



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“GENERACION DE BIOGAS Y BIOL A PARTIR DE LA CO –
DIGESTIÓN DE AGUAS MIELES PROCEDENTES DEL CAFÉ Y
PURÍN DE PORCINO”**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Karolayne Vásquez Vásquez (0000-0002-4655-2578)

Asesor:

Luis Abraham Gomero Osorio (0000-0002-4739-2094)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 14 de octubre del 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Miembro: Mg. Ing. Roxana Yanett Díaz Vega
Miembro: Dr. Ing. Noé Ordóñez Machicao

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**"GENERACION DE BIOGAS Y BIOL A PARTIR DE LA CO – DIGESTIÓN DE AGUAS MIELES
PROCEDENTES DEL CAFÉ Y PURÍN DE PORCINO"**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Karolayne Vásquez Vásquez**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Ing. Luis Abraham Gomero Osorio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple () calificar a:

Tesis: Karolayne Vásquez Vásquez		Nota (en letras): 17 (diecisiete)	
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Presidente



Mg. Ing. Roxana Yanett Díaz Vega
Miembro 1



Dr. Ing. Noé Ordóñez Machicao
Miembro 2



Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Asesor

T// (51) 610 6739
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 21 de Marzo del 2023
Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente.** –

De nuestra consideración,

Yo: Karolayne Vasquez Vasquez, estudiante/egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Luis Abraham Gomero Osorio, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: Generación de biogas y biol a partir de la CO - digestión de aguas mieles procedentes del café y purín de porcino, sustentado para obtener el título/grado de Ingeniera Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 47854680



Firma del asesor de tesis
DNI: 10681962

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Generación de biogas y biol a partir de la CO - digestión de aguas mieles procedentes del café y purín de porcino

Autores. Karolayne Vásquez Vásquez.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2106223046).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.2.0. Generación de biogas y biol

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
3	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	INÉS LLORET PÉREZ. "Evolución temporal y espacial de las propiedades de los suelos bajo la influencia de especies vegetales en antiguos sistemas agrarios abandonados en la provincia de Alicante.", Universitat Politècnica de Valencia, 2015 Publicación	<1%
5	Gómez Maldonado María Concepción. "Evaluación de la expresión relativa de los genes biomarcadores CYP1A, MT y VTG en Gambusia yucatanensis en cenotes de Yucatán con respecto a múltiples genes de referencia", TESIUNAM, 2018 Publicación	<1%

DEDICATORIA

A Dios, por ser inspirarme e impulsarme a alcanzar una importante meta personal.

A mis padres, José Fernando Vásquez Tarrillo y Consuelo Vásquez Delgado por su amor, trabajo y sacrificio, gracias a ellos he logrado ser quien soy y llegar a donde estoy.

A mis abuelos Alejandrino Vásquez y Graciela Delgado por ser mis guías y apoyo a lo largo de toda mi formación personal y profesional.

Y a todos aquellos que me han brindado su apoyo y han permitido que este trabajo se desarrolle exitosamente; especialmente a quienes que me abrieron las puertas y brindaron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Luis Gomero, por sus conocimientos en el tema y tener una gran disposición para ser mi asesor durante el desarrollo de esta tesis.

A los colaboradores del Fundo Agroecológico HECOSAN: Jorge Silva, Wilner Chirinos y Yesenia Vargas, por su invaluable apoyo durante la realización de la parte operativa de la investigación; así también por su disposición incondicional.

A mis amigos y familiares, que me apoyaron en todo momento.

Índice general

	Pág.
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
Índice general.....	vi
Índice de tablas.....	ix
Índice de gráficos.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Justificación.....	7
1.3 Pregunta de investigación.....	8
1.4 Objetivos de Investigación.....	8
1.4.1 Objetivo General.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	9
1.5 Hipótesis de investigación.....	9
1.5.1 Hipótesis General.....	9
1.5. Hipótesis Específicas.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Biol.....	10
2.1.1 Definición.....	10

2.1.2 Composición del purín de cerdo.....	10
2.1.3 Composición agua residual del lavado café (agua miel).....	11
2.1.4 Contaminación producida por aguas miel.....	12
2.1.5 Contaminación producida por los purines.....	13
2.2 Biogás.....	14
2.2.1 Definición.....	14
2.2.2 Composición de biogás.....	14
2.2.3 Características y usos.....	15
2.3 Definición de términos.....	16
2.3.1 Digestión anaerobia.....	16
2.3.2 Parámetros importantes para el proceso de digestión anaerobia.....	17
2.3.3 Requerimientos nutricionales de las plantas.....	21
2.4 Marco Legal para la gestión de residuos.....	24
III. MATERIALES MÉTODOS Y CÁLCULOS.....	26
3.1 Materiales.....	26
3.2. Metodología y Cálculos.....	26
3.2.1. Ubicación.....	26
3.2.2. Duración.....	26
3.2.3. Construcción de los prototipos de los biodigestores.....	27
3.2.4. Producción de biogás y biol.....	28
3.2.5. Determinación de los parámetros cinéticos de producción de biol.....	32
3.2.6. Determinación de los parámetros cinéticos de producción de biogás.....	35
3.2.7. Disposición final de residuos.....	39
3.2.8. Método de análisis de datos.....	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41

