La utilización de estiércol de diferentes animales es usada principalmente para retener la humedad en la tierra además de aportar diversos nutrientes a la

tierra ayudando en gran escala a la fertilización de la misma para incrementar la productividad agrícola. El análisis de los diferentes abonos de origen animal según su contenido de nutrientes destaca que el estiércol ovino es el más rico en nutrientes y en segundo lugar está la gallinaza (Brechelt 2004).

La aplicación del estiércol de gallina directamente al suelo fue un uso tradicional de hace muchos años; sin embargo, por problemas ambientales la aplicación de estos se realiza después de que haya pasado por un proceso de fermentación. El estiércol de gallina tiene aplicaciones en:

- Uso como complemento de las dietas de rumiantes

Numerosos estudios avalan la ventaja de la gallinaza como complemento en las dietas de rumiantes, tales como aumentar el consumo del heno, la digestibilidad de la materia seca del rastrojo y las concentraciones de nitrógeno amoniacal en el líquido rumial, además mejora la eficiencia de la reproductibilidad de las vacas (García et al, 2005).

- Uso de combustión completa

La gallinaza tiene un contenido calórico neto de 13.5 GJ/tonelada cuya ventaja es el contenido de humedad que le hace un combustible de uso directo. Muchas personas dedicadas al sector avícola intentaron utilizar este material para generar energía eléctrica, lo cual con el paso del tiempo se fueron generando mejores resultados de su utilización (Murillo, 1999 citado por Carhuancho,2012).

- Uso como fertilizante orgánico

El estiércol de gallina tiene componentes nutritivos para el sector agrícola que facilitan el uso del recurso para fertilización de la tierra pues contiene materia orgánica, fósforo y potasio que sustituye a muchos de los fertilizantes químicos que son utilizados actualmente y tienen un impacto más negativo en el ambiente a comparación de la gallinaza (Carhuancho, 2012).

Problemas ambientales

De acuerdo al Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (2011) citado por Córdoba y Miño (2015), la explotación avícola alcanza efectos principalmente negativos sobre el medio biótico, y el medio social. Sin embargo, la presencia de planteles avícolas también da lugar a potenciales problemas de salud humana; actuando como fuentes de vectores (insectos y parásitos), promoviendo a la proliferación de microorganismos patógenos y la generación de residuos farmacéuticos veterinarios.

Uno de los mayores problemas es, sin duda, el olor desagradable de los residuos avícolas. La gallinaza fresca contiene sulfuro de hidrógeno (H₂S) y otros compuestos orgánicos, que causan perjuicio a quienes habitan cerca de las granjas avícolas. La sensación de suciedad que acompaña a estos vertimientos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, son otros factores que afectan la calidad de vida (Mullo, 2012).

El estudio de Méndez et al (2009) citado por Carhuancho (2012) sobre la estimación del potencial de contaminación de granjas avícolas en los estados de Yucatán, reflejaron que si los desechos avícolas se depositan en un lugar directamente en el suelo producen una alta contaminación orgánica que por su característica de descomposición amoniacal pasa de ser un fertilizante a un veneno para la vida vegetal.

Según Pacheco y Cabrera (1997), el exceso de nutrientes en el agua favorece el crecimiento de las algas desencadenando con ello el agotamiento del oxígeno disuelto, favoreciendo a larvas de insectos nocivos además de que el amonio es tóxico para los peces e invertebrados acuáticos.

2.2.3. Generación de residuos por la naranja

Los frutos cítricos contienen entre 35-55% de jugos. Con la extracción de los jugos, los residuos del fruto que incluyen cáscaras, membranas, vesículas de jugo y semillas son descartadas como residuos (Grohmann et al. 1994). Los

residuos de naranja tienen aproximadamente la mitad del peso del fruto y por su alto contenido en azúcar son fácil de degradar por el medio ambiente.

La utilización de naranjas para la elaboración de jugos deja millones de toneladas de residuos anualmente los cuales son vendidos a precios bajos para la alimentación animal o son vertidos causando severos problemas de contaminación ambiental.

2.2.4. Cáscara de naranja

Composición

Se conoce de algunos constituyentes de la cáscara de naranja como pigmentos carotenos, vitaminas y aceites esenciales, así como también celulosa, carbohidratos solubles, pectina, aminoácidos, azúcares y minerales como se muestra en la tabla 4, cada uno de estos componentes se encuentra en diferente proporción dependiendo de la capa del tejido de la cáscara (Cornejo, 1984 citado por Silva, 2013).

Tabla 4

Composición de la cáscara de naranja

Componente	%
Humedad	20,98
Azúcar	15,00
Pectina	20,93
Celulosa	10,59
Almidón	< 1,00
Proteína	6,53
Ceniza	3,78
Sólidos volátiles	96,22
Potencial hidrógeno	4,30
Magnesio	9,32
Fósforo	9,13
Azufre	3,86
Cloro	0,30
Potasio	17,97
Calcio	58,37
Hierro	0,79

Fuente: La tabla ha sido tomada de M. Silva (2013), p. 11.

Uso de la cáscara de naranja

Generalmente las cáscaras de naranja son utilizadas como alimento para aves y ganado por su alto contenido en proteína de origen unicelular, se puede someter a procesos fermentativos ya que contiene una gran cantidad de carbohidratos que se utiliza como sustrato (Cornejo, 1984).

2.2.5. La digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso en cadena, donde suceden diferentes etapas en las que se van generando productos hasta llegar al biogás y el biol, que son los productos de interés. Inicialmente, se produce una hidrólisis que da paso a la acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis. En cada una de estas etapas participan diferentes poblaciones de bacterias, las cuales se encuentran en el estiércol fresco de cualquier animal (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2015). En la figura 1 se aprecia el proceso de la digestión anaerobia dividido por etapas y los productos que se generan en esta.

Figura 1 Digestión anaerobia – descomposición de componentes

	HIDRÓLISIS (Microorganismos acidogénicos)	ACIDOGÉNESIS (Bacterias acidogénicas)	ACETOGÉNESIS (Microorganismos acetogénicos)	METANOGÉNESIS (Microorganismos metanogénicos)
PROTEÍNAS	Aminoácidos	Ácido Acético	Ácido Acético	Metano CH ₄
CARBOHIDRATOS	Azúcares	Ácido Propiónico	Hidrógeno H ₂	CO ₂
LÍPIDOS	Ácidos Grasos Cadena Larga	Ácido Butírico	CO ₂	
DIGESTIÓN ANAEROBIA - DESCOMPOSICIÓN DE COMPONENTES				

Fuente: Tomada de “Introducción de Biodigestores en Sistemas Agropecuarios en el Ecuador - Un aporte a la mitigación y adaptación al cambio climático”, Ministerio del Ambiente (2015). Quito-Ecuador, p. 7.

Fases de la digestión anaerobia

- **Hidrólisis**

Es la primera fase, donde se encuentran partículas y moléculas complejas (proteínas, hidratos de carbono y lípidos) que son hidrolizados por enzimas

extracelulares producidas por los microorganismos acidogénicos o fermentativos. Como resultado se producen compuestos solubles más sencillos: aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga (Ortega, 2006 citado por Paúcar, 2015). Además, la hidrólisis depende de la temperatura del proceso, tiempo de retención hidráulico, de la composición del sustrato (las lignocelulósicas limita el proceso porque es muy resistente a la degradación), tamaño de partículas, del pH y de la concentración de NH_4^+ y de la concentración de los productos de la hidrólisis (Speece, 1983 citado por Martí, 2006).

Según Martí (2006) citado por Carhuancho (2012), cualquier sustrato se compone de tres tipos básicos de macromoléculas:

Proteínas: Son fuentes de carbono y energía por lo cual es un sustrato muy importante en el proceso de digestión anaerobia pues sus productos tienen un elevado valor nutricional. Las proteínas son hidrolizadas por enzimas proteasas en péptidos y aminoácidos, parte de estos aminoácidos son utilizados directamente en la síntesis del nuevo material celular y el resto son degradados a ácidos grasos volátiles, dióxido de carbono, hidrógeno, amonio y sulfuro en las siguientes fases del proceso.

Lípidos: Su degradación en condiciones anaerobios comienza con la ruptura de las grasas por la acción de las enzimas lipasas produciendo ácidos grasos de cadena larga y glicerol.

Materiales lignocelulósicos: Compuestos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, su degradación es lenta que suele ser la etapa limitante del proceso hidrólisis pues la lignina es muy resistente a la degradación por parte de las bacterias anaeróbicas. Los microorganismos que intervienen en esta fase son el Grupo I: bacterias hidrolíticas – fermentativas estas bacterias que llevan a cabo las reacciones de hidrólisis y acidogénesis son anaerobias facultativas que catalizan sacáridos, proteínas, lípidos y otros constituyentes menores de la biomasa, los géneros más frecuentes que participan son los miembros de la familia Enterobacteriaceae, además los géneros Bacillus, Peptostreptococcus,

Propionibacterium, Bacteroides, Micrococcus y Clostridium (Rodríguez, 1997 citado por Córdoba y Miño, 2015).

- **Acidogénesis**

La acidogénesis se define como un proceso anaeróbico microbiano con producción de ácido sin un donador o aceptar externo de electrones (Gujer y Zehnder, 1983 citado por Rivera, 2010). Durante esta etapa tiene lugar la fermentación de las moléculas orgánicas solubles en compuestos que puedan ser utilizados directamente por las bacterias metanogénicas, y compuestos más reducidos que tienen que ser oxidados por bacterias acetogénicas en la siguiente etapa del proceso (Martí, 2006).

Esta reacción es endoexérgica pues demanda energía para ser realizada y es posible gracias a la estrecha relación simbiótica de las bacterias acetogénicas con las metanogénicas que substraen los productos finales del medio para disminuir su concentración, esto activa la reacción y actividad de los compuestos orgánicos más reducidos que luego serán oxidados por las bacterias acetogénicas (Hilbert, 2006 citado por Carhuancho, 2012). Según Blanco (2009), citado por Valdez (2016) la cinética del proceso de esta fase acidogénica es relativamente rápida y el pH óptimo, bajo.

Los principales microorganismos asociados a la degradación de la glucosa son del género Clostridium y convierten la glucosa en butírico, acético, CO₂ y H₂. La glucosa se convierte en piruvato mediante la ruta Embden-Meyerhof, y el piruvato se desdobra Acetil-CoA y CO₂. El Acetil-CoA se reduce en los productos de fermentación empleando como transportador de electrones el NADH derivado de las reacciones glucolíticas de la ruta Embden-Meyerhof (Córdoba y Miño, 2015).

- **Acetogénica**

La degradación de ácidos orgánicos a acetato, es un proceso de oxidación sin un aceptar interno de electrones, por lo cual se necesita organismos que oxidan los ácidos orgánicos para utilizar un aceptar de electrones adicional como

el ion hidrógeno o el CO_2 , y estos son consumidos por organismos metanógenos (Batstone et al., 2002 citado por Rivera, 2010). El pH se encuentra en la zona ácida 6.6 y 6.8 (Guevara, 1996 citado por Carhuacho, 2012).

La oxidación del acetato en condiciones mesófilas se incrementa conforme aumenta la concentración de sales, principalmente amoníaco y ácidos grasos volátiles (Schnürer et al., 1999 citado por Rivera, 2010). Uno de los principales inhibidores de esta fase es la acumulación de hidrógeno molecular porque provoca la acumulación rápida de sustratos (Martí, 2006).

La presión parcial de H_2 es un factor limitante de la velocidad de la metanogénesis, ya que la actividad de las bacterias acetogénicas se inhibe a partir de una cierta cantidad de hidrógeno. El hecho de que estos microorganismos necesiten una presión parcial de hidrógeno pequeña, hace posible la acetogénesis posible solamente ante la presencia de especies que eliminen el hidrógeno presente, de manera que las bacterias acetogénicas sólo pueden actuar en asociación sintrófica con otras bacterias. Gracias a la actuación de las bacterias metanogénicas consumidoras de hidrógeno, la presión de este gas permanece lo suficientemente baja como para hacer posible la acetogénesis (Arhoun, 2017)

Mientras que algunos productos de la fermentación pueden ser metabolizados directamente por los organismos metanogénicos (H_2 y acético), otros (etanol, ácidos grasos volátiles, como valeriato, butirato, propiano, etc y algunos compuestos aromáticos) deben ser transformados en productos más sencillos, acetato y H_2 , a través de bacterias acetogénicas (*Syntrophomonas wolfei* y *Syntrophobacter wolini*) (Martí, 2006)

- **Metanogénica**

En esta etapa, Los microorganismos metanogénicos completan el proceso de digestión anaeróbica mediante la formación de metano a partir de sustratos monocarbonados o con dos átomos de carbono unidos por un enlace covalente: acetato, H_2/CO_2 , formato, metanol y algunas metilaminas (Martí, 2006).

La metanogénesis es llevada a cabo por un grupo particular de microorganismos productores de metano, representados por 83 especies. Todos los microorganismos son anaeróbicos estrictos, presentando una tasa de crecimiento menor que del resto de microorganismos implicados en la digestión (García et al., 2000 citado por Paúcar, 2015).

Se ha demostrado que el 70% del metano producido en reactores anaeróbicos se forma a partir de acetato a pesar de que, mientras todos los organismos metanogénicos son capaces de utilizar el H₂ como aceptor de electrones, solo dos géneros que tienen especies acetotróficas pueden utilizar acetato y son Methanosarcina y Methanothrix. (Martí, 2006). El pH se encuentra entre 6.9 a 7.4 (Guevara, 1996 citado por Carhuacho, 2012).

Factores a considerar en el proceso de digestión

Para que las bacterias aseguren su ciclo biológico en el proceso de digestión anaerobia es necesario que se presenten en condiciones óptimas de temperatura, tiempo de retención, presión, hermetismo, etc. (Soria et al, 2000 citado por Carhuacho, 2012). Los factores que intervienen dentro de los fisicoquímicos son:

- **Tipo de sustrato**

Se refiere a los residuos orgánicos que se van a degradar dentro del biodigestor, la fermentación va a producirse al colocar dos tipos de material de carga: el primer tipo debe ser fuente de nitrógeno, que ayuda en la formación de estructuras celulares, y el segundo debe tener alto contenido de carbono, que sirve como fuente de energía en la reacción (Verdezoto, 2014 citado por Checa, 2015). Los sustratos ideales para la digestión anaerobia en biodigestores son los desechos orgánicos húmedos de origen agrícola, industrial, doméstico y municipal, así como las excretas de origen humano y animal; los residuos de la industria alimentaria y de las actividades agrícolas en particular, son excelentes como sustratos para la digestión anaerobia, ya que no contienen contaminantes, patógenos, ni metales pesados (Rivas et al, 2010). Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en

proporciones adecuadas. (Hilbert, 2006 citado por Carhuancho, 2012). La proporción de carbono y nitrógeno debe estar en una proporción entre 20 a 30, ya que si la cantidad de nitrógeno aumenta produce la formación de amonio y este puede ser inhibitorio para la fermentación anaeróbica y tóxico para las bacterias metanogénicas (Guevara, 1996; Gallert y Winter, 1997; Cui y Jalmg, 2006 citado por Rivas et al, 2010). En este sentido no se recomienda utilizar un solo tipo de sustrato. Lo ideal por el contrario es combinar materiales ricos en nitrógeno con materiales abundantes en carbono para obtener un buen balance de nutrientes que promueva el adecuado crecimiento de los microorganismos que degradan la materia orgánica dentro del biodigestor y, de esta manera, aumentar la productividad del mismo (Guevara, 1996 citado por Rivas et al, 2010).

- **Temperatura**

La temperatura es un factor de gran influencia en la velocidad de la digestión anaerobia porque la velocidad de reacción de este proceso depende de la velocidad de crecimiento de los microorganismos involucrados que a su vez dependen de la temperatura (Martí, 2006 citado por Carhuancho, 2012).

Según Martí (2006) existen tres rangos de temperatura en los que pueden trabajar los microorganismos anaerobios: psicrófilico (por debajo de 25°C), mesófilico (entre 25 y 45°C) y termófilico (entre 45 y 65°C), siendo la velocidad máxima específica de crecimiento (μ_{max}) mayor conforme aumenta el rango de temperaturas. Dentro de cada rango de temperatura, existe un intervalo para el cual dicho parámetro se hace máximo, determinando así la temperatura de trabajo óptima en cada uno de los rangos posibles de operación.

Las variaciones bruscas de temperatura en el digestor pueden provocar la desestabilización del proceso por ello, para garantizar una temperatura homogénea en el digestor se recomienda un sistema adecuado de agitación y controlador de temperatura (Martí, 2006). Al mismo tiempo se deberá tener en cuenta que al no generar calor el proceso la temperatura deberá ser lograda y mantenida mediante energía exterior (Hilbert, 2006 citado por Carhuancho,

2012). Una estrategia para aumentar la temperatura del biodigestor y, a la vez, mantenerla más constante consiste en la construcción de una estructura liviana forrada con plástico de invernadero, la cual también contribuye a restringir el acceso de animales que puedan dañarlo (Rivas et al, 2010).

- **Tiempo de retención**

El tiempo de retención hidráulico (TRH) es un parámetro de diseño muy importante para determinar el volumen del digestor. El TRH óptimo depende del tipo de residuo y del tipo del digestor (Appels et al., 2008 citado por Arhoun, 2017).

- **pH**

El potencial de hidrógeno nos indica el estado de la reacción metanogénica, el pH óptimo va en un rango de 6.5 a 7.5. Si los valores bajan de 5, se corre el riesgo de putrefacción, si son mayores de 8 inhibe el crecimiento celular, deteniendo el proceso de fermentación en ambos casos. El pH se puede corregir de manera práctica, de ser necesario, si es muy ácido se puede añadir sustratos fertilizantes, ceniza o licor fermentado, al mismo tiempo que se retira una cantidad similar del afluente (Verdezoto, 2014 citado por Checa, 2015).

- **Conductividad Eléctrica**

Noreña (2018), registró resultados de conductividad eléctrica que oscilan desde 663.4 a 480 us/cm^{-1} , mostrando un comportamiento de disminución en las concentraciones del proceso anaeróbico.

Cano, et al. (2016), menciona que se evaluaron dos tipos de bioles, los cuales experimentaron un cambio de conductividad eléctrica, desde los 35 días (11.09 a 4.06 us/cm^{-1}).

Soria et al. (2001) definió que en la biodigestión de excretas líquidas porcinas en un periodo de 50 d; su proceso inició con 5.8 us/m^{-1} y finalizó con 4.08 us/cm^{-1} .

Esos autores indican que la disminución en CE se debió al consumo de compuestos solubles del sustrato por los microorganismos. Esto es posible porque los microorganismos están en su etapa logarítmica de reproducción.

- **Nutrientes**

Una de las ventajas de los procesos de digestión anaerobia, frente a los procesos aerobios, es su baja necesidad de nutrientes derivada de los bajos índices de producción de biomasa que presentan los microorganismos anaerobios (Martí, 2006).

Según Serrano (2015) citado por León (2017) los nutrientes esenciales que influyen directamente en el crecimiento bacteriano son carbono, nitrógeno y fósforo, aunque también necesitan elementos minerales en bajas concentraciones como azufre, potasio, sodio, calcio, magnesio y hierro.

- **Relación C/N**

La relación óptima de C/N es de 30: 1 para el crecimiento de los microorganismos, cuando la relación es muy estrecha (10: 1) hay pérdidas de nitrógeno asimilable, lo cual reduce la calidad del material digerido. Si la relación es muy amplia (40:1) se inhibe el crecimiento debido a falta de nitrógeno. (Soria et al, 2000 citado por Carhuancho, 2012).

- **Agitación**

Para HILBERT (2007) citado por Córdoba y Miño (2015) los objetivos buscados con la agitación son: remoción de los metabolitos producidos por las bacterias metanógenas, mezclado del sustrato fresco con la población bacteriana, evitar la formación de costra que se forma dentro del digestor, uniformar la densidad bacteriana y evitar la formación de espacios “muertos” sin actividad biológica.

- **Inhibidores**

El proceso de digestión anaerobia es inhibido por la presencia de tóxicos en el sistema (Martí, 2006). Una amplia variedad de sustancias inhibitorias puede

causar trastornos o fallas de un digester anaeróbico considerando que estas sustancias están presentes en concentraciones sustanciales en los residuos, lodos, y aguas residuales (Chen et al., 2008 citado por Rivera, 2010). En la tabla 5 se observa los inhibidores de fermentación que actúan en la digestión anaerobia.

Tabla 5

Inhibidores de fermentación

	Concentración Inhibidora
Sulfatos (SO ₄)	5000 ppm
Cloruro de Sodio (NaCl)	40 000 ppm
Nitrato (según contenido de Nitrógeno)	0.05 mg/ml
Cobre (Cu)	100 mg/l
Cromo (Cr)	200 mg/l
Níquel (Ni)	200 - 500 mg/l
CN (Después de que se han domesticado las bacterias metanogénicas a 2 – 10 mg/ml)	25 mg/l
ABS (Detergente sintético)	20 -40 mg/l
Sodio (Na)	3500 - 5500 mg/l
Potasio (K)	2500 - 4500 mg/l
Calcio (Ca)	2500 - 4500 mg/l
Magnesio (Mg)	1000 - 1500 mg/l
Sulfatos (SO ₄)	5000 ppm

Fuente: Se dan valores de concentraciones de ciertos inhibidores comunes. Valores que se deben tomar como orientativos, puesto que las bacterias intervinientes pueden con el tiempo adaptarse a condiciones que en un principio las afectaba marcadamente. La tabla ha sido tomada de "Manual para la producción de biogás" por J. Hilbert (2007), p. 14.

Producto final de la digestión anaerobia

- **Biogás**

Es una mezcla gaseosa formada, principalmente por metano y dióxido de carbono y pequeñas proporciones de otros gases como H₂S, H₂, NH₃. La composición o riqueza del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso (Alonso et al, 2006 citado por Silva, 2013).

- **Biol**

Es otro producto resultante de la degradación anaerobia, en menor proporción al biogás es la mezcla del efluente estabilizado y la biomasa producida

conocido como biol, la calidad de este producto depende de los parámetros operacionales utilizados. Sin embargo, su contenido tiene índices de nitrógeno (N) y fósforo (P), que se los puede utilizar como fertilizante natural (Aparcana et al, 2008 citado por Silva, 2013).

- **Biosol**

Es el resultado de separar la parte sólida del “fango” resultante de la fermentación anaeróbica dentro del biodigestor. Su composición depende mucho de los residuos que se emplearon para su fabricación (Aparcana, 2008).

2.2.6. Biodigestores

Características

Para que un digestor de residuos orgánicos opere en forma correcta de acuerdo al criterio del Ministerio de Energía de Chile- MINENERGIA, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO y Global Environment Facility - GEO (2011) citado por Córdoba y Miño (2015) deberá reunir las siguientes características de acuerdo a criterios:

- Ser hermético con el fin de evitar la entrada de aire, el que interfiere con la digestión anaeróbica y a la vez, impedir las fugas del biogás producido.
- Estar térmicamente aislado para evitar cambios bruscos de temperatura, lo que usualmente se consigue construyéndolos enterrados.
- Contar con medios para efectuar la carga y descarga del sistema.
- Tener acceso para el mantenimiento.
- Contar con un medio para romper las natas o costras que se forman

Componentes

Para INDIVERI (2008) citado por Córdoba y Miño (2015) los componentes comunes de los biodigestores que garantizan su correcto funcionamiento son los siguientes:

- Cámara de digestión

Es la parte central del biodigestor o fermentador. Aquí ocurren los procesos bioquímicos que transforman el sustrato en biogás y bioabonos. Puede ser de ladrillo, hormigón, hormigón armado, plástico u otro material que asegure las condiciones requeridas de resistencia e impermeabilidad.

- Cámara de gas o gasómetro

Es la parte del sistema donde se almacena el biogás producido durante la fermentación, por lo que debe construirse a prueba de fugas.

- Sistema de carga

Permite la alimentación del biodigestor, en algunos casos se diseña para permitir la homogenización del material de carga, y a la vez se pueda realizar el control de sólidos totales y pH del sustrato; de lo contrario, debe contarse con un tanque de metal o de plástico de 200 litros donde se mezclará la materia orgánica con el agua, permitiendo además la eliminación de los sólidos que floten, los que pueden obstruir el tubo de entrada del biodigestor o causar problemas de funcionamiento del sistema.

- Sistema de descarga

Su función es garantizar la descarga del líquido (biol) o de los lodos digeridos (biosol) para su posterior utilización como abonos orgánicos. Debe estar más abajo del nivel de carga, para facilitar su salida por diferencia de presión hidráulica.

Tipos de biodigestores

Se han desarrollado diversos tipos de digestores de acuerdo a la aplicación de gas, las características del material a ser digerido, a las exigencias en cuanto a niveles de descontaminación a lograr y a la relación costo-inversión-beneficio (Carhuacho, 2012). En la tabla 6 se observa los diferentes tipos de biodigestores:

Tabla 6*Tipo de biodigestores*

CARGA	a) Sistema Batch b) Sistema continuo o semicontinuo
INTENSIDAD DE MEZCLA	c) Mezcla completa d) Mezcla parcial o nula
MANEJO DEL SUBSTRATO	e) Contacto anaeróbico f) U.A.S.B.: (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) g) Lecho fluidizado h) Filtro anaeróbico
MANEJO BIOQUIMICO	i) Una etapa j) dos etapas

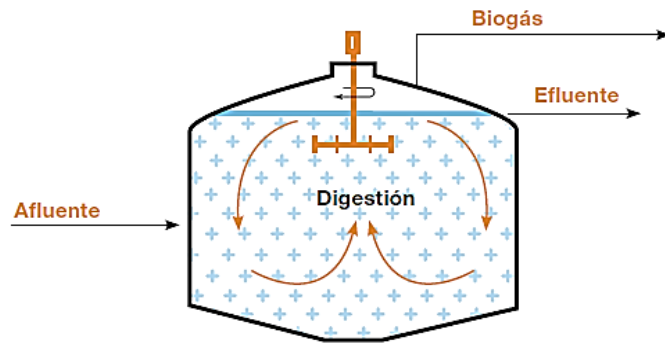
Fuente: La tabla ha sido tomada de "Manual para la producción de biogás" por J. Hilbert (2007), p. 14,15.

Los diferentes sistemas de biodigestión anaeróbica se clasifican en función del tipo de materia, el tiempo en que la degradan y el proceso de carga de la materia. Cada sistema posee características de funcionamiento distintas y su diseño, en la búsqueda de una mayor eficiencia, ha evolucionado con el tiempo (PREMACA, 2012). Existen diferentes clasificaciones de sistemas de biodigestión, pero de manera general, se pueden clasificar según el proceso de carga de la materia:

- Sistemas continuos

Se caracterizan porque el afluente o flujo de materia que ingresa es constante, la disposición de biomasa para alimentar estos sistemas es prácticamente diaria y los tiempos en que esta se retiene son menores en comparación a los sistemas discontinuos. En esta clasificación caben diferentes sistemas de biodigestión, como biodigestores de mezcla completa, filtro anaerobio, plantas de lecho fluidizado, lecho de lodos, biodigestores tubulares (tipo salchicha) biodigestores de cúpula fija y móvil, entre otros. Algunos de estos sistemas son complejos, pero conocerlos es importante ya que estos sistemas de biodigestión son muy utilizados para tratar residuos en general. Los tiempos en que se retiene la materia orgánica y el agua residual dentro del biodigestor dependerán del diseño (PREMACA, 2012).

Figura 2 Esquema general de un biodigestor de flujo continuo

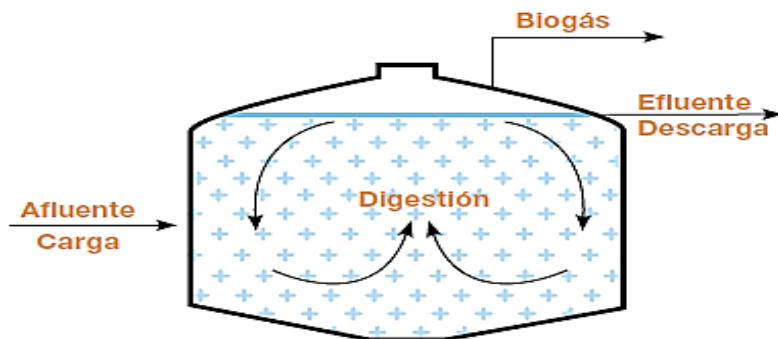


Fuente: Tomada de Guía "Instalación de sistemas de biodigestión en ecoempresas". (p. 14), Programa Regional de Medio Ambiente en Centro América - PREMACA. (2012).

- Sistema discontinuo

Poseen la característica que el afluente o materia orgánica se mantiene por tiempos prolongados dentro de la cámara de biodigestión. Se cargan una sola vez en forma total y la descarga se efectúa una vez que ha dejado de producir gas combustible. Normalmente consiste en tanques herméticos con una salida de gas conectada a un gasómetro flotante, donde se almacena el biogás. Este tipo de biodigestores es eficaz para la digestión de materiales celulósicos, que no pueden ser tratados en los digestores de tipo continuo debido al posible taponamiento de los conductos de alimentación y salida (PREMACA, 2012).

Figura 3 Esquema de biodigestor de flujo discontinuo tipo Batch



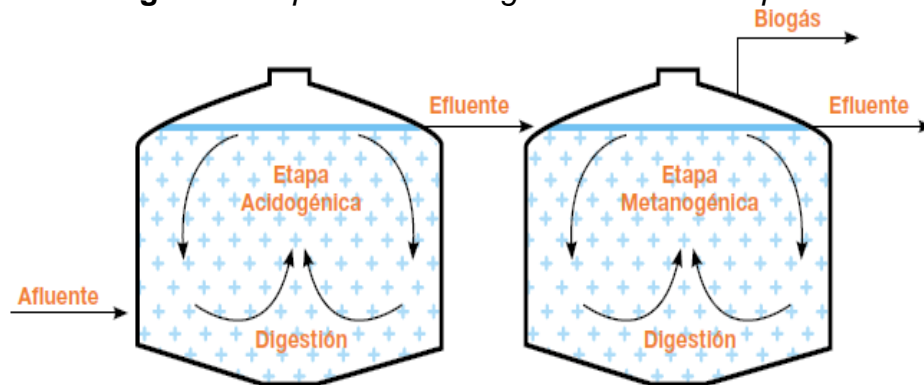
Fuente: Tomada de Guía "Instalación de sistemas de biodigestión en ecoempresas". (p. 15), Programa Regional de Medio Ambiente en Centro América - PREMACA. (2012).

- Sistema de dos etapas

Este sistema consta de dos biodigestores en serie, en cada uno de ellos se realizan diferentes etapas de degradación. En el primer biodigestor se aplican

elevados tiempos de retención y resultado de esto se desarrolla la hidrólisis y la etapa acidogénica de la materia orgánica. Una vez terminado este proceso, el efluente es trasladado a un segundo biodigestor con tiempos de retención bajos, este último se encarga de terminar el proceso de descomposición (etapa metanogénica) y producir el biogás.

Figura 4 Esquema de biodigestión de dos etapas



Fuente: Tomada de Guía "Instalación de sistemas de biodigestión en ecoempresas". (p. 16), Programa Regional de Medio Ambiente en Centro América - PREMACA. (2012).

2.2.7. Biol

Características

Gomero y Rabanal, 1996, citado por Carhuancho (2012) afirman que la composición del biol presenta precursores hormonales como acidoindol acético, giberelinas y vitaminas, esta es la razón del efecto del biol en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Las experiencias en el campo han demostrado que la mayor respuesta de la aplicación del biol se encuentra en suelos de baja fertilidad. Gracias a estas propiedades del biol, su elaboración se realiza en forma artesanal y su contenido nutricional depende del material ha fermentar anaeróticamente.

Según Grageda, Gonzáles y Díaz (2015) citado por León (2018) menciona lo siguiente:

- Son capaces de incrementar la solubilidad de los nutrientes.
- Aportan nutrientes esenciales que estimulan el crecimiento vegetal.

- Ayudan a fijar el nitrógeno del aire al suelo.
- Intervienen directamente en el crecimiento de las raíces.
- Incrementan la tolerancia a las sequías, salinidad y patógenos.

Aplicación del biol

El biol tiene diferentes funciones dependiendo del tipo, existe tres tipos de biol: el biol biocida cuya finalidad es controlar plagas y enfermedades; el biol para suelos y hojas, nutrir a la planta y mejorar la fertilidad del suelo y el biol abono foliar, nutre directamente a la planta. Este último tipo, tiene mayor ventaja porque acelera el crecimiento de las plantas e incrementa los rendimientos. (AEDES, 2006 citado por Carhuancho, 2012).

El biol, puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de periodo vegetativo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz (AEDES, 2006)

- Uso directo al suelo: Estimula la recuperación de la fertilidad de los suelos, para obtener resultados más duraderos las aplicaciones al suelo pueden realizarse en el agua de irrigación aplicando alrededor del tallo en una dilución de 1 O hasta el 30%.
- Uso foliar: Busca un resultado más inmediato por lo cual es aplicado a las hojas de cultivo. La dilución debe ser del 1 hasta el 10%. La aplicación foliar puede repetirse de 3 a 4 veces durante el desarrollo vegetativo.
- Uso en la semilla: El biocida se puede utilizar para desinfectar y desinfestar las semillas y como biofertilizante a la vez para acelerar el enraizamiento. La semilla se deja en remojo antes de la siembra, el tiempo de remojo y la concentración del vióles es muy importante

Fertilización foliar del biol

La Fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas para corregir deficiencias específicas de nutrientes, por lo cual, tiene mayor eficiencia en la absorción de nutrientes en comparación de la

fertilización al suelo y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento, esto permite el aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo (Carhuacho, 2012).

De acuerdo a estudios agronómicos indican que las hojas pueden actuar como superficies para la absorción de fertilizantes foliares y otros productos sistemáticos, la efectividad varia con la especie y las sustancias involucradas, además de la duración del proceso de absorción fluctúan en un amplio rango (Vinicio 2002, citado por Carhuacho, 2012).

La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro y molibdeno), mientras que simultáneamente puede suplementar parte de los requerimientos de N-P-K-Ca- Mg-S requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo (Carhuacho, 2012).

Según Peralta (2010) citado por Carhuacho (2012) Los nutrientes que se aplican se absorben con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno tiene mayor rapidez de absorción necesitando de 0.5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado ingrese a la planta.

Tabla 7

Velocidad de absorción foliar

Nutriente	Tiempo para que se absorba el 50% del
N (urea)	0.5 - 2 h
P	5 - 10 días
K	10 - 24 h
Ca	1 - 2 días
Mg	2 - 5h
S	8 días
Mn	1 - 2 días
Zn	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Fe	10 - 20 días

Fuente: F. Carhuacho (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola, p. 44

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. Gallinaza

La Gallinaza es la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina enjaulado o de piso; a esta se une la porción no digerible de alimentos, microorganismos de la biota intestinal, plumas, huevos rotos (Estrada, 2005).

2.3.2. Cáscara de naranja

Generalmente la cáscara de naranja es utilizada como alimento para aves y ganado, siendo una fuente potencialmente significativa en el contenido de proteína de origen unicelular, puede ser sometida a un proceso fermentativo, debido a que la cáscara de naranja contiene una cantidad de carbohidratos que la hace atractiva como sustrato (Cornejo, 1984).

2.3.3. Biodigestor

Un biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformarlo en biogás y fertilizante (Marti, 2008).

2.3.4. Biodigestor tipo semicontinuo

Un biodigestor de tipo semicontinuo es aquel que se carga de materia orgánica en periodos de tiempo y de manera directa, este tipo de biodigestores es el más usado en zonas rurales, siendo los más populares el delos diseño chino, hindú y taiwanés (Ávila, 2016).

2.3.5. Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el que la materia en ausencia de oxígeno, y mediante la acción bacteriana específica, se descompone en productos gaseosos o “biogás” (CH₄, CO₂, H₂, H₂S, etc.), y en un efluente, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación. (IDAE, 2007)

2.3.6. Biol

El biol es una fuente de fitorreguladores, producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Actúa como estimulante

orgánico porque promueve el crecimiento y desarrollo de plantas. (Colque. et al, 2005)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H₀: El biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo es óptimo para su uso como abono foliar.

H_a: El biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no es óptimo para su uso como abono foliar.

2.4.2. Hipótesis específicos

- H₀₁: Los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos para su uso como abono foliar.
- H_{a1}: Los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no son óptimos para su uso como abono foliar.
- H₀₂: Los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos para su uso como abono foliar.
- H_{a2}: Los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no son óptimos para su uso como abono foliar.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Biol producido por biodigestores de tipo semicontinuo.

2.5.2. Variable independiente

- Gallinaza.
- Cáscara de naranja

2.6. Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores)

Entre la gallinaza, cáscara de naranja y la producción de biol mediante biodigestores de tipo semicontinuo, se establecieron diversos tipos de variables que se interrelacionaran entre sí (Véase tabla 8).

Tabla 8. Operacionalización de Variables.

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO ENERO – AGOSTO 2019"			
TESISTA: PAOLA KATHERINE ESPINOZA PEÑA			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Variable independiente	gallinaza	humedad	%
		materia orgánica	%
		cenizas	%
		nitrógeno	%
		óxido fósforo	%
		calcio	%
		magnesio	%
		potasio	%
		sodio	%
		cadmio	partes por millón (ppm)
		plomo	partes por millón (ppm)
		cobre	partes por millón (ppm)
		hierro	partes por millón (ppm)
		zinc	partes por millón (ppm)
	manganeso	partes por millón (ppm)	
	cáscara de naranja	humedad	%
		materia orgánica	%
		cenizas	%
		nitrógeno	%
		óxido fósforo	%
		calcio	%
		magnesio	%
		potasio	%
		sodio	%
		cadmio	partes por millón (ppm)
		plomo	partes por millón (ppm)
cobre		partes por millón (ppm)	
Variable dependiente	Producción de biol mediante biodigestores de tipo semicontinuo	potencial hidrógeno	pH
		temperatura ambiental	°C
		temperatura interna	°C
		conductividad eléctrica	us/cm-1
		humedad	%
		materia orgánica	%
		cenizas	%
		nitrógeno	%
		óxido fósforo	gramos por kilogramo de biol (gr/kg biol)
		calcio	gramos por kilogramo de biol (gr/kg biol)
		magnesio	gramos por kilogramo de biol (gr/kg biol)
		potasio	gramos por kilogramo de biol (gr/kg biol)
		sodio	gramos por kilogramo de biol (gr/kg biol)
		cadmio	miligramos por kilogramo de biol (mg/kg biol)
		plomo	miligramos por kilogramo de biol (mg/kg biol)
		cobre	miligramos por kilogramo de biol (mg/kg biol)
		hierro	miligramos por kilogramo de biol (mg/kg biol)
		zinc	miligramos por kilogramo de biol (mg/kg biol)
manganeso	miligramos por kilogramo de biol (mg/kg biol)		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. Enfoque

De acuerdo a (Hernández. et al, 2014), la presente investigación según su enfoque fue de tipo cuantitativo; ya que se recolectó datos a través de la medición de parámetros para su posterior análisis, seguidamente se hizo uso de la estadística paramétrica, para la comprobación de la hipótesis e interpretación.

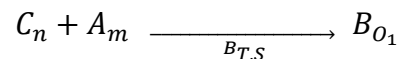
3.1.2. Alcance o nivel

De acuerdo a (Hernández. et al, 2014), la investigación según su alcance, fue correlacional ya que tuvo por objeto medir el grado de relación que existía entre las variables, para ello se midió cada una de estas variables, se analizaron, y se comprobaron, que si existía alguna vinculación o relación entre ellas.

3.1.3. Diseño

Según (Hernández. et al, 2014) la investigación presentó un diseño cuasi experimental, ya que se manipularon las variables independientes para observar cuál era su efecto y relación con la variable dependiente, habiéndose ya conformado los grupos antes del proceso experimental, como se muestra en las ecuaciones:

- **Ecuación 1**



Donde:

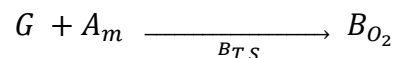
C_n : cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*)

A_m : agua de manantial

$B_{t.s}$: Biodigestor tipo semicontinuo

B_{O_1} : Biol obtenido 1

- **Ecuación 2**



Donde:

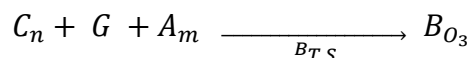
G: gallinaza

Am: agua de manantial

Bt.s: Biodigestor tipo semicontinuo

B₀₂: Biol obtenido 2

- **Ecuación 3**



Donde:

C_n: cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*)

G: gallinaza

Am: agua de manantial

Bt.s: Biodigestor tipo semicontinuo

B₀₃: Biol obtenido 3

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo constituida por la cáscara de naranja y la gallinaza. (Véase tabla 9 y 10)

Tabla 9

Cantidad de cáscara de naranja generada en el puesto de jugos

CANTIDAD DE NARANJAS	NÚMERO DE DÍAS	CANTIDAD DE CÁSCARA DE NARANJA / DÍA
1 saco de 50 kg	1 día	4 kg /día
7 sacos de 50 kg	7 días	28 kg / semana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Cantidad de gallinaza generada en la Avícola (DyPollo)

CANTIDAD DE GALLINAS	NÚMERO DE DÍAS	CANTIDAD DE GALLINAZA / DÍA
2000	1 día	310 kg/día
	7 días	2170 kg /semana

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación de la población**

La cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*) se recolectó de un puesto de jugos que se encuentra entre el jirón dos de mayo y progreso del Distrito de Huánuco, Provincia Huánuco, Departamento de Huánuco. (Véase tabla 11 y figura 17)

Tabla 11

Ubicación del puesto de naranja

LUGAR	PUNTOS	X	Y	ZONA
Puesto de jugo de naranja	1	364263.00	8902522.00	18 L

Fuente: Elaboración propia

La gallinaza se recolectó de la Avícola (D y Pollo) que se encuentra ubicado en la Esperanza, Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco. (Véase tabla 12 y figura 18)

Tabla 12

Ubicación del galpón Avícola DyPollo

LUGAR	PUNTOS	X	Y	ZONA
Avícola DyPollo	1	366918.00	8905783.00	18 L
	2	366876.00	8905706.00	
	3	366949.00	8905664.00	
	4	366994.00	8905747.00	

Fuente: Elaboración propia

- **Características de la población**

Para el desarrollo de la fase experimental se utilizó un tipo en especial de cada residuo; el tipo de cáscara de naranja fue de naranjas valencia, y el tipo de gallinaza fue de gallinas ponedoras cuya crianza es en jaula (Véase fotografía 1).



Fotografía 1

Cáscara de naranja tipo valencia y gallinaza de gallinas ponedoras criadas en jaula

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Muestra

El criterio para determinar el tamaño adecuado de la muestra fue a través de la tipología no probabilística ya que el proceso de selección estuvo orientado por las características de la investigación. (Véase tabla 13, 14 y 15)

Tabla 13

Cantidad de cáscara de naranja recolectada

Cáscara de Naranja	Cantidad total recolectada (Kg)
	51 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Cantidad de Gallinaza recolectada

Gallinaza	Cantidad total recolectada (Kg)
	102 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15*Muestra usada en la fase experimental de la investigación*

Tiempo	Descripción	Cantidad de Cáscara de naranja (kg)	Cantidad de gallinaza (kg)	Cantidad de agua de manantial (l)
Arranque	Tratamiento 1	21.3	-	42.7
	Tratamiento 2	-	21.3	42.7
	Tratamiento 3	10.65	10.65	42.7
1 era Alimentación (8%)	Tratamiento 1	1.71	-	3.41
	Tratamiento 2	-	1.71	3.41
	Tratamiento 3	0.855	0.855	3.41
2da Alimentación (9%)	Tratamiento 1	1.92	-	3.84
	Tratamiento 2	-	1.92	3.84
	Tratamiento 3	0.96	0.96	3.84
TOTAL		37.395	37.395	149.85

Fuente: Elaboración propia

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se empleó en la presente investigación fueron las siguientes:

Tabla 16

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ACTIVIDAD	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Análisis de la cáscara de naranja	Laboratorio de suelos UNAS	Análisis de laboratorio	Ficha de análisis de laboratorio
Análisis de la gallinaza	Laboratorio de suelos UNAS	Análisis de laboratorio	Ficha de análisis de laboratorio
Monitoreo durante el proceso de producción de biol	Zona de proyecto	Observación	Ficha de recolección de instrumentos fisicoquímicos
Análisis del biol obtenido	Laboratorio de suelos UNAS	Análisis de laboratorio	Ficha de análisis de laboratorio

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Para la recolección de datos

Para la recolección de datos en la investigación se tuvo que seguir una serie de procedimientos durante la parte experimental:

- Toma de muestra de gallinaza, cáscara de naranja y agua de manantial para su análisis.
- Arranque de los biodigestores
- Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de los tres tratamientos.
- Toma de muestras de biol de los tres tratamientos
- Alimentación de los biodigestores

Toma de muestras de la gallinaza

La gallinaza utilizada fue de la Avícola DyPollo, que cuenta con un aproximado de 2000 aves conformados por gallinas ponedoras y de engorde. Respecto a la crianza de las gallinas se encuentran distribuidas en cuatro galpones; en el primer galpón la crianza es en piso, aquí se encuentran las gallinas de engorde; y en los galpones restantes (2, 3, 4) la crianza es en jaula en donde se encuentran las gallinas ponedoras. La alimentación de las gallinas se basa en afrecho, maíz, vitaminas, carbonato de calcio y minerales. (Véase fotografía 3)

Para la realización del proyecto de investigación se recolectó la cantidad de 102 kilogramos de gallinaza entre el galpón 2 y 4. (Véase fotografía 8)

La toma de muestra de gallinaza se realizó mediante el Método del Cuarteto, para ello, de la cantidad que se recolectó del galpón 2 se sacó una cierta cantidad, al igual de la cantidad de gallinaza que se recolectó del galpón 4. Luego se procedió a la homogenización, y de ella se tomó 2 Kg de gallinaza que fueron colocadas en bolsas ziploc. La cantidad restante fueron almacenados en costales y trasladados a la zona de proyecto. (Véase fotografía 9). Para llevar a analizarlas primero se procedió a pesar 1 kilogramo de gallinaza, luego se hizo la mezcla en 3 litros de agua de manantial para obtener un sustrato (1:3), almacenándolo en una botella de vidrio capacidad 1 litro. El otro kilogramo

restante se almacenó en una bolsa ziploc para también ser analizado. (Véase fotografía 14)

Los materiales usados para la recolección, almacenamiento, toma de muestra, rotulados y traslado de las muestras fueron:

- 2 Bolsas ziploc de 1 kg de capacidad
- 3 Costales capacidad 40 kilogramos
- 1 botella de vidrio capacidad 1 litro
- Espátulas
- Guantes quirúrgicos
- Boina descartable
- Mascarillas
- Guardapolvo
- Botas de jebe
- Balanza
- Papel kraft
- Ficha para rotular
- Rotulador
- Caja de conservadora de tecnopor

Toma de muestras de la cáscara de naranja

Para la realización del proyecto de investigación se recolectó la cantidad de 51 kilogramos de cáscara, para ello la recolección fue diaria debido a que por día se recolectaba 4 kilogramos, posteriormente se hacía secar a través de la luz solar. (Véase fotografía 4 y 10)

Para la toma de muestras se molió 2 kilogramos de cáscara de naranja, de los cuales 1 kilogramo se almacenó en la bolsa ziploc, y el otro kilogramo se mezcló en 3 litros de agua de manantial para obtener un sustrato (1:3), siendo almacenado en una botella de vidrio capacidad 1 litro. La cantidad restante fueron secados, molidos, almacenados en un costal y trasladados a la zona de proyecto. (Véase fotografía 13)

Los materiales usados para la recolección, almacenamiento, rotulado y traslado de las muestras fueron:

- 1 Bolsa ziploc de 1 kg de capacidad
- 1 Costal capacidad 80 kilogramos
- 1 botella de vidrio capacidad 1 litro
- Máquina de moler
- Guantes quirúrgicos
- Boina descartable
- Mascarillas
- Guardapolvo
- Balanza
- Papel kraft
- Ficha para rotular
- Rotulador
- Caja de conservadora de tecnopor

Toma de muestras del agua de manantial

La toma de muestra de agua se realizó siguiendo el procedimiento de toma de muestra de agua de manantial del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos (R.J. N°010-2016-ANA), en las cuales se recolectó 1 litro de agua para el análisis. Y 140 litros fueron almacenados en baldes y bidones para el uso en el arranque de los biodigestores. (Véase fotografía 12)

Los materiales usados para la recolección, almacenamiento, rotulado y traslado de las muestras fueron:

- 1 botella de vidrio capacidad 1 litro
- 6 baldes de plástico capacidad 20 litros
- 1 bidón azul de 15 litros
- 1 bidón blanco de 5 litros
- Guantes quirúrgicos

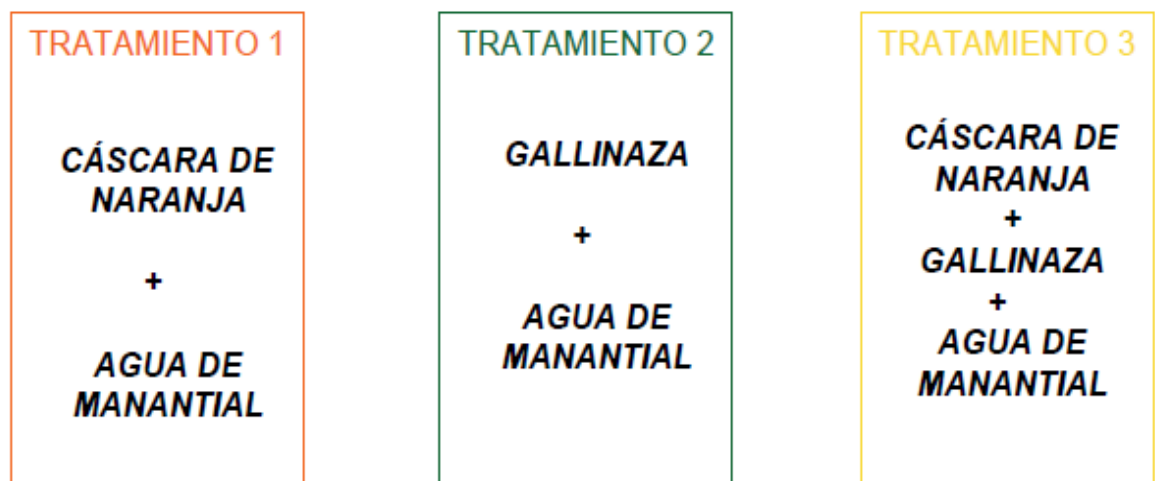
- Boina descartable
- Mascarillas
- Guardapolvo
- Papel kraft
- Ficha para rotular
- Rotulador
- Caja de conservadora de tecnopor

Arranque de los biodigestores

Para el desarrollo de la parte experimental de la tesis se hizo tres tipos de tratamientos; tratamiento 1 (cáscara de naranja + agua de manantial), tratamiento 2 (gallinaza + agua de manantial), tratamiento 3 (cáscara den naranja + gallinaza + agua de manantial). (Véase figura 5)

Figura 5

Tratamientos para la producción de biol



Fuente: elaboración propia

La capacidad de los tres biodigestores semicontinuo fueron de 80 litros, en las cuales en cada biodigestor se distribuyó el 20% de su capacidad en biogás que equivale a 16 litros, y 80% en sustrato equivaliendo a 64 litros. Teniendo en cuenta ello, para el desarrollo de la investigación se utilizó la metodología de

mezcla 1:3, quiere decir que para 1 kilogramo de residuo (cáscara de naranja y/o gallinaza) se adicionó 3 litros de agua de manantial. (Ver tabla 17)

Volumen del sustrato = 64 litros / Metodología 1: 3

- **Tratamiento 1: cáscara de naranja + agua de manantial**

$$\text{cantidad de cáscara de naranja} = \frac{\text{Volumen del sustrato}}{3}$$

$$\text{cantidad cáscara de naranja} = 64/3$$

$$\text{cantidad cáscara de naranja} = 21.3 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de agua de manantial} = 42.7 \text{ litros}$$

- **Tratamiento 2: gallinaza + agua de manantial**

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{\text{volumen del sustrato}}{3}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = 64/3$$

$$\text{cantidad gallinaza} = 21.3 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de agua de manantial} = 42.7 \text{ litros}$$

- **Tratamiento 3: gallinaza + cáscara de naranja + agua de manantial**

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{\text{cantidad de sustrato}}{2}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = 21.3/3$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = 10.65 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de cáscara de naranja} = 10.65 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de agua de manantial} = 42.7 \text{ litros}$$

Tabla 17

Cantidad de Cáscara de Naranja y Gallinaza en el arranque

Tiempo	Descripción	Cantidad de Cáscara de naranja (kg)	Cantidad de gallinaza (kg)	Cantidad de agua de manantial (l)
Arranque	Tratamiento 1	21.3	-	42.7
	Tratamiento 2	-	21.3	42.7
	Tratamiento 3	10.65	10.65	42.7
TOTAL		31.95	31.95	128.1

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la alimentación de los biodigestores se realizó los siguientes pasos:

- Paso 1: Pesar la cáscara de naranja y gallinaza
Para el tratamiento 1 se pesó 21.3 kilogramos de naranja, tratamiento 2 se pesó 21.3 kilogramos de gallinaza, y para el tratamiento 3 se pesó la mitad, es decir, 10.65 kilogramos de cáscara de naranja y 10.65 kilogramos de gallinaza ya que en este tratamiento se está trabajando con ambos. (véase fotografía 17)
- Paso 2: Echar los residuos al biodigestor
Echar los residuos en los respectivos biodigestores de acuerdo a la metodología 1:3; tratamiento 1 (21.3 kilogramos de cáscara de naranja + 42.7 litros de agua de manantial), tratamiento 2 (21.3 kilogramos de gallinaza + 42.7 litros de agua de manantial), tratamiento 3 (10.65 kilogramos de cáscara de naranja + 10.65 kilogramos de gallinaza + 42.7 litros de agua de manantial). Posteriormente mezclarlos para que se homogenice. (véase fotografía 18, 19, 20)
- Paso 3: Sellar los biodigestores
Sellar bien para que no haya ninguna fuga. (véase fotografía 21 y 22)

Los materiales usados para el arranque fueron:

- Tres biodigestores capacidad 80 litros.
- Balanza
- Un balde capacidad 10 litros
- Dos baldes capacidad 4 litros
- Un balde capacidad 2 litros
- Pico chico
- Nivel
- Bolsas
- Guantes quirúrgicos
- Boina descartable
- Mascarillas

- Guardapolvo

Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de los tres tratamientos

Para realizar el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos se tenía que realizar los siguientes pasos:

- Paso 1: Agitar los biodigestores.
La agitación de cada biodigestor se realizó en un aproximado de 10 minutos.
- Paso 2: Sacar las muestras de biol en un vaso precipitado de 100 ml.
Luego de haber agitado los biodigestores, por el caño del sistema, se sacó una alícuota de un aproximado de 90 a 95 ml en un vaso precipitado. (Véase fotografía 23)
- Paso 3: Monitorear los parámetros requeridos.
Teniendo los vasos precipitados ya con las alícuotas de los tres tratamientos, se procedió a medir los parámetros fisicoquímicos (temperatura interna, temperatura ambiental, conductividad eléctrica y pH). Después de realizar cada medición se limpiaba el equipo de monitoreo con agua destilada. (Véase fotografía 24 y 25)
Asimismo, se utilizó un buffer de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en varias oportunidades, para estabilizar el sistema de biodigestión anaeróbica.

Los materiales usados para el monitoreo son los siguientes:

- Multiparámetro (pH, conductividad eléctrica (us/cm^{-1}), temperatura interna ($^{\circ}\text{C}$))
- Termómetro ambiental ($^{\circ}\text{C}$)
- Tres vasos precipitados de 100 ml
- Piseta
- Agua destilada
- Guardapolvo
- Mascarilla
- Guantes

- Balanza
- Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3)

Toma de muestras de biol de los tres tratamientos

La toma de muestra de biol se realizó a los 15, 30 y 45 días; en las que se siguió los siguientes pasos:

- Paso 1: Agitar los biodigestores
La agitación de cada biodigestor se realizó en un aproximado de 10 minutos. (véase fotografía 27)
- Paso 2: Sacar la muestra de biol a analizar
Después de haber agitado los biodigestores, se sacó 1 litro de biol de los tres tratamientos en una jarra, y se vació a las botellas. (véase fotografía 28)
- Paso 3: Almacenar y rotular las muestras
Se rotuló cada botella con el respectivo tipo de tratamiento y se almacenó en un conservador para ser llevados a analizar al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. (Véase fotografía 29).
Dónde se analizó los siguientes parámetros fisicoquímicos: materia seca (%), humedad (%), ceniza en base húmeda (%), materia orgánica en base húmeda (%), nitrógeno (%), oxido de fosforo (P_2O_5), calcio (mg/l biol), potasio (mg/l biol), sodio (mg/l biol), magnesio (mg/l biol), cobre (mg/l biol), hierro (mg/l biol), zinc (mg/l biol) y manganeso (mg/l biol).

Los materiales usados para el monitoreo son los siguientes:

- Una jarra capacidad 1 litro
- Nueve botellas de plástico capacidad 1 litro.
- Ficha para rotular
- Rotulador
- Caja de conservadora de tecnopor
- Guardapolvo
- Guantes de látex

- Mascarilla

Alimentación de los biodigestores

La alimentación de los biodigestores de tipo semicontinuo fue establecido en dos periodos 15 y 30 días, al 8% y 9% respectivamente. (Véase tabla 17)

Volumen del sustrato = 64 litros / Metodología 1: 3

Día 15 al 8%

- **Tratamiento 1: cáscara de naranja + agua de manantial**

$$\text{cantidad de cáscara de naranja} = \frac{\text{Volumen del sustrato al 8\%}}{3}$$

$$\text{cantidad cáscara de naranja} = \frac{5.12}{3}$$

cantidad cáscara de naranja = 1.71 kilogramos

cantidad de agua de manantial = 3.41 litros

- **Tratamiento 2: gallinaza + agua de manantial**

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{\text{volumen del sustrato al 8\%}}{3}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{5.12}{3}$$

cantidad gallinaza = 1.71 kilogramos

cantidad de agua de manantial = 3.41 litros

- **Tratamiento 3: gallinaza + cáscara de naranja + agua de manantial**

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{\text{cantidad de sustrato}}{2}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{1.71}{2}$$

cantidad de gallinaza = 0.855 kilogramos

cantidad de cáscara de naranja = 0.855 kilogramos

cantidad de agua de manantial = 3.41 litros

Día 30 al 9%

- **Tratamiento 1: cáscara de naranja + agua de manantial**

$$\text{cantidad de cáscara de naranja} = \frac{\text{Volumen del sustrato al 9\%}}{3}$$

$$\text{cantidad cáscara de naranja} = \frac{5.76}{3}$$

$$\text{cantidad cáscara de naranja} = 1.92 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de agua de manantial} = 3.84 \text{ litros}$$

- **Tratamiento 2: gallinaza + agua de manantial**

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{\text{volumen del sustrato al 9\%}}{3}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{5.76}{3}$$

$$\text{cantidad gallinaza} = 1.92 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de agua de manantial} = 3.84 \text{ litros}$$

- **Tratamiento 3: gallinaza + cáscara de naranja + agua de manantial**

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{\text{cantidad de sustrato}}{2}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = \frac{1.92}{2}$$

$$\text{cantidad de gallinaza} = 0.96 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de cáscara de naranja} = 0.96 \text{ kilogramos}$$

$$\text{cantidad de agua de manantial} = 3.84 \text{ litros}$$

Tabla 8*Cantidad de Cáscara de Naranja y Gallinaza en la alimentación*

Tiempo	Descripción	Cantidad de Cáscara de naranja (kg)	Cantidad de gallinaza (kg)	Cantidad de agua de manantial (l)
1 era	Tratamiento 1	1.71	-	3.41
Alimentación (8%)	Tratamiento 2	-	1.71	3.41
	Tratamiento 3	0.855	0.855	3.41
Total Primera Alimentación		2.565	2.565	10.23
2da	Tratamiento 1	1.92	-	3.84
Alimentación (9%)	Tratamiento 2	-	1.92	3.84
	Tratamiento 3	0.96	0.96	3.84
Total Segunda Alimentación		2.88	2.88	11.52
TOTAL		5.445	5.445	21.75

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la alimentación de los biodigestores se realizó los siguientes pasos:

- Paso 1: Pesar la cáscara de naranja y gallinaza
Como el periodo de carga fue establecido en dos periodos, para la alimentación del día 15 se estableció la cantidad de 5.12 kg de sustrato (8%) y del día 30 fue de 5.76 kg de sustrato (9%). Es por ello que para el tratamiento 1 que viene a ser cáscara de naranja y agua de manantial se pesó 1.71 kilogramos de cáscara (día 15) y 1.92 kilogramos de cáscara (día 30); para el tratamiento 2 se pesó 1.71 kilogramos de gallinaza (día 15) y 1.92 kilogramos de gallinaza (día 30); y para el tratamiento 3 se pesó 0.855 kilogramos de cáscara de naranja y gallinaza (día 15), y 0.96 kilogramos de cáscara de naranja y gallinaza (día 30). (véase fotografía 30)
- Paso 2: Preparar el sustrato para la alimentación.
Para el tratamiento 1, en un balde de 10 litros echar poco a poco la cáscara de naranja y agua de manantial, y mezclarlo. Este mismo procedimiento

será lo mismo para el tratamiento 2 (gallinaza + agua de manantial) y tratamiento 3 (cáscara de naranja + gallinaza + agua de manantial).

- Alimentar los biodigestores. (véase fotografía 31)

Colocar poco a poco el sustrato preparado en la boca de alimentación y empujarlo con ayuda de una manguera, para evitar que se pierda agua al momento de la alimentación colocar baldes en ambas salidas. (Véase fotografía 32)

Los materiales usados para la alimentación son los siguientes:

- Manguera delgada con un orificio cubierto
- Un Balde de 10 litros
- Dos baldes de 3 litros
- Balanza
- Paleta
- 3 kilogramos de cáscara de naranja
- 3 kilogramos de gallinaza
- 15 litros de agua de manantial
- Guardapolvo
- Mascarilla
- Guantes jebe
- Botas de jebe

3.3.2. Técnicas para la presentación de datos del Biol

- **Procedimientos de Recolección de Datos del Biol**

La recolección de los datos se ejecutó en un periodo de tiempo de 15, 30 y 45 días, a través del uso de instrumentos de medición y fichas técnicas.

- **Procedimientos de Recolección de Datos del Biol**

La recolección de datos, fueron el resultado del monitoreo del Biol, aplicado durante los 15, 30 y 45 días; los análisis de las muestras del Biol fueron

obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; que posteriormente se registraron en una base de datos en formato Excel.

3.3.3. Técnicas para el análisis e interpretación de los datos del Biol

El análisis de datos se hizo con el paquete estadístico SPSS y se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) de 3 tratamientos con 3 repeticiones cuyo modelo de observaciones es el siguiente:

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

i = 3 tratamientos

J = 1, 2,3 repeticiones

Donde:

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

U = Media aritmética general de población

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

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

Para la comparación de medias de los tratamientos se usó la prueba de Tuckey, con un nivel de confianza del 95% (Steel y Torrie, 1998).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Procesamiento de datos

4.1.1. Parámetros físicos del biol

Tabla 9 Resultados de los parámetros físicos del biol en el monitoreo

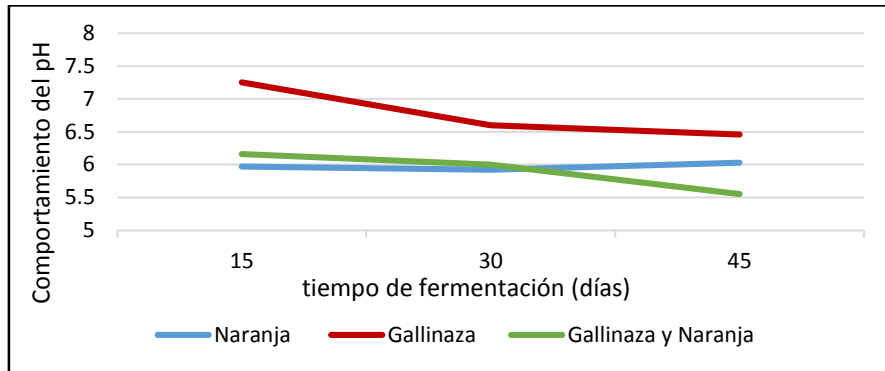
Tratamientos	Días	Temperatura Ambiental	Temperatura Interna	pH	Conductividad Eléctrica
		°C	°C		
Naranja	15	25.5±1.66 ^a	25.7±1.4 ^a	5.97±0.7 ^a	618.2±149.17 ^a
Gallinaza		25.5±1.66 ^a	24.4±1.3 ^a	7.25±0.35 ^a	1804.8±177.44 ^a
Gallinaza y Naranja		25.5±1.66 ^a	25.0±2.4 ^a	6.16±0.14 ^a	1286.3±222.9 ^a
Naranja	30	21.8±0.92 ^b	23.0±1.8 ^b	5.92±0.03 ^a	980.2±375.28 ^b
Gallinaza		21.8±0.92 ^b	21.8±1.9 ^b	6.6±0.38 ^b	1463.1±135.4 ^b
Gallinaza y Naranja		21.8±0.92 ^b	21.7±1.8 ^b	6.0±0.02 ^a	1276.1±874.94 ^a
Naranja	45	20.22±1.39 ^c	20.3±1.7 ^c	6.03±0.03 ^a	1017.0±188.2 ^b
Gallinaza		20.22±1.39 ^c	19.9±1.5 ^c	6.46±0.41 ^b	1598.0±100.7 ^b
Gallinaza y Naranja		20.22±1.39 ^a	19.9±1.3 ^b	5.55±1.6 ^a	1394.1±124.18 ^a

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p < 0.05$).

En la tabla 9, se observa la diferencia significativa que existe entre los tratamientos para los parámetros de temperatura ambiental (TA), y temperatura interna (TI), a los 15, 30 y 45 días con respecto a los tratamientos días; Así mismo se observa diferencia estadística significativa en el parámetro de pH, a los 15 días mas no existe diferencia estadística significativa a los 30 y 45, con respecto a la conductividad eléctrica (CE), se observa la diferencia estadística significativa solo a los 15 y 30 días, y no existe diferencia estadística significativa a los 45 días.

- **Comportamiento del pH**

Figura 6 *Comportamiento del pH*

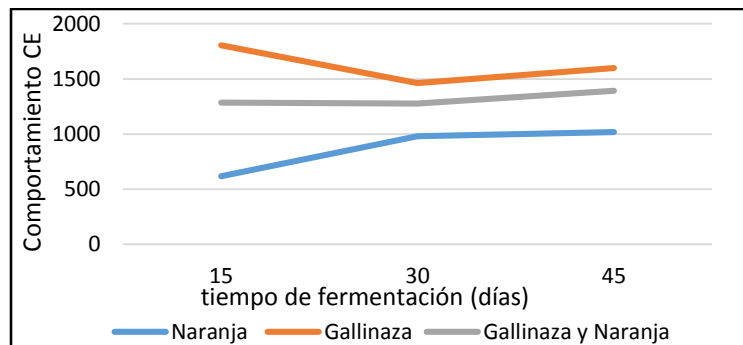


Fuente: Elaboración propia

La figura 6, muestra el comportamiento del parámetro del pH, durante los días de evaluación donde se observa una tendencia neutra en los tres tratamientos; el tratamiento con la cascara de naranja (CN) inicia con un valor de 5.97 a los 15 días, su valor se mantiene los 30 días y luego su valor se incrementa a los 45 días; el tratamiento con gallinaza (G), tiende a disminuir su valor con respecto a los días de evaluación, semejante comportamiento sufre el tratamiento de la naranja más gallinaza (N+G)

- **Comportamiento de la conductividad eléctrica (CE)**

Figura 7 *Comportamiento de la conductividad eléctrica (CE)*



Fuente: Elaboración propia

La figura 7, muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica (CE), durante los días de evaluación para cada tratamiento en el cual se observa que la conductividad eléctrica (CE) en el tratamiento con cascara de naranja (CN), a

los 15 días obtuvo un valor de; 618.2 us/cm, 980.2 us/cm, a los 30 días y 1017.0 us/cm, a los 45 días, valores que aumentaron porcentualmente de: 58% y 64% a los 30 y 45, respectivamente con respecto al valor de 15 días; el tratamiento con gallinaza tuvo un comportamiento distinto pues a los 30 días disminuyó su valor en 18% y a los 45 días solo un 11% con respecto al valor de 15 días, el tratamiento con la naranja y gallinaza (N+G), a los 15 y 30 días su valor no hubo significancia sin embargo hubo un incremento de: 108 us/cm, con respecto al valor de 15 días de evaluación.

4.1.2. Resultados de los parámetros físicos y químicos de la composición del biol

Tabla 10 Resultados de los parámetros fisicoquímicos del Biol

Tratamientos	Días	MO %	CZ %	H %	N %
Naranja	15	6.30±1.30 ^a	2.25±0.45 ^{ab}	92.82±1.28 ^a	1.25±0.35 ^a
Gallinaza		2.94±0.03 ^b	2.66±0.33 ^a	94.40±2.70 ^a	2.09±1.05 ^a
Gallinaza y Naranja		4.19±0.10 ^b	1.66±0.33 ^b	94.16±1.03 ^a	2.20±0.05 ^a
P – Valor		<0,004	<0,045		
Naranja	30	9.17±0.17 ^b	2.09±0.35 ^b	88.74±0.04 ^b	1.53±0.03 ^a
Gallinaza		11.25±0.08 ^a	6.30±0.85 ^a	82.44±1.81 ^c	2.43±0.29 ^a
Gallinaza y Naranja		3.90±0.41 ^c	1.55±0.41 ^b	94.50±0.15 ^a	2.18±0.59 ^a
P – Valor		<0.001	<0.001	<0.001	
Naranja	45	7.04±1.0 ^a	2.87±0.10 ^{ab}	90.09±5.0 ^a	29.95±3.0 ^a
Gallinaza		2.72±0.21 ^b	2.59±0.30 ^a	94.69±0.34 ^a	9.68±0.34 ^b
Gallinaza y Naranja		3.93±0.47 ^b	2.19±0.10 ^b	93.88±0.44 ^a	5.43±0.22 ^b
P – Valor		<0.001			<0.043

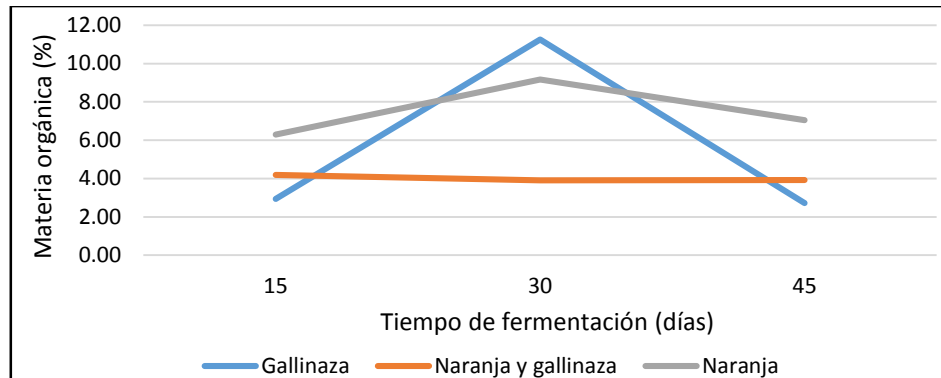
Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p < 0.05$).

En la tabla 10, se observa la diferencia estadística significativa que existe para los parámetros de materia orgánica (MO) y ceniza (Cz), $p < 0.05$, a los 30, 40 y 45 días; para el caso de la humedad (H°), no se observa diferencia estadística significativa a los 15 y 45 días de evaluación pero si muestra diferencia estadística significativa a los 30 días, el parámetro de nitrógeno muestra un comportamiento distinto pues no se observa diferencia estadística significativa a los 15 y treinta días sin embargo si existe diferencia estadística significativa a los 45 días de fermentación: La materia orgánica tiene un comportamiento

ascendente en su concentración durante los 15 y treinta días de tratamiento luego desciende su porcentaje de concentración a los 45 días tal como se muestra en la figura 8.

- **Comportamiento de la materia orgánica (MO)**

Figura 8 Comportamiento de la materia orgánica (MO)



Fuente: Elaboración propia

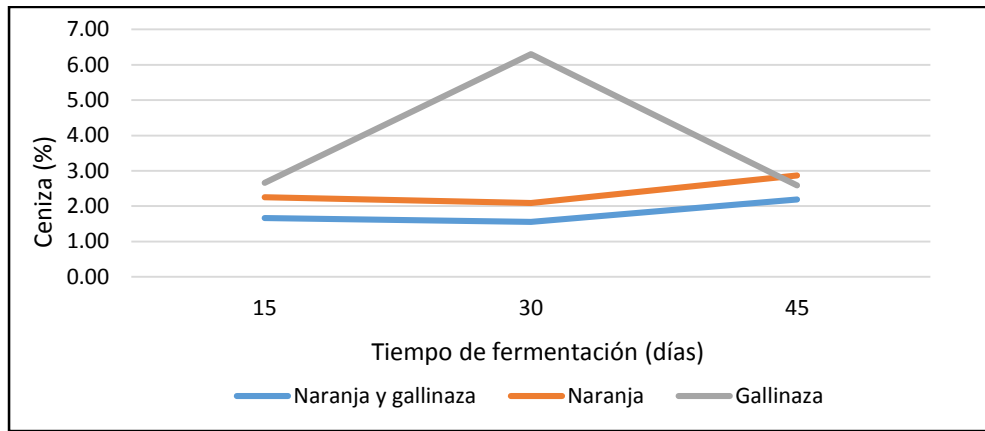
La figura 8, muestra los valores y comportamiento de la materia orgánica durante los días de evaluación, en él se observa que a los 15 días que el biol con la cáscara de naranja tuvo 6.30% de concentración de materia orgánica (MO), luego aumenta su concentración en 2.87% a los 30 días y luego sufre un descenso de 2.13%, en su concentración a los 45 días.

En el caso de la gallinaza (G), a los 30 días de evaluación la materia orgánica muestra un valor porcentual de 2.94 % de concentración en el biol, luego a los 30 días aumenta en 8.31% más con respecto a su valor referencial y sufre una caída de 9.12%, hasta alcanzar una concentración de 2.72 % a los 45 días de evaluación.

El tratamiento de la cáscara de naranja y la gallinaza la concentración de la materia orgánica (MO) a los 15 días de evaluación muestra un valor porcentual de 4.19% de concentración en el biol luego la concentración disminuye en 3.90% a los 30 días y luego sufre un mínimo aumento a los 45 días hasta alcanzar una concentración de 3.93% a los 45 días.

- **Comportamiento de la ceniza (CZ)**

Figura 9 *Comportamiento de la Ceniza (CZ)*

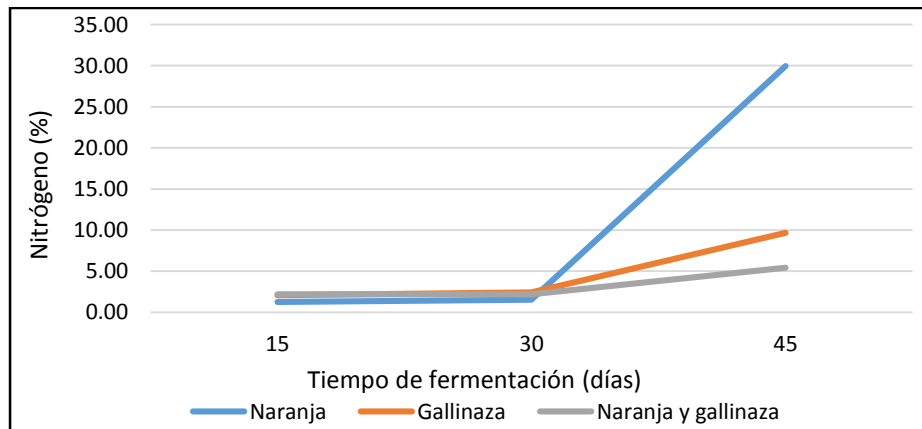


Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se observa el comportamiento de la ceniza (CZ), en los días de evaluación en el tratamiento con la cascara de naranja (CN) a los 15 días se observa un valor 2,25% y 2.09%, 2.87% a los 30 y 45 días respectivamente; en el tratamiento con la gallinaza (G) se observa valores de 2.66%, 6.30%, 2,59% a los 15, 30 y 45 días de evaluación y en el caso del tratamiento de la cascara de naranja y la gallinaza (CNyG), muestran concentraciones de 1.66% a los 15 días, 1.55% a los 30 días y 2.19% a los 45 días de evaluación.

- **Comportamiento del nitrógeno (N)**

Figura 10 *Comportamiento del (N)*



Fuente: Elaboración propia

La figura 10 muestra los valores y comportamiento de la concentración del nitrógeno en el biol durante los días de evaluación, a los 15 días el tratamiento con la cascarilla de naranja (CN), muestra un valor de 1,25%, a los 30 días un valor de 1,53% y finalmente un valor de 29,95% a los 45 días de fermentación, 28.7% más con respecto al valor de los 15 días de evaluación; la gallinaza (G) sufre un comportamiento de forma ascendente iniciando a los 15 días con una concentración de 2.09%, a los 30 días aumenta a 2.43% y a los 45 días muestra un valor de 9.68%, comportamiento distinto de forma descendente y ascendente, muestra el tratamiento de la cascarilla de naranja y la gallinaza (CNyG), con una concentración inicial a los 15 días de 2.20%, desciende a 2.18% a los 30 días y tiene un comportamiento de aumentar su valor a 5.43% a los 45 días de evaluación.

4.1.3. Resultados de los parámetros químicos del Biol

Tabla 11 Resultados de los parámetros químicos del Biol

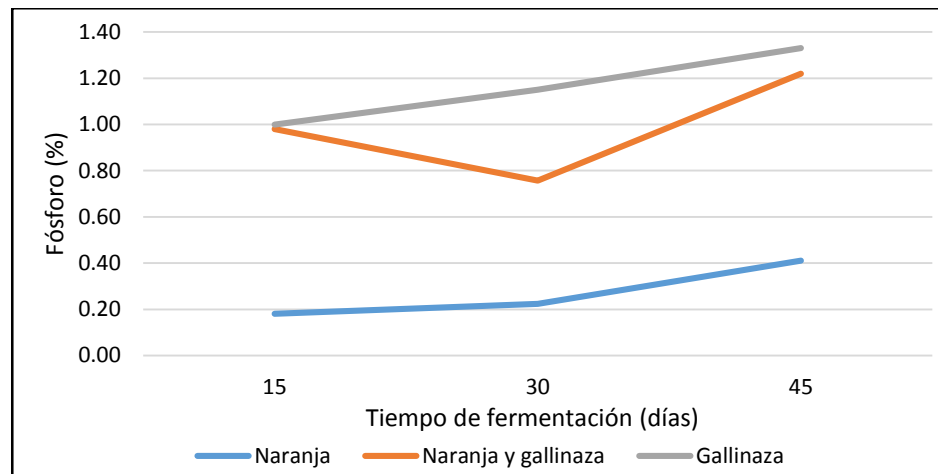
Tratamientos	Días	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
		%	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Naranja	15	0.18±0.03 ^a	0.29±0.00 ^b	0.36±0.32 ^b	0.51±0.11 ^a	0.58±0.08 ^b	0.13±0.05 ^a	0.4±0.10 ^c	1.19±0.01 ^b	17.55±0.05 ^c	1.28±0.08 ^c	0.91±0.10 ^c
Gallinaza		1.00±0.50 ^a	2.44±0.22 ^a	0.57±0.14 ^b	0.57±0.02 ^a	0.56±0.10 ^b	0.08±0.01 ^a	1.02±0.02 ^b	5.82±2.11 ^a	69.86±0.87 ^a	12.19±0.99 ^b	8.46±1.20 ^a
Gallinaza y Naranja		0.98±0.33 ^a	2.75±0.21 ^a	1.87±0.09 ^a	0.66±0.13 ^a	1.18±0.09 ^a	0.24±0.12 ^a	2.08±0.04 ^a	3.52±0.26 ^{ab}	59.03±0.98 ^b	14.39±0.20 ^a	4.17±0.91 ^b
P – Valor			<0,001	<0,001		<0,001		<0,001	<0,011	<0,001	<0,001	<0,001
Naranja	30	0.22±0.02 ^b	0.29±0.00 ^b	0.57±0.01 ^a	1.09±0.08 ^a	1.26±0.10 ^a	0.07±0.02 ^a	0.50±0.10 ^b	1.47±0.10 ^b	33.95±2.0 ^c	1.35±0.20 ^c	1.11±0.01 ^b
Gallinaza		1.15±0.02 ^{ab}	2.57±0.41 ^a	1.34±0.22 ^a	0.91±0.10 ^a	2.59±0.30 ^a	0.07±0.01 ^a	2.96±0.48 ^a	5.88±0.12 ^b	263±21.50 ^a	26.75±0.82 ^b	18.64±0.32 ^a
Gallinaza y Naranja		0.76±0.46 ^a	1.84±1.36 ^{ab}	1.57±0.86 ^a	1.08±0.03 ^a	2.56±1.13 ^a	0.12±0.06 ^a	2.22±1.48 ^{ab}	3.41±1.69 ^a	126.54±2.27 ^b	18.92±15.22 ^a	7.34±5.40 ^b
P – Valor		<0.015	<0.036					<0.039	<0.004	<0.001	<0.031	<0.001
Naranja	45	0.41±0.04 ^a	0.55±0.00 ^b	0.76±0.10 ^c	1.58±0.30 ^b	15.33±0.10 ^a	0.06±0.02 ^a	0.72±0.20 ^b	1.61±0.20 ^b	138.71±20.01 ^c	1.56±0.01 ^c	0.81±0.11 ^c
Gallinaza		1.22±0.04 ^b	2.63±0.29 ^a	1.36±0.18 ^b	1.48±0.20 ^b	3.33±0.17 ^b	0.06±0.01 ^a	3.31±0.16 ^a	6.00±0.50 ^a	296.26±1.13 ^b	33.74±0.37 ^b	5.05±0.03 ^b
Gallinaza y Naranja		1.33±0.17 ^b	2.89±0.45 ^a	2.12±0.06 ^a	2.90±0.45 ^a	3.68±0.34 ^b	0.06±0.03 ^a	3.37±0.18 ^a	6.58±0.29 ^a	366.68±0.32 ^a	43.54±0.27 ^a	5.57±0.28 ^a
P – Valor		<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.001		<0.001	<0.001	<0.032	<0.001	<0.001

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p < 0.05$).

En la tabla 11, se observa la caracterización de los parámetros químicos del biol, en él se observa la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos para los parámetros de calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), plomo (Pb), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn), no mostraron diferencia estadística significativa los minerales; potasio (K) y cadmio (Cd), a los 15 días de fermentación; Luego se observa que a los 30 días de fermentación existe diferencia significativa para los minerales de: óxido de fósforo (P_2O_5), calcio (Ca), plomo (Pb), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn); A los 45 días se observa la diferencia estadística significativa para todos los minerales caracterizados en el biol con la única diferencia de no mostrar diferencia estadística significativa por parte del cadmio (Cd).

En la figura 11, se muestra los valores y comportamiento del óxido de fósforo (P_2O_5) durante los días de fermentación:

Figura 11 Comportamiento óxido de fósforo (P_2O_5)



Fuente: Elaboración propia

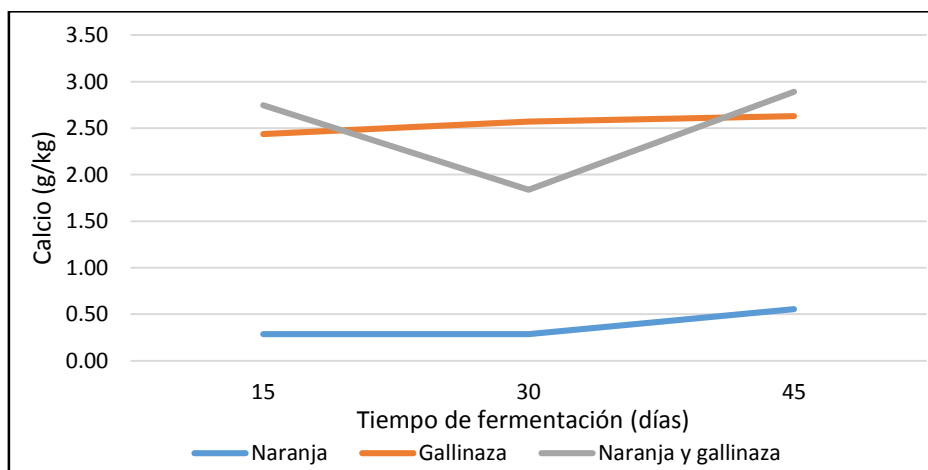
Tratamientos	15 días		30 días		45 días	
Naranja	0,18	A	0,22	b	0.41	a
Gallinaza	1,00	A	1,15	a	1.22	b
Naranja y Gallinaza	0,98	A	0,76	ab	1.33	b

Se muestra en comportamiento y los valores del óxido de fósforo (P_2O_5), durante los días de fermentación en la figura se puede observar a los 15 días en

el tratamiento con la cascara de naranja (CN), una concentración de 0,18 %, y con una tendencia a subir a los 30 días mostrando un valor de 0,22%, aumentando su valor a los 45 días a 0.41%; Similar comportamiento muestra el tratamiento con la gallinaza (G); 1,00%, 1,15%,1,22, a los 15, 30 y 45 días respectivamente, comportamiento distinto ocurre en el tratamiento con la cascara de naranja (CN) y gallinaza(G), pues a los 15 días de fermentación muestra una concentración de 0,98% luego desciende su concentración a 0.76% y a los 45 días de concentración aumenta a 1,33%.

La figura 12, muestra el comportamiento de la concentración del mineral calcio (Ca), durante los días de evaluación.

Figura 12 Comportamiento del calcio (Ca)



Fuente: Elaboración propia

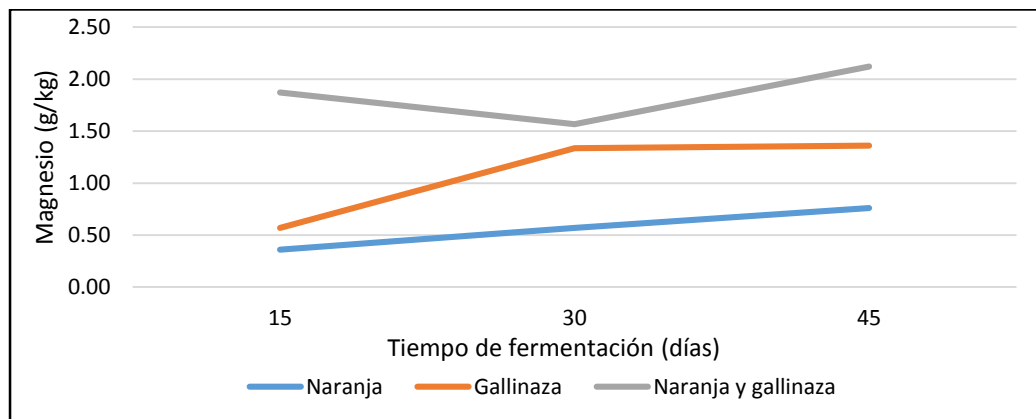
Tratamientos	15 días	30 días	45 días
Naranja	0,29	0,29	0,55
Gallinaza	2,44	2,57	2,63
Naranja y gallinaza	2,75	1,84	2,89

Se observa en la figura 12, el comportamiento del calcio (CA) y la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos durante los días de evaluación; A los 15 días de evaluación en el tratamiento (T1), con la cascara de naranja (CN), muestra un valor de 0,29 g/Kg, luego esta concentración se mantiene a los 30 días y sufre un ascenso a los 45 días

mostrando un valor de 0,55 g/Kg. La gallinaza (T2) a los 15 días de fermentación muestra un valor de 2,44 g/Kg este valor aumenta a medida que pasa los días de fermentación; 2,57 y 2,63 a los 30 y 45 días respectivamente; situación muy distinta ocurre con el tratamiento de la mezcla de la cascara de naranja y la gallinaza (T3), pues muestra un valor de 2,75 g/Kg, a los 15 días de fermentación luego a los 30 días de fermentación disminuye su concentración a 1,84 g/Kg, para luego a los 45 días aumentar su concentración a 2,89 g/Kg, representando un 5.09% más de la concentración a los 30 días.

La figura 07, muestra el comportamiento de la concentración del mineral magnesio (Mg), durante los días de evaluación.

Figura 13 Comportamiento del Magnesio (Mg)



Fuente: Elaboración propia

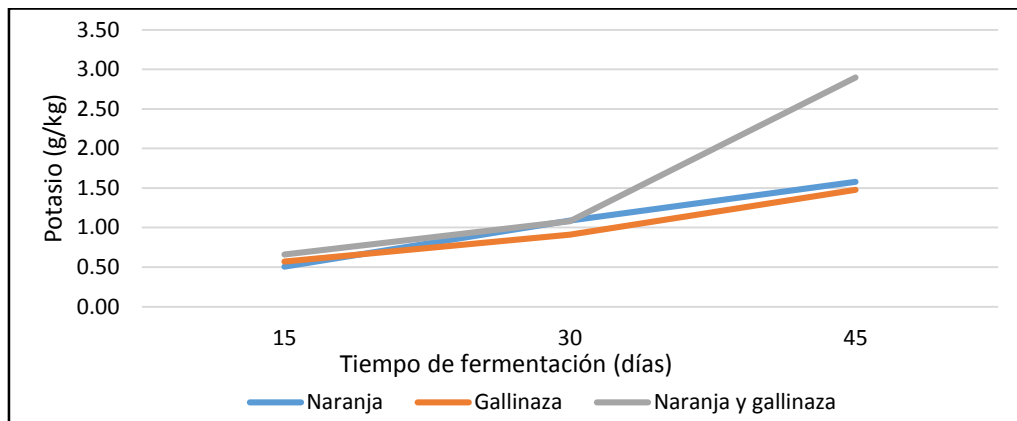
Tratamientos	15 días	30 días	45 días
Naranja	0,36	0,57	0,76
Gallinaza	0,57	1,34	1,36
Naranja y gallinaza	1,87	1,57	2,12

Se observa en la figura 13, el comportamiento del mineral magnesio durante los días de evaluación; Muestra los siguiente valores; cascara de naranja a los 15 días (CN); 0,36 g/Kg, 0,57g/Kg, 0,76 g/Kg, a los 30 y 45 días respectivamente, mostrando un comportamiento de aumento en su concentración con el transcurso de los días; el tratamiento con la gallinaza

muestra diferencia estadística significativa a los 15 y 45 días de evaluación, con valores diferenciales en su concentración; 0,57 g/Kg y 2,12 g/Kg a los 15 y 45 días de evaluación: 1,55g/Kg más con respecto al valor referencial; Con respecto al tratamiento (T3), cascar de naranja y gallinaza (CNyG), a los 15 días de fermentación el mineral magnesio muestra el siguiente valor ; 1,87g/Kg, a los 30 días disminuye en un 16% de su valor, (1,57 g/Kg), a los 45 días su concentración sube en un 35.03% (2,12 g/Kg).

La figura 14 muestra el comportamiento del mineral potasio (K), durante los días de evaluación.

Figura 14 Comportamiento del potasio (K)



Fuente: Elaboración propia

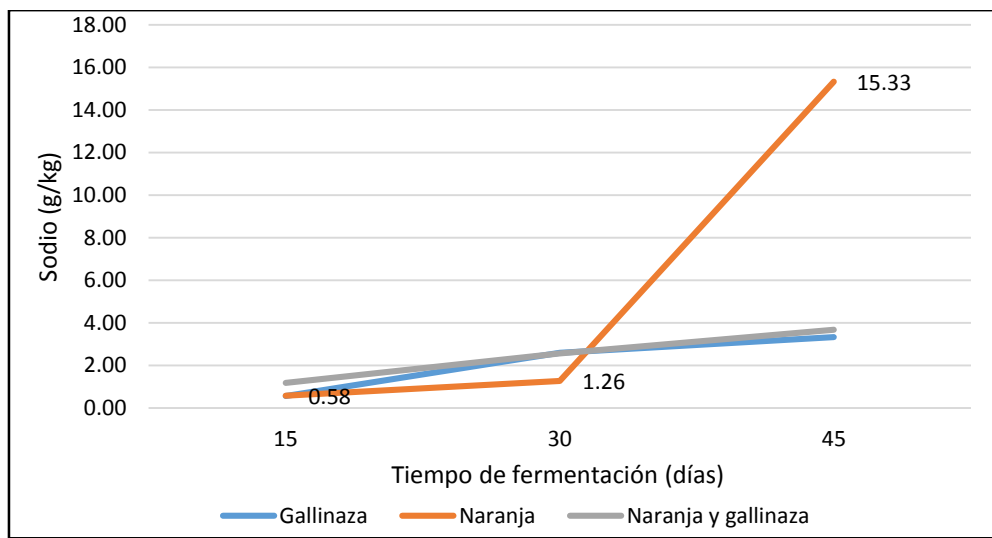
Tratamientos	15		30		45	
Naranja	0,51	a	1,09	a	1,58	b
Gallinaza	0,57	a	0,91	a	1,48	b
Naranja y gallinaza	0,66	a	1,08	a	2,90	a

La figura 14, muestra el comportamiento del potasio (K), en los tratamientos durante los días de evaluación, a los 15 el tratamiento (T1), con la cascara de naranja días muestra un valor de 0,51 g/Kg, luego aumenta en un 100%, su valor (1,09 g/Kg), en 30 días, y a los 45 días también incrementa su valor pero solo en un 50% (1.58g/Kg), para el tratamientos con la gallinaza (T2), presenta valores de; 0,57 g/Kg, 0,91g/Kg y 1,48g/Kg a los 15, 30 y 45 días de fermentación, en el tratamiento con cáscara de naranja y la gallinaza (T3),

presentan los siguientes valores; 0,66 g/Kg, 1.08 g/Kg y 2,90g/Kg, a los 15, 30 y 45 días respectivamente.

La figura 15, muestra el comportamiento del mineral sodio (Na), durante los días de evaluación.

Figura 15 Comportamiento del sodio (Na)



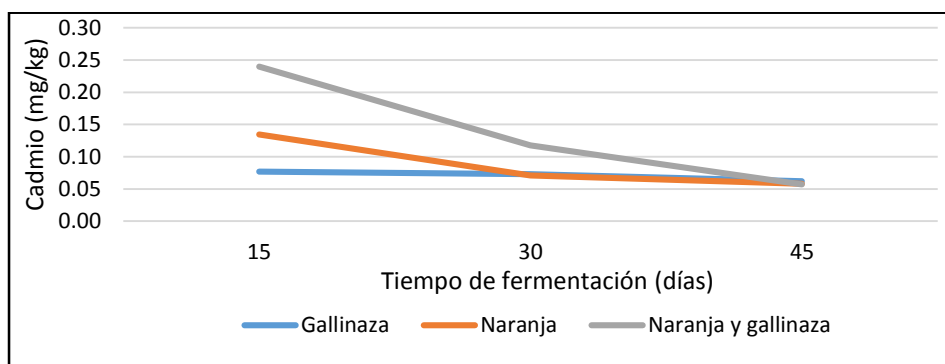
Fuente: Elaboración propia

Tratamientos	15 días	30 días	45 días
Naranja	0,58	1,26	15,33
Gallinaza	0,56	2,59	3,33
Naranja y gallinaza	1,18	2,56	3,68

Se muestra la figura 15, donde se observa en comportamiento del sodio durante los días de fermentación, además lo valores de la diferencia estadística significativa a los 15 y 45 días de fermentación; el tratamiento con la gallinaza (T1), muestra valores de 0.58g/kg, 1.26g/Kg y 15.33g/Kg a los 15, 30 y 45 días de fermentación; el tratamiento con la gallinaza (T3), muestra los siguientes valores; 0.56g/Kg, 2.59g/Kg y 3.33g/Kg: a los 15, 30 y 45 días de fermentación.

La figura 16 muestra el comportamiento del mineral cadmio (Cd), durante los días de evaluación.

Figura 16 Comportamiento del cadmio (Cd)



Fuente: Elaboración propia

Tratamientos	15 días		30 días		45 días	
Naranja	0,13	a	0,07	a	0,06	a
Gallinaza	0,08	a	0,07	a	0,06	a
Naranja y gallinaza	0,24	a	0,12	a	0,06	a

En la figura 16, se observa el comportamiento del cadmio durante los días de fermentación en el cual se observa que tiene una tendencia a disminuir su concentración cuanto mayor tiempo de fermentación tiene es así que a los 15 días el tratamiento con la cascara de naranja (T1) muestra los siguientes valores; 0.13 mg/L, 0.07 mg/L y 0.06 mg/L; el tratamiento con la gallinaza (G); 0.08mg/L, 0.07 mg/L y 0.06, a los 15, 30 y 45 días; finalmente el tratamiento de la cascara de naranja y la gallinaza (T3), muestran los siguientes valores; 0.24 mg/L, 0.12 mg/L y 0.06 mg/L a los 15, 30 y 45 días de fermentación.

4.1.4. Caracterización de los parámetros físicos y químicos de los materiales orgánicos utilizados para la producción de Biol

Tabla 12 Parámetros fisicoquímicos antes y después de la fermentación

Condición	Residuos	H°	MO	Cz	N	P ₂ O ₅
		%	%	%	%	%
Ant - Fermentación	Naranja	15,663	60,611	39,389	0,67	0,16
	Gallinaza	17,083	59,561	40,439	1,72	1,20
Post - Fermentación	Naranja	97,449	99,883	0,117	0,45	0,38
	Gallinaza	95,664	60,457	39,543	0,11	0,92

H°= Humedad, MO= Materia orgánica, Cz= Ceniza, N=Nitrógeno, P₂O₅ = Oxido de fósforo.

En la tabla 12 se observa que los porcentajes de concentración ant-fermentación para la cáscara de naranja son: humedad (H-15,663 %), materia orgánica (MO-60,611%), ceniza (Cz-39,389%), nitrógeno (N-0,67%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -0,16%).

Asimismo, se observa que los porcentajes de concentración post-fermentación para la cáscara de naranja son: humedad (H-97,449%), materia orgánica (MO-99,883%), ceniza (Cz-0,117%), nitrógeno (N-0,45%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -0,38%).

También se observa los porcentajes de concentración ant-fermentación para la gallinaza son: humedad (H-17,083%), materia orgánica (MO-59,561%), ceniza (Cz-40,439%), nitrógeno (N-1,72%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -1,20%).

Asimismo, se observa los porcentajes de concentración post-fermentación para la gallinaza son: humedad (H-95,664%), materia orgánica (MO-60,457%), ceniza (Cz-39,543%), nitrógeno (N-0,11%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -0,92%).

Tabla 13 Parámetros químicos antes y después de la fermentación

Ca= Calcio, Mg= Magnesio, K= Potasio, Na=Sodio, Cd= Cadmio, Pb= Plomo, Cu= Cobre, Fe= Hierro, Zn= Zinc,

Condición	Residuos	Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
		%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm
Ant - Fermentación	Naranja	0,43	0,31	0,16	0,07	0,76	10,58	34,37	3113,98	22,62	4876,62
	Gallinaza	2,78	0,73	0,12	0,16	2,65	19,26	27,08	3815,83	161,3	16430,94
Pos - Fermentación	Naranja	0,4	0,86	0,9	0,49	2,64	6,85	14,67	267,07	117,39	1663,08
	Gallinaza	2,02	1,54	4,25	1,62	2,16	23,93	67,94	1134,87	239,33	8955,45

Mn=Manganeso

En la tabla 13 se observa que los porcentajes de concentración ant-fermentación para la cáscara de naranja por ejemplo son: calcio (Ca); 0,43%, magnesio (Mg-0,31%), potasio (k-0,16%), sodio (Na-0,07%) cadmio (Cd-0,76ppm), plomo (Pb -10,58ppm.), cobre (Cu-34,37ppm), Hierro (Fe-3113,98ppm), Zinc (Zn-22,62ppm), Manganeso (Mn-4876,62ppm) y para la gallinaza son: calcio (Ca-2,78%), magnesio (Mg-0,73%), potasio (k-0,12%), sodio (Na-0,16%) cadmio (Cd-2,65ppm), plomo (Pb -19,26ppm.), cobre (Cu-27,08ppm), Hierro (Fe-3815,83ppm), Zinc (Zn-161,3ppm), Manganeso (Mn-16430,94ppm).

Asimismo, se observa que los porcentajes de concentración post-fermentación para la cáscara de naranja por ejemplo son: calcio (Ca-0,4%), magnesio (Mg-0,86%), potasio (k-0,9%), sodio (Na-0,49%) cadmio (Cd-2,64ppm), plomo (Pb-6,85ppm.), cobre (Cu-14,67ppm), Hierro (Fe-267,07ppm), Zinc (Zn-117,39ppm), Manganeso (Mn-1663,08ppm) y para la gallinaza son: calcio (Ca-2,02%), magnesio (Mg-1,54%), potasio (k-4,25%), sodio (Na-1,62%) cadmio (Cd-2,16ppm), plomo (Pb -23,93ppm.), cobre (Cu-67,94ppm), Hierro (Fe-1134,87ppm), Zinc (Zn-239,33ppm), Manganeso(Mn-8955,45ppm).

4.2. Contratación de Hipótesis y Prueba de hipótesis

La contratación de la hipótesis general estuvo en función de la contratación de las hipótesis específicas. Para saber que prueba estadística se tenía que usar, primero se hizo el test de normalidad de Shapiro Wills, esto ayudó a determinar si la muestra aleatoria presentaba una distribución normal o no. La significación aleatoria bilateral para todas las muestras evaluadas salió mayor a 0.05 por lo que se pudo afirmar que los datos procedían de una distribución normal, por lo cual se utilizó la prueba de Tuckey con un nivel de significancia de 0.05 porque todas las muestras tuvieron la misma cantidad de repeticiones.

4.2.1. Prueba de hipótesis específica 1.

Se planteó lo siguiente:

- H_{01} : Los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos para su uso como abono foliar.
- H_{a1} : Los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no son óptimos para su uso como abono foliar.

Para un nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis H_{01} y se rechaza la hipótesis H_{a1} .

4.2.2. Prueba de hipótesis específica 2.

Se planteó lo siguiente:

- H_{02} : Los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos para su uso como abono foliar.
- H_{a2} : Los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no son óptimos para su uso como abono foliar.

Para un nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis H_{02} y se rechaza la hipótesis H_{a2} .

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Parámetros Físicos Del Biol

En la tabla 9, se observa que el pH para el tratamiento 1 (cáscara de naranja) presenta datos que expresan un comportamiento hacia la neutralidad, asumiendo como resultado de la tasa de crecimiento de los microorganismos microbianos durante la digestión anaeróbica tal como lo manifiesta (García et al., 2000 citado por Paúcar, 2015). Asimismo para el tratamiento 2 (Gallinaza) los valores de pH se registran entre 6.46 indicando estar en el rango óptimo para la digestión anaeróbica y la producción de biol como lo indica (Guevara, 1996 citado por Carhuancho, 2012). Por último, para el tratamiento 3 (cáscara de naranja y gallinaza) presenta valores que van desde 5.55 a 6.16 se asume que se debe al proceso de oxidación que se presenta en la etapa acetogénica de la digestión anaeróbica como lo menciona (Batstone et al., 2002 citado por Rivera, 2010). Asimismo, estos resultados coinciden ligeramente con lo mencionado por (Guevara, 1996 citado por Carhuancho, 2012) que reporta el pH entre los valores desde 6.6 y 6.8 para la etapa acetogénica de la digestión anaeróbica. Asimismo, Paúcar (2015) menciona que el rango óptimo de pH se da entre 6 a 8, coincidiendo con los resultados obtenidos de los 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja más gallinaza).

Para el parámetro de temperatura interna (TI), se observa que los rangos de los 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja más gallinaza) a los 15, 30 y 45 días, coinciden con los valores establecidos por Martí (2006); quien indica que los microorganismos anaeróbicos pueden trabajar en la digestión anaeróbica en el rango psicrófilico que se establece por debajo de los 25°C. Asimismo, Paúcar (2015) indica que para la temperatura interna (TI) del proceso tiene que ser psicrófila (entre 18 a 25°C).

Para el parámetro de temperatura ambiental (TA), los resultados registrados en campo para los 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja más gallinaza) a los 15, 30 y 45 días, tienden a presentar un rango decreciente de 25.5°C a 20.22°C que pueden generar cambios bruscos en la temperatura interna (TI) de los biodigestores como lo menciona (Martí, 2006) por lo que recomienda establecer un adecuado sistema de agitación y controlador de temperatura externa.

Asimismo, (Hilbert, 2006 citado por Carhuacho, 2012); menciona que es importante contar con una temperatura exterior (temperatura ambiental), para la estabilización del proceso anaeróbico.

En la tabla 9, se observa que la conductividad eléctrica (CE) presenta una ligera tendencia a reducir sus valores a los 15, 30 y 45 días, presentando los siguientes para el tratamiento 2 (gallinaza): 1804.8 us/cm⁻¹, 1463.1 us/cm⁻¹, 1598.0 us/cm⁻¹ y para el tratamiento 3 (cáscara de naranja más gallinaza): 1286.3 us/cm⁻¹, 1276.1 us/cm⁻¹, 1394.1 us/cm⁻¹; estos datos coinciden ligeramente con lo mencionado por Noreña (2018) quien obtuvo datos de conductividad eléctrica que oscilaron desde 663.4 a 480 us/cm⁻¹. Asimismo, Cano, et al. (2016) registró en dos tipos de bioles datos que van desde (11.09 a 4.06 us/cm⁻¹), coincidiendo con lo mencionado por Soria et al. (2001) que a partir de excretas líquidas porcinas obtuvo un Biol con datos desde 5.8 us/m⁻¹ a 4.08 us/cm⁻¹; indicando que la conductividad eléctrica tiende a reducir debido a que los microorganismos se encuentran en su etapa logarítmica de reproducción. A diferencia para el tratamiento 1 (cáscara de naranja) que obtuvo concentraciones ascendentes de: 618.2 us/cm⁻¹, 980.2 us/cm⁻¹, 1017.0 us/cm⁻¹; coincidiendo con lo mencionado por Díaz (2017) quien indica que existe un incremento gradual de la conductividad eléctrica (CE) en la elaboración de biol.

5.2. Parámetros Físicos de la Composición del Biol

En la tabla 10 se observa que los datos obtenidos en materia orgánica (MO) para los 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja

más gallinaza) a los 15, 30 y 45 días, presentan diferencia estadística significativa; no coincidiendo con lo mencionado por Garcés, Angulo y Alvarado (2017), quien menciona que la materia orgánica (MO) a los 45 días, no presenta diferencia estadística significativa para bioles a base de estiércol de bovino y gallinaza.

Asimismo, Noreña (2018) menciona que a los 90 días no se obtuvo diferencia estadística significativa en materia orgánica (MO) entre las repeticiones de estiércol de cuy y agua residual para la elaboración de biol.

En la tabla 10 se observa que los datos obtenidos para el parámetro de ceniza (CZ) de los 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja más gallinaza) a los 15, 30 y 45 días, presentan diferencia estadística significativa; no coincidiendo con lo mencionado por Noreña (2018), quien indica que los datos obtenidos en ceniza (CZ) no presentaron diferencia estadística significativa para el tratamiento de estiércol de cuy y aguas residuales.

Para el parámetro de nitrógeno (N) el tratamiento 1 (cáscara de naranja) y el tratamiento 2 (gallinaza); presentan valores de concentración, que demuestran un comportamiento ascendente que van desde 1.25% a 29.95% y 2.09 % a 9.68% respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa; estos datos coinciden con lo mencionado por Valdez (2016); quien obtuvo biol a partir de excretas de animales del parque zoológico de Huachipa, quien menciona que el proceso anaeróbico no presentó diferencia estadística significativa para el nitrógeno (N). Sin embargo, el tratamiento 3 (cáscara de naranja y gallinaza) difiere de lo mencionado anteriormente, debido a que para el parámetro de nitrógeno si presentó diferencia estadística significativa a los 45 días.

Para el parámetro de humedad (H), no se registró diferencia estadística significativa a los 15 y 30 días, pero sí a los 45 días; datos que coinciden con lo mencionado por Noreña (2018), el periodo de retención de los 15 y 30 días.

5.3. Parámetros Químicos del Biol

En la tabla 11, se observa que existe diferencia estadística significativa para los 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja más gallinaza) para los parámetros de calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), plomo (Pb), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn) a los 15 días, pero no mostraron diferencia estadística significativa el potasio (K) y cadmio (Cd) del proceso de digestión anaeróbica. Luego a los 30 días de digestión anaeróbica existe diferencia significativa para los minerales de: óxido de fósforo (P_2O_5), calcio (Ca), plomo (Pb), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn); A los 45 días se observa la diferencia estadística significativa para todos los minerales caracterizados en el biol con la única diferencia de no mostrar diferencia estadística significativa por parte del cadmio (Cd); estas afirmaciones coinciden al con lo mencionado por Garcés, Angulo y Alvarado (2017) indicando que a los 45 días los parámetros mencionados, presentan diferencia estadística significativa. Asimismo, Paúcar (2015); indica que para el parámetro potasio (K) a los 15 días en la producción de biol a partir de estiércol de codorniz, no presenta diferencia estadística significativa. Seguidamente, Noreña (2018) indicó que no se obtuvo diferencia estadística significativa entre; P_2O_5 , K, Cu, Fe, Zn y Mn; pero sí en los parámetros de Ca, Na y Mg. Concluyendo finalmente que el biol obtenido presentara concentraciones óptimas de N_2 , P_2O_5 y K; y podría ser utilizado como un componente foliar en la agricultura.

5.4. Caracterización de los Parámetros Fisicoquímicos de los Materiales Orgánicos Utilizados para la Producción de Biol

En la tabla 12, se observa los valores de la caracterización inicial para la cáscara de naranja; registrando valores de humedad (H-15.663%), materia orgánica (MO-60,611%), ceniza (CZ-39,389%), nitrógeno (N-0,67%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -0.16%); estos resultados no coinciden con lo registrado por (Cornejo, 1984 citado por Silva, 2013) quien indica lo siguiente para la humedad (H-20.98%), ceniza (CZ-3,78%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -9,13%).

Para la gallinaza se registraron valores de la caracterización inicial de humedad (H-17,083%), materia orgánica (MO-59,561%), ceniza (CZ-40,439%), nitrógeno (N-1,72%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -1,20%); estos valores no coinciden con lo registrado por (Estrada, 2005), quien detalla para humedad (H-57.8%), materia orgánica (MO-34.1%), ceniza (CZ-23.7%), nitrógeno (N-3.2%) y óxido de fósforo (P_2O_5 -7.39%).

CONCLUSIONES

Al finalizar con el trabajo de investigación para la producción de Biol, a partir de 03 tratamientos (cáscara de naranja, gallinaza y cáscara de naranja más gallinaza) utilizando biodigestores de tipo semicontinuo en el tiempo de retención de 15, 30 y 45 días; se concluyó:

- Con respecto al objetivo general:

Al evaluar la calidad del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo para su uso como abono foliar durante los meses de abril y junio de 2019, se concluye que el biol que se generó en los tres tipos de tratamiento puede ser usado como abono foliar para las plantas ya que contienen macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) necesarios para su desarrollo adecuado. Siendo el más efectivo el tratamiento 3 debido a que los residuos utilizados fueron la mezcla de residuos animales y vegetales.

- Con respecto a los objetivos específicos

Con respecto al objetivo 1:

Se determinó que los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos como abono foliar, registrando mejores valores de pH en el tratamiento 2 (gallinaza), los cuales presentaron una tendencia a la neutralidad; registrando valores a los 15 días, 7.25; a los 30 días, 6.6 y a los 45 días, 6.46. Asimismo se registró en el tratamiento 3 (gallinaza y cáscara de naranja), mejores valores de conductividad eléctrica (a los 15 días, 1286.3us/cm-1; a los 30 días, 1276.13us/cm-1 y a los 45 días; 1394.13us/cm-1) en comparación con los valores de conductividad eléctrica, obtenidos en el tratamiento 1 (cáscara de naranja) a los 15 días, 618.2us/cm-1; a los 30 días, 980.2us/cm-1 y a los 45 días; 1017.0us/cm-1 y tratamiento 2 (gallinaza) a los 15 días, 1804.8us/cm-1; a los 30 días, 1463.1us/cm-1 y a los 45 días; 1598.0us/cm-1.

Con respecto al objetivo 2:

Se determinó los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos como abono foliar; donde el tratamiento 3 (cáscara de naranja y gallinaza), a los 45 días registró la mayor concentración de óxido de fósforo (P_2O_5) en 1.33 % a comparación del tratamiento 1 (cáscara de naranja) a los 45 días, obtuvo 0.41% de óxido de fósforo (P_2O_5) y del tratamiento 2 (gallinaza), obtuvo 1.22% de óxido de fósforo (P_2O_5).

Asimismo, para el parámetro de potasio (K) quien obtuvo una mejor concentración fue el tratamiento 3 (cáscara de naranja y gallinaza), que a los 45 días registró la mayor concentración de potasio (K) en 2.90 % a comparación del tratamiento 1 (cáscara de naranja) a los 45 días, obtuvo 1.58% de potasio (K) y del tratamiento 2 (gallinaza), obtuvo 1.48% de potasio (K).

RECOMENDACIONES

Según el estudio realizado se plantearon las siguientes recomendaciones:

A las próximas investigaciones

- Utilizar otro tipo de residuos de origen vegetal y animal, así mismo tener en cuenta el tiempo de retención basándose en el tipo de clima dónde se esté realizando la investigación.
- Realizar la aplicación del biol en zonas agrícolas y parques, para evaluar su potencial de componente foliar.
- Promover la producción y uso de biol a partir de residuos de origen vegetal y animal para evitar el uso de productos organofosforados.

A los docentes

- Dar a conocer a los estudiantes sobre cómo realizar la producción del biol a partir de diferentes tipos de residuos de origen vegetal y animal, así como también las propiedades y beneficios que este puede brindar al ecosistema.
- Durante el ciclo de estudios promover en los estudiantes interés en realizar investigaciones sobre tecnologías limpias para cuando concluya sus estudios, se encuentre preparado y motivado en realizar sus proyectos de investigación sobre estos temas.

A la Universidad

- Brindar un espacio con condiciones óptimas a los estudiantes en dónde pueden realizar y aplicar sus proyectos de investigación,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible - AEDES. (2006). Manual de Elaboración de Abono Foliar Biol. (pp. 10-11). Perú, PE.
- Aparcana Robles Sandra. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación anaeróbica" para producción de Biogás. (pp. 2-4) Perú, PE.
- Arhoun, B. (2017) Digestión y codigestión anaerobia de residuos agrícolas, ganaderos y lodos de depuradora. (pp. 13-26). España, ES.
- Avila, C. (2016). Uso de biodigestores en la industria pecuaria. Tesis ing. Zootecnia. Rio Toluca – México. Universidad Autónoma del Estado de México. pp 84
- Brechelt Andrea. 2004. Manejo Ecológico del Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). (pp. 18 – 20). República Dominicana, DO.
- Cano, M. Bennet, A. Silva, E. Robles, S. Sainos, U. Castorena, H. (2016) Caracterización de vióles de la fermentación anaeróbica de excretas bovina y porcinas. Colegio de postgraduados. Texcoco-México. Agrociencia, vol.50, pp.471-479.
- Cardenas, E. (2016). Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación frutícola olerícola de Cayhuayna (Tesis de pregrado). Universidad Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- Carhuancho, F. 2012. Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Castillo Morales Gabriela. (2004). Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas. Estandarización, intercalibración,

- resultados y aplicaciones. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (pp. 71 – 79). México, MX.
- Checa, M. (2015). Obtención de biol a partir de desechos orgánicos generados por la empresa pública municipal mercado de productores agrícolas San Pedro de Riobamba (tesis de pregrado). Escuela Superior Técnica el Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Colque Tomas, Rodríguez David; Mujica Angelet.al. 2005. Producción de abono liquido natural y Ecológico. Estación experimental Illpa. (pp. 4). Perú, PE
- Córdoba S. y Miño B. (2015). Producción de biogás a partir de gallinaza con la adición de promotores de fermentación a 3 dosis, Cantón salcedo, provincia de Cotopaxi, periodo 2014 – 2015 (tesis de pregrado). Universidad de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Cornejo M. (1984) Utilización de cáscara de naranja para producción de proteína unicelular. (pp. 3). México, ME.
- Díaz, A (2017). Características físicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
- Díaz, S. (2017). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (Medicago Sativa V. Vicus). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.
- Estrada Pareja Mónica María. (2005). Manejo y procesamiento de la Gallinaza. Revista Lasallista de investigación. (pp. 43-48). Colombia, CO.
- FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT. (2013). Revisión del desarrollo avícola. (pp. 48 – 49)
- García, Lon Wo y Ortiz (Cuba) Efecto de los residuales avícolas en el ambiente. (En línea) <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-residuales-avicolas-ambiente-t27291.htm>> (Consulta, 30 de octubre de 2018)

- García, Yaneisy; Elías, A.; Herrera, F.R. 2005. Dinámica microbiana de la fermentación in vitro de las excretas de gallinas ponedoras. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 39, núm. 1, pp. 75-79.
- Grohmann, K., Cameron, R.G., Buslig, B.S. (1995) Fermentation of sugars in Orange peel Hydrolysates to Ethanol by Recombinant Escherichia coli. Applied Biochemistry and Biotechnology, 5, pp. 423-435.
- Hilbert, Jorge. 2006-2007. Manual para producción de biogás. Instituto de Ingeniera rural. I.N.T.A Castelar. (pp. 4- 14). Argentina, AR.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDEA. (2007). Biomasa, digestores anaerobios. España, pp 7.
- León, E. (2018). Evaluación de la eficacia de bioles en un cultivo hortícola (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, Decreto Supremo N° 057-2004-PCM
- Luis Alberto Garcés Candell, Alex Javier Angulo González y Silvia Patricia Alvarado Franco (2017): “Elaboración artesanal y caracterización de bioles a base de estiércol bovino y gallinaza en diferentes tiempos de fermentación”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, (septiembre 2017). (En línea) <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/bioles-estiercol-bovino.html> (Consulta; 24 de octubre de 2018)
- Martel, L. (2018). Efecto de los niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de cultivo de alfalfa establecida (*Medicago sativa* L.), en condiciones edafoclimáticas de yacupunta – Huánuco, 2017 (tesis de pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- Martí Ortega Nuria. 2006. Phosphorus precipitation in Anarobic Digestion Process. Boca Raton. Florida, USA, pp 4-15.

- Martí, J. (2008). Biodigestores familiares. Guía de diseños y manual de instalación de biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano. GTZ - Energía. Bolivia. pp 18
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura, PE) Situación de las actividades de crianza y producción. (En línea) <<http://minagri.gob.pe/portal/38-sectoragrario/pecuaria/290-situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion?start=15>> (Consulta; 24 de octubre de 2018)
- Ministerio de Agricultura, Perú (2008). Cítricos, Perú fértil para sus inversiones, pp. 1-2
- Ministerio del Ambiente, Ecuador (2015). Introducción de Biodigestores en Sistemas Agropecuarios en el Ecuador. Un aporte a la mitigación y adaptación al cambio climático. Quito-Ecuador, pp. 7.
- Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos protegen al suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. FONAG-USAID, Cooperación # 518-A-00-07-00056-00. pp.24.
- Mullo, I. (2012). Manejo y Procesamiento de la Gallinaza Riomba – Ecuador (tesis de pregrado). Escuela Superior Técnica el Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Pacheco A. J. Sauri, Ma. Rosa R. Cabrera, Armando S. 1997. Impacto de la Porcicultura en el Medio Ambiente. Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería. Yucatán, México. Vol No. 3, pp.53-58.
- Paúcar, L. (2015). Producción y evaluación de la calidad del biogas y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. VELEBIT S.AC. ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Programa Regional de Medio Ambiente en Centro América - PREMACA. (2012). Guía “Instalación de sistemas de biodigestión en ecoempresas”. (pp. 14 – 16)

- Quilumbango, S. y Robalindo, L. (2013). Evaluación de los procesos de fermentación en la producción de biofertilizante, mediante el uso de mini-biodigestores (Tesis pregrado). Universidad Técnica del Norte de Ibarra, Limbadura, Ecuador
- Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario, D.S N°016-2012-AG
- Rivera Salvador Víctor. 2010. Estudio cinético de la digestión anaeróbica termofílica de pollinaza a escala piloto (tesis de postgrado). Instituto Politécnico Nacional, La laguna de Ticoman, México.
- Rivas Solano, Oiga; Faith Vargas, Margie; Guillén Watson, Rosy. 2010. Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. Tecnología en Marcha, Vol. 23, N° 1. (pp. 39-46). Costa Rica, CR.
- Soria, M. Ferrera, R. Etchevers, J. Alcántar, G. Trinidad, J. Borges, L. y Pereyda, G. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Vol.19. artículo científico, pp 10.
- Silva, M. (2013). Diseño, construcción e implantación de un biodigestor anaerobio vertical semicontinuo piloto, para la obtención de gas metano y biol a partir de cáscara de naranja en la empresa Ecopacific, Amguaña, provincia de Pinchincha, Ecuador. (tesis de pregrado. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolqui, Ecuador.
- Valdéz, B. (2016). Evaluación de la calidad de biogás y biol producido en biodigestores usando excretas de animales del Parque Zoológico de Huachipa (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO ENERO – AGOSTO 2019"					
TESISTA: PAOLA KATHERINE ESPINOZA PEÑA					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE: Producción de biol mediante biodigestores de tipo semicontinuo.	SEGÚN HERNÁNDEZ SAMPIERI ENFOQUE El enfoque de la investigación es cuantitativo. ALCANCE El alcance de la investigación es correlacional DISEÑO El diseño de la investigación es cuasi experimental $C_n + A_m \xrightarrow{B_{T,S}} B_{O_1}$ $G + A_m \xrightarrow{B_{T,S}} B_{O_2}$ $C_n + G + A_m \xrightarrow{B_{T,S}} B_{O_3}$	POBLACIÓN Gallinaza 2170 kg semanales Cáscara de naranja 28 kg semanales MUESTRA Gallinaza 37.395 kilogramos Cáscara de naranja 37.395 kilogramos
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS			
¿Será óptimo el biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo para su uso como abono foliar durante los meses de abril hasta junio de 2019?	Evaluar la calidad del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo para su uso como abono foliar durante los meses de abril y junio de 2019.	H ₁ : El biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo es óptimo para su uso como abono foliar. H ₀ : El biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no es óptimo para su uso como abono foliar.	VARIABLE INDEPENDIENTE: 1. Cáscara de Naranja 2. Gallinaza		
¿Cuáles serán los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril hasta junio de 2019? ¿Cuáles serán los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril hasta junio de 2019?	Conocer los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril y junio de 2019. Conocer los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo durante los meses de abril y junio de 2019.	Hi1: Los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos para su uso como abono foliar. H01: Los parámetros físicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no son óptimos para su uso como abono foliar. Hi2: Los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo son óptimos para su uso como abono foliar. H02: Los parámetros químicos del biol producido a partir de la gallinaza y cáscara de naranja mediante biodigestores de tipo semicontinuo no son óptimos para su uso como abono foliar.			

Anexo 2 Instrumento de recolección de datos

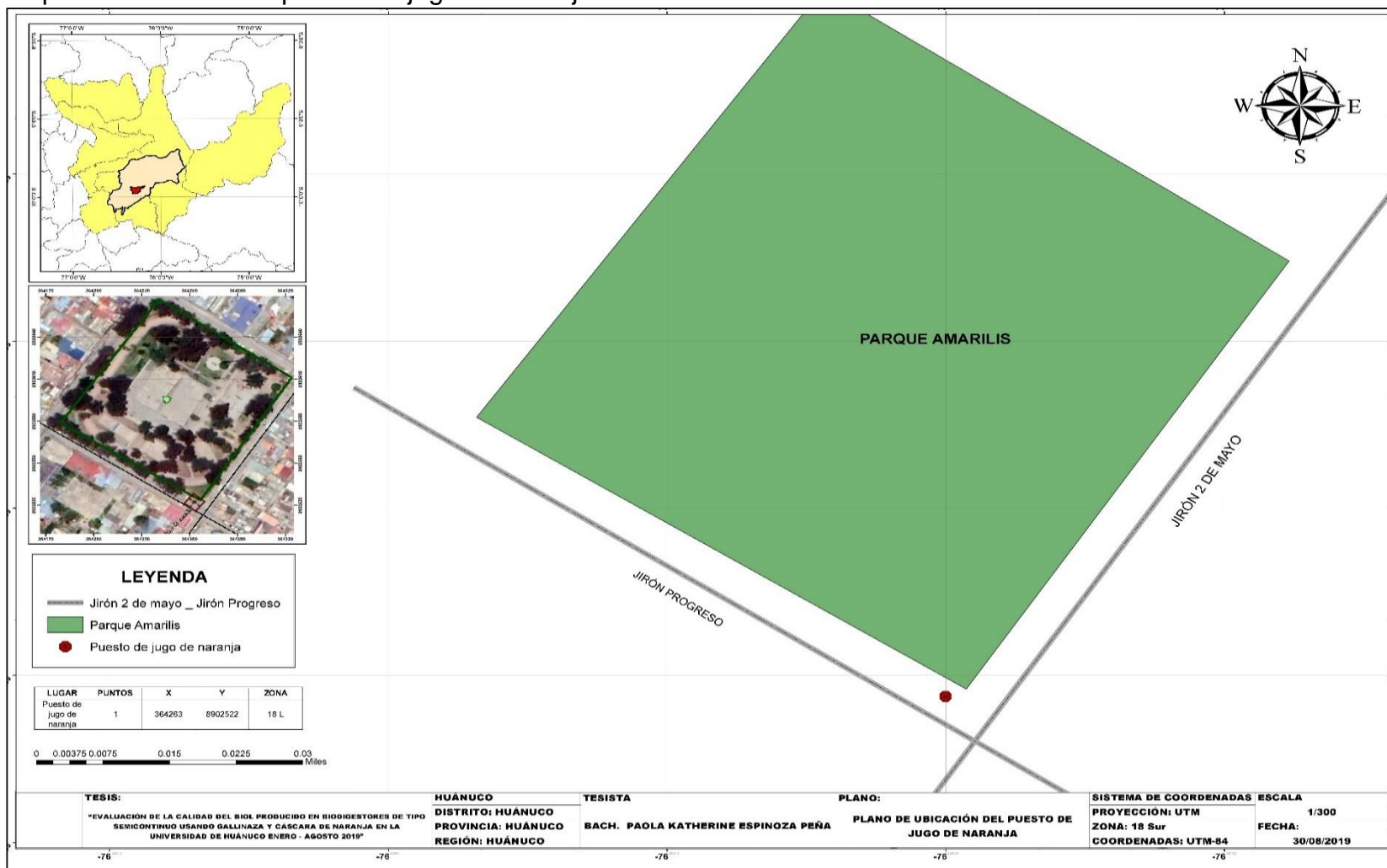
REGISTRO DE PARAMETROS FÍSICOS: TESIS - “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO NOVIEMBRE - ENERO 2019”							
TESISTA: BACH. PAOLA KAHERINE ESPINOZA PEÑA							
LUGAR: CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS ACUÁTICOS - CITAEC, UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO - LA ESPERANZA							
SEMANA	FECHA	HORA	NUMERO DE BIODIGESTOR	PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS			
				TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (us/cm-1)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Mapas de ubicación

Figura 17

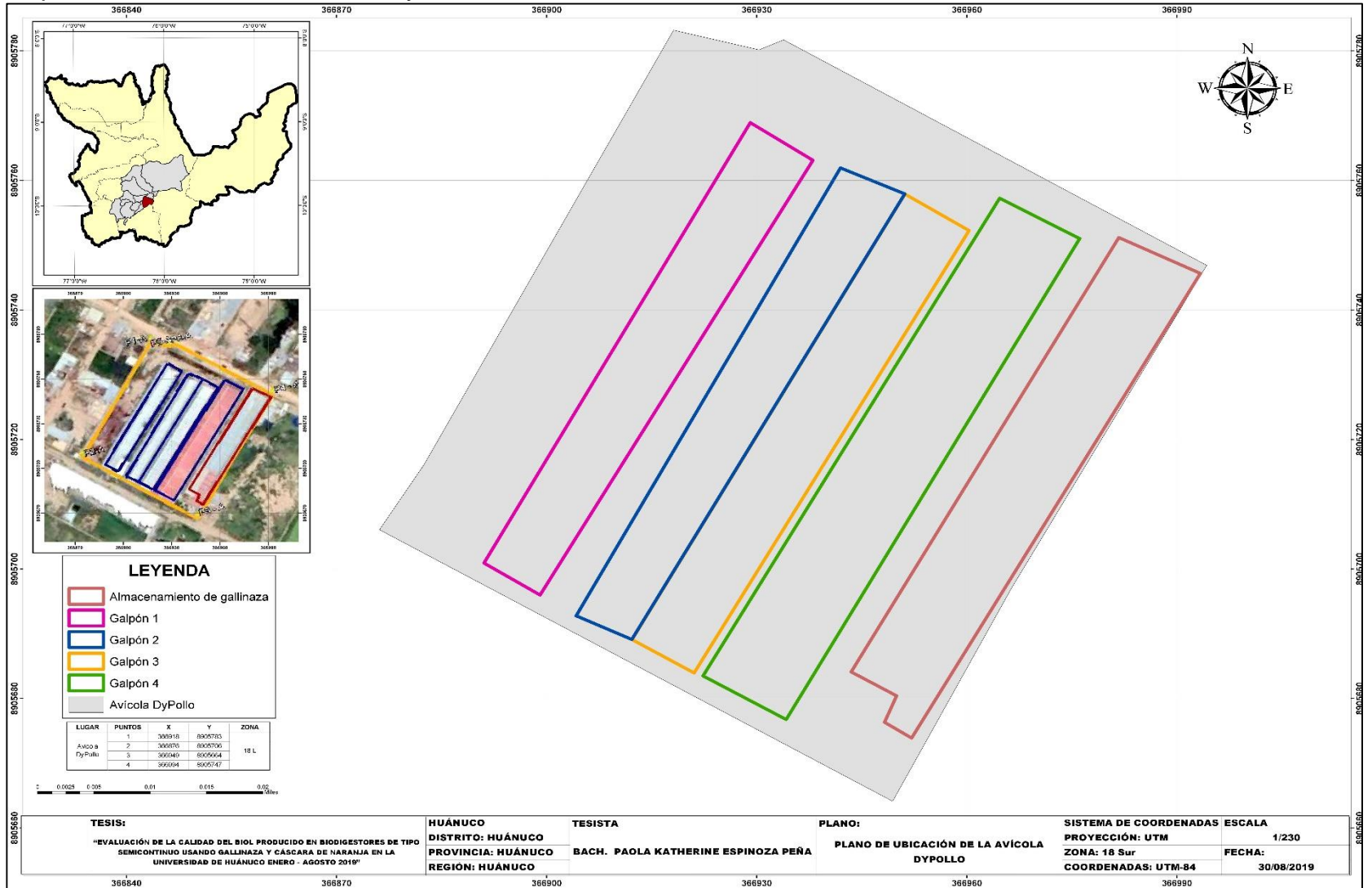
Mapa de ubicación del puesto de jugo de naranja



Fuente: Elaboración propia

Figura 18

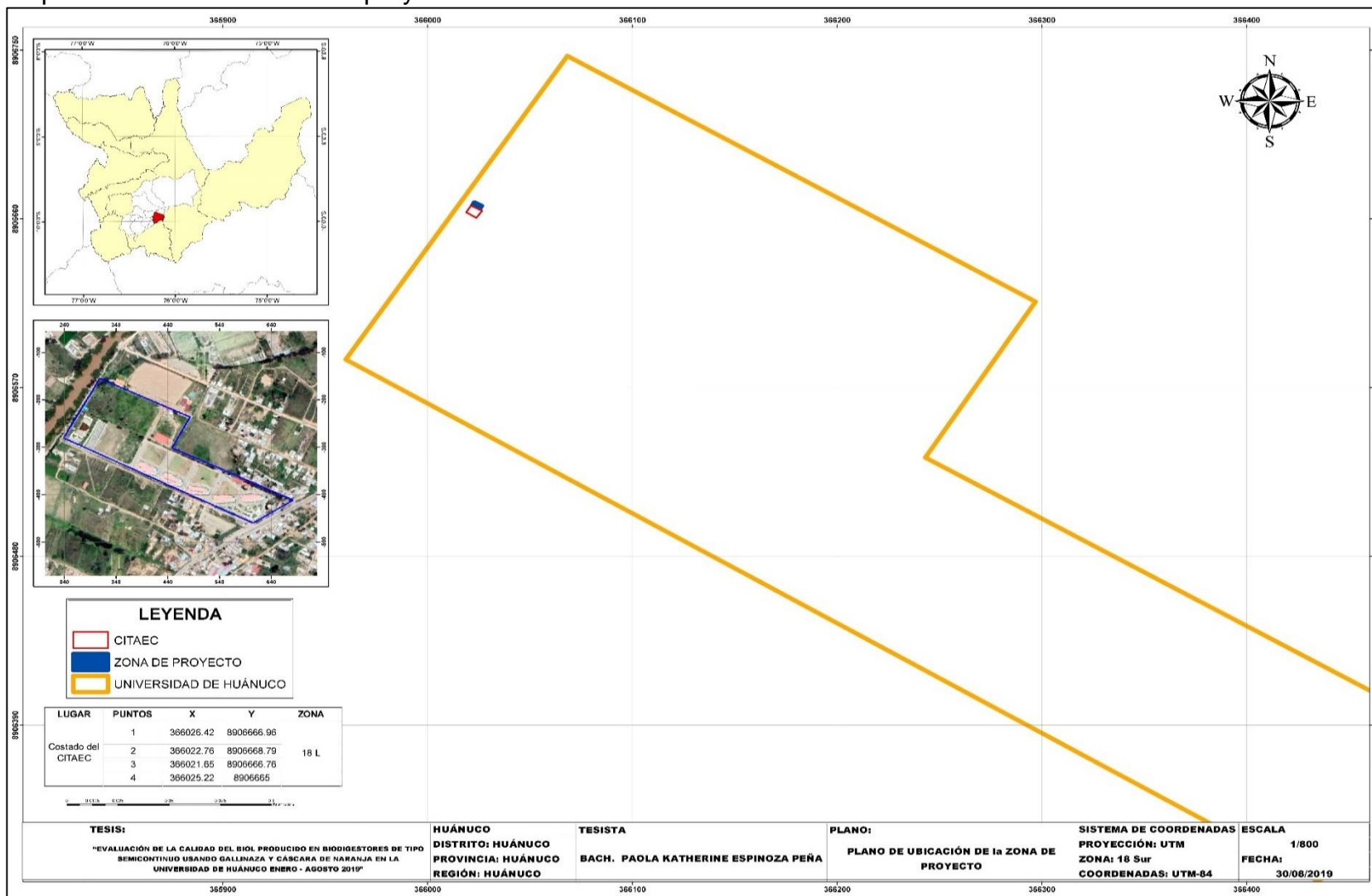
Mapa de ubicación de la Avícola DyPollo



Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Mapa de ubicación de la zona proyecto



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Evidencias fotográficas



Fotografía 2

Lugar de ejecución de la tesis

El lugar de ejecución de la tesis fue al costado del Centro de Investigación y Tratamiento de Aguas y Ecosistemas Contaminados (CITAEC) en la Universidad de Huánuco – Esperanza.



Fotografía 3

Galpón Avícola DyPollo – Esperanza

En la fotografía se observa 4 galpones de las cuáles el galpón 1 se encuentra las gallinas de engorde cuya crianza es en piso, y en los galpones 2,3 y 4 se encuentran las gallinas ponedoras cuya crianza es en jaula.



Fotografía 4

Lugar de recolección de la cáscara de naranja

El lugar de dónde se recogió la cáscara de naranja está ubicado en la esquina del jirón 2 de mayo y progreso, la cáscara de naranja era almacenada en costales.



Fotografía 5

Limpieza y armado de la caseta

El espacio utilizado fue de 4 x 2 metros, el material que se utilizó para el armado de la caseta fue reciclado.



Fotografía 6

Recolección de gallinaza del Galpón 2 y 4

La gallinaza utilizada para la ejecución de la tesis solo fue sacada del galpón 2 y 4.



Fotografía 7

Método del cuarteto para la recolección de las muestras de gallinaza

Para la toma de muestra de la gallinaza se usa el método del cuarteto, se recolectó 2 kilogramos que fueron almacenados en dos bolsas ziploc de 1 kilogramo.



Fotografía 8

Recolección y secado de la cáscara de naranja

La recolección de la cáscara de naranja era diaria y la cantidad recolectada era aproximadamente de 4 kilogramos, luego se cortaba en pequeños cuadros y se hacía secar.



Fotografía 9

Procedimiento de la toma de muestra del agua de manantial en Santa Rosa de Pitumama

Para la toma de muestra de agua se utilizó el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos (R.J. N°010-2016-ANA).



Fotografía 10

Procedimiento para la toma de muestra de la cáscara de naranja

Se pesó un kilogramo de cáscara de naranja y se mezcló en 3 litros de agua de manantial para ser llevados al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



Fotografía 11

Procedimiento para la toma de muestra de la gallinaza

Se pesó un kilogramo de gallinaza y se mezcló en 3 litros de agua de manantial para ser llevados al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.



Fotografía 12

Rotulado y almacenamiento de las muestras para su análisis

Las muestras fueron almacenadas en botellas de vidrio con una capacidad de 1 litro, y bolsas ziploc de 1 kilogramo. Para el transporte de las muestras se usó un contenedor de tecnopor y hielo seco.



Fotografía 13

Instalación de los biodigestores



Fotografía 14

Pesaje de la cáscara de naranja y gallinaza

Para el arranque de los biodigestores se pesó 31.95 kg de cáscara de naranja y gallinaza.



Fotografía 15

Echado de los insumos al biodigestor tratamiento 1 (agua + cáscara de naranja)

Para el arranque en el primer tratamiento se usó 21.3 kg de cáscara de naranja y 42.7 litros de agua de manantial.



Fotografía 16

Echado de los insumos al biodigestor tratamiento 2 (agua + gallinaza)

Para el arranque en el segundo tratamiento se usó 21.3 kg de gallinaza y 42.7 litros de agua de manantial.



Fotografía 17

Echado de los insumos al biodigestor tratamiento 3 (agua + gallinaza + cáscara de naranja)

Para el arranque en el tercer tratamiento se usó 10.65 kg de cáscara de naranja, 10.65 kg de gallinaza y 42.7 litros de agua de manantial.



Fotografía 18

Sellado de los biodigestores 1, 2, 3



Fotografía 19

Arranque de los biodigestores 1,2,3



Fotografía 20

Toma de alícuotas de biol para el monitoreo

Se usó tres vasos precipitados de 100 ml para realizar el monitoreo de los tres tratamientos.



Fotografía 21

Monitoreo de pH, conductividad eléctrica y temperatura interna de los tratamientos 1, 2, 3



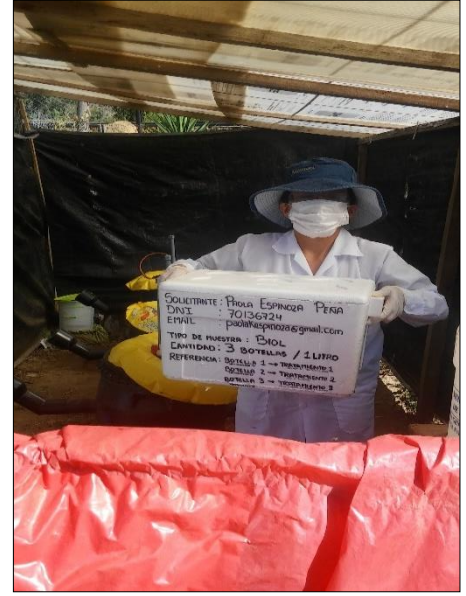
Fotografía 22

Agitación de los biodigestores



Fotografía 23

Recolección de las muestras de biol de los tres tratamientos



Fotografía 24

Almacenamiento de muestras para el análisis en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva



Fotografía 25

Pesaje de la cáscara de naranja y gallinaza para la alimentación

Para la primera alimentación de los biodigestores se pesó 2.565 kg de cáscara de naranja y gallinaza, y para la segunda alimentación se pesó 2.88 kg de naranja y gallinaza.



Fotografía 26

Preparación del sustrato para la alimentación de los biodigestores

Para la primera alimentación de los biodigestores en el tratamiento 1 se echó 1.71 kg de cáscara de naranja y 3.41 litros de agua; para el tratamiento 2, 1.71 kg de gallinaza y 3.41 l de agua; para el tratamiento 3, 0.855 kg de cascara de naranja, 0.855 kg de gallinaza y 3.41 l de agua. Para la segunda alimentación en el tratamiento 1 se echó 1.92 kg de cáscara de naranja y 3.84 litros de agua; para el tratamiento 2, 1.92 kg de gallinaza y 3.84 l de agua; para el tratamiento 3, 0.96 kg de cascara de naranja, 0.96 kg de gallinaza y 3.84 l de agua.



Fotografía 27

Alimentación de los biodigestores 1, 2, 3

Anexo 5 Registro del monitoreo y análisis proximal

Tabla 14

Registro del monitoreo de los parámetros físicos a los 15 días

REGISTRO DE PARÁMETROS FÍSICOS : TESIS - "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO NOVIEMBRE - ENERO 2019"							
TESISTA: BACH. PAOLA KAHERINE ESPINOZA PEÑA							
LUGAR: COSTADO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS ACUÁTICOS - CITAE, UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO - LA ESPERANZA							
SEMANA	FECHA	HORA	NÚMERO DE BIODIGESTOR	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS			
				TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (us/cm)
				ARRANQUE DE LOS BIODIGESTORES			
1	11/04/2019	11:29					
1	12/04/2019	09:50	Tratamiento 1	27	27.2	5.98	436
1	12/04/2019	10:10	Tratamiento 2	27	25.1	7.81	1849
1	12/04/2019	10:20	Tratamiento 3	27	29.7	6.41	840
1	13/04/2019	10:51	Tratamiento 1	26	26.1	5.90	540
1	13/04/2019	11:10	Tratamiento 2	26	25.6	7.64	1885
1	13/04/2019	11:20	Tratamiento 3	26	27.8	5.96	1060
1	14/04/2019	08:30	Tratamiento 1	26	24.7	5.97	461
1	14/04/2019	08:40	Tratamiento 2	26	23	7.61	1955
1	14/04/2019	08:50	Tratamiento 3	26	24.6	6.31	1340
2	15/04/2019	09:00	Tratamiento 1	28	27.1	6.05	492
2	15/04/2019	09:15	Tratamiento 2	28	26.3	7.27	1988
2	15/04/2019	09:25	Tratamiento 3	28	26.1	6.24	1354
2	16/04/2019	10:10	Tratamiento 1	27	25.9	5.89	565
2	16/04/2019	10:20	Tratamiento 2	27	24.9	7.14	1990
2	16/04/2019	10:35	Tratamiento 3	27	24	6.18	1340
2	17/04/2019	08:30	Tratamiento 1	24	26.5	6.04	830
2	17/04/2019	08:50	Tratamiento 2	24	25.2	7.03	1625
2	17/04/2019	09:10	Tratamiento 3	24	24.5	6.15	1245
2	18/04/2019	07:40	Tratamiento 1	24	25	5.95	740
2	18/04/2019	08:00	Tratamiento 2	24	23.3	6.99	1674
2	18/04/2019	08:15	Tratamiento 3	24	22.8	6.09	1310
2	19/04/2019	08:20	Tratamiento 1	23	22.6	6.10	770
2	19/04/2019	08:35	Tratamiento 2	23	22	6.93	1795
2	19/04/2019	08:50	Tratamiento 3	23	21.8	6.07	1573
2	20/04/2019	08:55	Tratamiento 1	25	26.8	6.01	730
2	20/04/2019	09:10	Tratamiento 2	25	25	6.84	1483
2	20/04/2019	09:20	Tratamiento 3	25	24.3	6.03	1515
2	21/04/2019	08:16	Tratamiento 1	24	24.9	5.93	1027
2	21/04/2019	08:29	Tratamiento 2	24	24.4	6.82	1638
2	21/04/2019	08:37	Tratamiento 3	24	23.9	5.98	1345
3	22/04/2019	08:01	Tratamiento 1	23	22.5	6.06	1098
3	22/04/2019	08:08	Tratamiento 2	23	21.5	6.82	1130
3	22/04/2019	08:19	Tratamiento 3	23	21.7	6.13	1430
3	23/04/2019	07:10	Tratamiento 1	25	24.6	5.98	1088
3	23/04/2019	07:22	Tratamiento 2	25	23.4	6.74	1630
3	23/04/2019	07:37	Tratamiento 3	25	22.8	6.10	1350
3	24/04/2019	07:19	Tratamiento 1	21	21.6	6.08	960
3	24/04/2019	07:27	Tratamiento 2	21	20.8	6.70	1561
3	24/04/2019	07:41	Tratamiento 3	21	20.6	6.10	1287
3	25/04/2019	07:30	Tratamiento 1	22	25.2	6.07	1219
3	25/04/2019	07:45	Tratamiento 2	22	24.6	6.69	1516
3	25/04/2019	08:00	Tratamiento 3	22	23.4	6.08	1334
3	26/04/2019	08:06	Tratamiento 1	23	24.6	6.02	1224
3	26/04/2019	08:15	Tratamiento 2	23	23	6.56	1735
3	26/04/2019	08:23	Tratamiento 3	23	22.4	6.07	1453

Tabla 15

Registro del monitoreo de los parámetros físicos a los 30 días

REGISTRO DE PARÁMETROS FÍSICOS: TESIS - "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO NOVIEMBRE - ENERO 2019"							
TESISTA: BACH. PAOLA KAHERINE ESPINOZA PEÑA							
LUGAR: COSTADO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS ACUÁTICOS - CITAE, UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO - LA ESPERANZA							
SEMANA	FECHA	HORA	NÚMERO DE BIODIGESTOR	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS			
				TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (us/cm)
3	26/04/2019	08:51		PRIMERA ALIMENTACIÓN DE LOS BIODIGESTORES 1, 2 Y 3			
3	27/04/2019	07:40	Tratamiento 1	21	25	5.98	1124
3	27/04/2019	08:00	Tratamiento 2	21	24.4	6.62	1532
3	27/04/2019	08:15	Tratamiento 3	21	24.1	6.05	1350
3	28/04/2019	08:20	Tratamiento 1	21	23.9	5.91	1162
3	28/04/2019	08:35	Tratamiento 2	21	23.1	6.61	1648
3	28/04/2019	08:50	Tratamiento 3	21	23.1	6.02	1388
4	29/04/2019	08:55	Tratamiento 1	22	20	5.97	1053
4	29/04/2019	09:10	Tratamiento 2	22	19.4	6.58	1607
4	29/04/2019	09:20	Tratamiento 3	22	19.4	6.01	1310
4	30/04/2019	07:22	Tratamiento 1	23	26.4	6.03	1106
4	30/04/2019	07:31	Tratamiento 2	23	25.1	6.57	1569
4	30/04/2019	07:45	Tratamiento 3	23	24.9	6.01	1372
4	01/05/2019	07:20	Tratamiento 1	23	22.5	6.00	983
4	01/05/2019	07:40	Tratamiento 2	23	21.1	6.58	1352
4	01/05/2019	08:00	Tratamiento 3	23	21.2	6.00	1235
4	02/05/2019	07:22	Tratamiento 1	21	22.7	5.99	1085
4	02/05/2019	07:31	Tratamiento 2	21	21.3	6.56	1341
4	02/05/2019	07:45	Tratamiento 3	21	21.1	5.97	1177
4	03/05/2019	07:11	Tratamiento 1	22	22.9	6.04	1308
4	03/05/2019	07:22	Tratamiento 2	22	21.6	6.68	1485
4	03/05/2019	07:36	Tratamiento 3	22	21.4	6.03	1298
4	04/05/2019	07:16	Tratamiento 1	21	21.9	6.02	1069
4	04/05/2019	07:28	Tratamiento 2	21	20.7	6.64	1369
4	04/05/2019	07:39	Tratamiento 3	21	20.6	6.00	1145
4	05/05/2019	07:30	Tratamiento 1	23	21.7	5.98	1027
4	05/05/2019	07:45	Tratamiento 2	23	20.3	6.62	1265
4	05/05/2019	08:00	Tratamiento 3	23	20.1	5.97	1210
5	06/05/2019	08:05	Tratamiento 1	23	22.6	5.97	1141
5	06/05/2019	08:11	Tratamiento 2	23	21.6	6.61	1396
5	06/05/2019	08:23	Tratamiento 3	23	21.3	6.20	1135
5	07/05/2019	07:31	Tratamiento 1	20	22.1	6.03	1023
5	07/05/2019	07:45	Tratamiento 2	20	22.1	6.59	1368
5	07/05/2019	07:58	Tratamiento 3	20	21.9	6.17	1175
5	08/05/2019	07:26	Tratamiento 1	22	23.6	6.00	1061
5	08/05/2019	07:38	Tratamiento 2	22	23.1	6.59	1392
5	08/05/2019	07:51	Tratamiento 3	22	23.4	6.15	1295
5	09/05/2019	07:07	Tratamiento 1	22	21.6	5.96	823
5	09/05/2019	07:19	Tratamiento 2	22	21.4	6.56	1370
5	09/05/2019	07:28	Tratamiento 3	22	21.6	6.08	1489
5	10/05/2019	07:46	Tratamiento 1	20	25.4	5.99	891
5	10/05/2019	07:53	Tratamiento 2	20	23.4	6.55	1352
5	10/05/2019	08:16	Tratamiento 3	20	23.3	6.11	1149
5	11/05/2019	07:56	Tratamiento 1	23	27.6	6.01	969
5	11/05/2019	08:16	Tratamiento 2	23	26.3	6.53	1528
5	11/05/2019	08:29	Tratamiento 3	23	24.6	6.08	1350

Tabla 16

Registro del monitoreo de los parámetros físicos a los 45 días

REGISTRO DE PARAMETROS FISICOS - QUÍMICOS: TESIS - "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL PRODUCIDO EN BIODIGESTORES DE TIPO SEMICONTINUO USANDO GALLINAZA Y CÁSCARA DE NARANJA EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUA Y ECOSISTEMAS CONTAMINADOS DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO NOVIEMBRE - ENERO 2019"							
TESISTA: BACH. PAOLA KAHERINE ESPINOZA PEÑA							
SEMANA	FECHA	HORA	NÚMERO DE BIODIGESTOR	PARÁMETROS FISICOS Y QUÍMICOS			
				TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	TEMPERATURA INTERNA (°C)	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (us/cm)
SEGUNDA ALIMENTACIÓN DE LOS BIODIGESTORES 1, 2 Y 3							
5	11/05/2019	08:43					
5	12/05/2019	07:29	Tratamiento 1	20	19.8	5.98	838
5	12/05/2019	07:37	Tratamiento 2	20	19.6	6.53	1410
5	12/05/2019	07:43	Tratamiento 3	20	19.9	5.98	1491
6	13/05/2019	07:46	Tratamiento 1	23	22.3	6.07	1136
6	13/05/2019	07:58	Tratamiento 2	23	21.6	6.50	1484
6	13/05/2019	08:06	Tratamiento 3	23	21.4	6.15	1134
6	14/05/2019	07:46	Tratamiento 1	21	19.9	6.05	1161
6	14/05/2019	07:53	Tratamiento 2	21	19.8	6.48	1677
6	14/05/2019	08:02	Tratamiento 3	21	20.1	6.14	1323
6	15/05/2019	07:11	Tratamiento 1	19	23.3	6.05	1155
6	15/05/2019	07:24	Tratamiento 2	19	22.5	6.47	1682
6	15/05/2019	07:35	Tratamiento 3	19	22.1	6.13	1312
6	16/05/2019	07:15	Tratamiento 1	18	21.3	6.04	626
6	16/05/2019	07:22	Tratamiento 2	18	20.8	6.48	1704
6	16/05/2019	07:33	Tratamiento 3	18	20.6	6.12	1496
6	17/05/2019	07:31	Tratamiento 1	20	19.3	6.01	1091
6	17/05/2019	07:46	Tratamiento 2	20	18.4	6.46	1612
6	17/05/2019	07:55	Tratamiento 3	20	18.8	6.27	1448
6	18/05/2019	07:35	Tratamiento 1	21	18.2	5.99	1192
6	18/05/2019	07:40	Tratamiento 2	21	18	6.45	1532
6	18/05/2019	07:51	Tratamiento 3	21	17.9	5.98	1519
6	19/05/2019	08:00	Tratamiento 1	20	17.9	6.08	1031
6	19/05/2019	08:17	Tratamiento 2	20	18.2	6.45	1631
6	19/05/2019	08:26	Tratamiento 3	20	18.4	6.06	1362
7	20/05/2019	07:23	Tratamiento 1	20	20.7	6.08	926
7	20/05/2019	07:29	Tratamiento 2	20	20.3	6.42	1650
7	20/05/2019	07:34	Tratamiento 3	20	19.9	6.13	1462
7	21/05/2019	07:15	Tratamiento 1	21	19.4	6.05	1134
7	21/05/2019	07:22	Tratamiento 2	21	19.2	6.39	1569
7	21/05/2019	07:31	Tratamiento 3	21	19.4	6.13	1420
7	22/05/2019	07:30	Tratamiento 1	18	19.3	6.06	1275
7	22/05/2019	07:41	Tratamiento 2	18	19.3	6.39	1635
7	22/05/2019	07:56	Tratamiento 3	18	19.4	6.21	1520
7	23/05/2019	07:20	Tratamiento 1	18	19.8	6.04	1142
7	23/05/2019	07:40	Tratamiento 2	18	19.6	6.38	1545
7	23/05/2019	08:00	Tratamiento 3	18	19.6	6.20	1384
7	24/05/2019	07:22	Tratamiento 1	19	21.5	5.99	1204
7	24/05/2019	07:31	Tratamiento 2	19	21.4	6.37	1595
7	24/05/2019	07:45	Tratamiento 3	19	21.3	6.19	1535
7	25/05/2019	07:13	Tratamiento 1	20	19.6	6.09	1302
7	25/05/2019	07:22	Tratamiento 2	20	19.6	6.37	1717
7	25/05/2019	07:36	Tratamiento 3	20	19.8	6.18	1225
7	26/05/2019	07:14	Tratamiento 1	19	22.6	6.05	1326
7	26/05/2019	07:23	Tratamiento 2	19	22.4	6.35	1630
7	26/05/2019	07:35	Tratamiento 3	19	22.8	6.18	1432
8	27/05/2019	07:30	Tratamiento 1	20	20.4	6.05	1152
8	27/05/2019	07:45	Tratamiento 2	20	20.4	6.34	1628
8	27/05/2019	08:00	Tratamiento 3	20	20.6	6.22	1443
8	28/05/2019	07:19	Tratamiento 1	19	21.8	6.02	1198
8	28/05/2019	07:30	Tratamiento 2	19	19.1	6.33	1796
8	28/05/2019	07:44	Tratamiento 3	19	19.2	6.17	1434

Tabla 17

Registro de los parámetros fisicoquímicos analizados del biol

DATOS DE LA MUESTRA	TIEMPO	ANÁLISIS PROXIMAL					BASE SECA		BASE HÚMEDA									
		HUMEDAD (%)	EN BASE HÚMEDA		EN BASE SECA		N (%)	P2O5 (%)	GRAMOS / KG DE BIOL				MILIGRAMOS / KG DE BIOL					
			MATERIA SECA		M.O (%)	CZ (%)			Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
			M.O(%)	CZ (%)														
TRATAMIENTO 1	15	93.000	5.000	1.800	72.000	27.620	1.600	0.150	0.280	0.150	0.400	0.654	0.101	0.301	1.18	17.545	1.2	0.814
		91.450	6.300	2.250	73.690	26.310	1.250	0.180	0.285	0.200	0.508	0.577	0.111	0.401	1.187	17.595	1.267	0.914
		94.000	7.600	2.700	75.380	25.000	0.900	0.210	0.290	0.730	0.616	0.500	0.192	0.501	1.194	17.500	1.367	1.010
	30	88.700	9.000	2.090	80.430	18.020	1.500	0.200	0.285	0.561	1.000	1.163	0.051	0.403	1.367	31.950	1.145	1.100
		88.740	9.170	2.090	81.430	18.570	1.530	0.224	0.289	0.571	1.108	1.263	0.071	0.503	1.467	33.959	1.345	1.114
		88.780	9.340	2.090	82.430	19.114	1.560	0.248	0.289	0.581	1.160	1.363	0.091	0.603	1.567	35.950	1.545	1.128
	45	85.090	6.040	2.770	70.050	27.950	26.950	0.370	0.550	0.661	1.278	15.225	0.038	0.516	1.411	118.700	1.550	0.700
		90.090	7.040	2.870	71.050	28.950	29.950	0.410	0.554	0.761	1.578	15.325	0.058	0.716	1.611	138.711	1.566	0.805
		95.090	8.040	2.970	72.050	29.950	32.950	0.450	0.558	0.861	1.878	15.425	0.078	0.916	1.811	158.722	1.572	0.910
TRATMIENTO 2	15	91.700	2.910	2.330	51.450	42.250	1.050	0.500	2.215	0.430	0.551	0.460	0.085	1.000	3.710	68.979	13.175	7.253
		94.400	2.940	2.660	52.550	47.450	2.090	1.000	2.437	0.570	0.572	0.560	0.077	1.020	5.820	69.889	12.187	8.456
		97.100	2.970	2.990	53.650	52.650	3.140	1.500	2.659	0.710	0.593	0.660	0.069	1.040	7.930	70.721	11.199	9.659
	30	80.630	11.170	7.150	62.050	37.800	2.720	1.170	2.161	1.115	0.814	2.296	0.060	2.479	5.753	241.499	27.564	18.321
		82.440	11.250	6.300	64.100	35.900	2.430	1.150	2.571	1.337	0.912	2.593	0.073	2.958	5.876	262.997	26.745	18.641
		84.250	11.330	5.450	66.150	34.000	2.140	1.130	2.981	1.559	1.010	2.889	0.086	3.437	5.999	284.496	25.926	18.962
	45	94.345	2.510	2.295	49.100	45.720	9.340	1.180	2.927	1.180	1.673	3.166	0.071	3.156	5.500	295.130	33.372	5.026
		94.690	2.720	2.590	51.160	48.840	9.680	1.220	2.618	1.360	1.476	3.332	0.062	3.311	6.000	296.260	33.744	5.051
		95.035	2.930	2.885	53.220	51.960	10.020	1.260	2.339	1.540	1.279	3.498	0.053	3.467	6.500	297.390	34.116	5.077
TRATAMIENTO 3	15	93.130	4.095	1.330	65.330	29.450	2.150	0.653	2.536	1.782	0.531	1.092	0.120	2.038	3.258	58.060	14.197	5.087
		94.160	4.190	1.660	71.630	28.370	2.200	0.980	2.745	1.871	0.661	1.184	0.240	2.075	3.516	59.012	14.393	4.174
		95.190	4.285	1.990	77.930	27.290	2.250	1.307	2.954	1.960	0.791	1.276	0.360	2.113	3.774	60.018	14.590	3.261
	30	94.350	3.475	1.275	71.435	28.275	2.335	1.015	2.408	2.045	1.045	3.144	0.094	3.075	4.254	124.270	27.469	10.306
		94.500	3.950	1.550	71.870	28.130	2.670	1.030	2.815	2.089	1.089	3.287	0.188	3.075	4.508	126.539	27.937	10.611
		94.650	4.283	1.825	72.305	28.405	3.005	1.045	3.323	2.134	1.134	3.431	0.288	3.311	4.762	126.809	28.406	11.222
	45	93.440	3.465	2.095	64.115	35.385	5.215	1.165	2.446	2.060	2.450	3.339	0.029	3.184	6.289	366.385	43.269	5.284
		93.880	3.930	2.190	64.230	35.770	5.430	1.330	2.891	2.120	2.899	3.678	0.057	3.368	6.577	366.637	43.538	5.568
		94.160	4.395	2.285	64.345	36.155	5.645	1.495	3.337	2.180	3.349	4.017	0.086	3.552	6.866	367.022	43.807	5.852

Anexo 6 Resultados de Análisis de Laboratorio



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



ANALISIS ESPECIAL

<i>SOLICITANTE:</i>		<i>ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE</i>					<i>PROCEDENCIA:</i>		<i>HUANUCO</i>									
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA												
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)							PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME2019_0092	SUSTRATO DE CASCARA DE NARANJA	97.449	2.548	0.003	99.883	0.117	0.45	0.38	0.40	0.86	0.90	0.49	2.64	6.85	14.67	267.07	117.39	1663.08

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 30 DE MARZO DEL 2019

RECIBO N° 0575936



Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE





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
 analisisdesuelosmas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE				PROCEDENCIA:		HUANUCO										
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA												
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)						
Código	Tipo	Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		EN BASE SECA		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)												
ME2019_0093	SUSTRATO DE GALLINAZA	95.664	2.622	1.715	60.457	39.543	0.11	0.92	2.02	1.54	4.25	1.62	2.16	23.93	67.94	1134.87	239.33	8955.45

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 30 DE MARZO DEL 2019

RECIBO N° 0575936

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

 Ing. Luis G. Mansilla Minaya
 JEFE





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:			ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE				PROCEDENCIA:				HUÁNUCO								
DATOS DE LA MUESTRA			ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA										
Fecha de Muestreo		28 de marzo del 2019	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)		miligramos / Litro de agua										
Código	Tipo	Referencia	Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		EN BASE SECA		FORCENTAJE (%)		Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
				Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)										
ME2019_0094	AGUA	M1	99.956	0.035	0.009	79.096	20.904	--	--	124.984	92.488	0.700	47.494	0.035	0.050	0.100	0.725	0.025	0.027

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 30 DE MARZO DEL 2019

RECIBO Nº 0575936



Ing. Luis G. Mansilla Muro
 JEFE





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
 analisisdesuelosuans@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE				PROCEDENCIA: HUANUCO														
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA												
		Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)						
Materia Organica (%)	Cenizas (%)		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm		
Código	Tipo																	
ME2019_0095	CÁSCARA DE NARANJA	15.663	51.117	33.219	60.611	39.389	0.67	0.16	0.43	0.31	0.06	0.07	0.76	10.58	34.37	3113.98	22.62	4876.62

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 30 DE MARZO DEL 2019

RECIBO N° 0575936

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

 Ing. Luis C. Mansilla Maza
 JEFE





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
analisisdesuelosmas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE				PROCEDENCIA:		HUANUCO										
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA												
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)							PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Humedad (%)	MATERIA SECA			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm
ME2019_0096	GALLINAZA	17.083	49.386	33.531	59.561	40.439	1.72	1.20	2.78	0.73	0.12	0.16	2.65	19.26	27.08	3815.83	161.30	16430.94

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 30 DE MARZO DEL 2019

RECIBO N° 0575936

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

 Ing. Luis G. Mansilla Minaya
 JEFE





ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE			ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE						PROCEDENCIA		HUANUCO										
DATOS DE LA MUESTRA			PH	ANALISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA									
				Fecha de Muestreo		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)		gramos / Kg de biol					miligramos / Kg de biol				
Código	Tipo	Referencia	1.1	Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		EN BASE SECA		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn	
ME2019_0110	BIOL	biodigestor tratamiento 1	4.78	91.45	6.30	2.25	73.69	26.31	1.25	0.18	0.285	0.200	0.508	0.577	0.111	0.401	1.187	17.595	1.267	0.914	
ME2019_0111	BIOL	biodigestor tratamiento 2	6.51	94.40	2.94	2.66	52.55	47.45	2.09	1.00	2.437	0.570	0.572	0.560	0.087	1.020	5.820	69.889	12.187	8.456	
ME2019_0112	BIOL	biodigestor tratamiento 3	5.58	94.16	4.19	1.66	71.63	28.37	2.20	0.98	2.745	1.871	0.661	1.184	0.240	2.075	3.526	59.012	14.393	4.174	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 02 DE MAYO DEL 2019

RECIBO N° 0579037

VND. VALOR NO DETECTABLE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE





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
 analisisdesuelosuas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE			ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE						PROCEDENCIA:			HUANUCO								
DATOS DE LA MUESTRA			PH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA										
				EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)		gramos / Kg de biol					miligramos / Kg de biol					
Fecha de Muestreo	11 de mayo del 2019			Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)		gramos / Kg de biol					miligramos / Kg de biol				
Código	Tipo	Referencia	1:1	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn	
ME2019_0146	BIOL	biodigestor tratamiento 1	5.17	88.74	9.17	2.09	81.43	18.57	1.53	0.224	0.289	0.571	1.108	1.263	0.071	0.503	1.467	33.959	1.345	1.114
ME2019_0147	BIOL	biodigestor tratamiento 2	6.60	82.44	11.25	6.30	64.10	35.90	2.43	1.15	2.571	1.337	0.912	2.593	0.073	2.958	5.876	262.997	26.745	18.641
ME2019_0148	BIOL	biodigestor tratamiento 3	6.37	94.50	3.95	1.55	71.87	28.13	2.67	1.03	2.815	2.089	1.089	3.287	0.188	3.075	4.508	126.539	27.937	10.611

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 19 DE MAYO DEL 2019

RECIBO N° 0579037

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

 Ing. Luis G. Mansilla Minaya
 JEFE





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			ESPINOZA PEÑA PAOLA KATHERINE						PROCEDENCIA:		HUANUCO									
DATOS DE LA MUESTRA			PH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA										
				EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)		gramos / Kg de biol					miligramos / Kg de biol					
Fecha de Muestreo	28 de mayo del 2019			Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		MATERIA SECA		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn
Código	Tipo	Referencia	1.1	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca	Mg	K	Na	Cd	Pb	Cu	Fe	Zn	Mn	
ME2019_0157	BIOL	biodigestor tratamiento 2	6.65	94.69	2.72	2.59	51.16	48.84	9.68	1.22	2.628	1.360	1.476	3.332	0.062	3.311	6.000	295.260	33.744	5.061
ME2019_0158	BIOL	biodigestor tratamiento 3	6.50	93.88	3.93	2.19	64.23	35.77	5.43	1.33	2.891	2.120	2.899	3.678	0.057	3.368	6.577	366.637	43.538	5.568
ME2019_0159	BIOL	biodigestor tratamiento 1	6.13	90.09	7.04	2.87	71.05	28.95	3.01	0.41	0.554	0.761	1.578	15.325	0.058	0.716	1.611	138.711	1.566	0.805

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

VND. VALOR NO DETECTABLE

TINGO MARIA, 10 DE JUNIO DEL 2019

RECIBO N° 0579037



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mansilla Mijangos
JEFE