4.1 Caracterización de los tratamientos	41
4.2. Comportamiento Temperatura y pH.....	45
4.3. Producción de biogás.....	47
4.4. Composición del gas.....	49
4.5. Composición de biol.....	50
4.5.1 Macronutrientes primarios.....	50
4.5.2 Macronutrientes secundarios	52
4.5.3 Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina	54
4.6 Reducción de Coliformes fecales	55
4.7 Sobre la generalización de los resultados	56
4.8 Soluciones a las hipótesis	57
4.8.1 Solución a la hipótesis general	57
4.8.2 Solución a la hipótesis específica 1	58
4.8.3 Solución a la hipótesis específica 2	59
4.8.4 Solución a la hipótesis específica 3	60
V. CONCLUSIONES	60
1.5. Hipótesis Específicas.....	61
VI. RECOMENDACIONES	62
VIII. REFERENCIAS	64

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Composición química de las aguas mieles	12
Tabla 2. Composición química del biogás.....	15
Tabla 3. Tiempo de retención hidráulica según rangos de temperatura.....	20
Tabla 4. Porcentaje de carga de sustratos por tratamientos y repeticiones	30
Tabla 5. Análisis químico realizado a los bioles con las metodologías que usó el laboratorio propuesto	35
Tabla 6. Ecuación para determinar la concentración de metano (%) por tratamiento	38
Tabla 7. Indicadores analizados estadísticamente durante la etapa inicial y final del proyecto	41
Tabla 8. Macronutrientes primarios.....	51
Tabla 9. Macronutrientes secundarios	53
Tabla 10. Total Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina por tratamiento.....	54
Tabla 11. Comparación de los parámetros evaluados en la etapa inicial y final del tratamiento (NMP/ml)	56
Tabla 12. Presencia de E. Coli & Salmonella (NMP/ml)	56

Índice de gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Comparación de los parámetros evaluados en la etapa inicial y final del tratamiento.	42
Gráfico 2. Variación de los parámetros evaluados entre tratamientos.....	43
Gráfico 3. Variación de pH en función a los tratamientos en el tiempo.	45
Gráfico 4. Variación de la temperatura en función a los tratamientos en el tiempo.	46
Gráfico 5. Acumulado total de la producción de biogás.....	47
Gráfico 6. Variación de producción de biogás total y comparación entre tratamientos	48
Gráfico 7. Comparación de la composición del biogás entre tratamiento	49
Gráfico 8. Comparación de macronutrientes primarios por tratamiento	52
Gráfico 9. Comparación de macronutrientes secundarios por tratamiento	53
Gráfico 10. Comparación de ácido húmicos, fúlvicos y huminas por tratamiento	55

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema de prototipo del biodigestor usado en la presente investigación	28
Figura 2. Distribución de biodigestores en fundo agroecológico HECOSAN	29
Figura 3 Biodigestores en Fundo Agroecológico HECOSAN	30
Figura 4. Fórmula para hallar el límite inferior de explosividad (lel) del gas combustible	37
Figura 5. Porcentaje de volumen explosividad del metano	38

Índice de anexos

	Pág.
Anexo 1. Diseño del biodigestor	76
Anexo 2. Diseño del gasómetro artesanal	79
Anexo 3. Fotografías del procedimiento experimental	81
Anexo 4. Cuadros de resultados estadísticos de prueba de homogeneidad de varianza, ANOVA y Tukey	86
Anexo 5. Análisis realizados por laboratorio	102

RESUMEN

El café es uno de los principales cultivos que se producen en el Perú. Su importancia se ve reflejada en el crecimiento de la oferta y demanda y se ha convertido en el sustento de más de 223 mil familias a lo largo de todo el país. La producción y tratamiento de este producto genera aguas mieles, que son eliminados al río y generan un impacto negativo en el ecosistema. En este contexto, el presente estudio tiene como finalidad generar una alternativa de solución a esta dificultad, brindando valor a dos fuentes orgánicas (agua miel procedente del café y al purín de porcino), a través de la elaboración de biogás y biol de calidad, y de la producción de energía a partir de fuentes orgánicas en las zonas. Se llevaron a cabo cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) con proporciones diversas de agua miel y purín de porcino. El periodo de contención (días) para las tasaciones fueron: 120 días para el biol y biogás. Para el biogás, se evaluó: pH, temperatura, conductividad eléctrica, producción de gas y composición. Los resultados demostraron una mayor producción y calidad de biogás en el T4 (22.38 L) y (34.8% metano). En el proceso del biol, los exámenes de coliformes fecales estuvieron dentro de lo establecido en el DS 020 – 2021 (Límites Máximos Permisibles) y las observaciones de macronutrientes fueron altos en T4. Se concluyó que el mayor nivel de biogás se presentó en T4, así como los mayores valores de macronutrientes, y la ausencia de coliformes; lo cual implica que es un buen abono, y que puede ser utilizado en el crecimiento y desarrollo de diversos cultivos.

Palabras claves: biogás, biol, purín de cerdo, agua miel

ABSTRACT

Coffee is one of the main crops produced in Peru. Its importance is reflected in the growth of supply and demand and it has become the livelihood of more than 223 thousand families throughout the country. The production and treatment of this product generates honey water, which is eliminated into the river and generates a negative impact on the ecosystem. In this context, the purpose of this study is to generate an alternative solution to this difficulty, providing value to two organic sources (honey water from coffee and pig slurry), through the production of quality biogas and biol, and the production of energy from organic sources in the areas. Four treatments (T1, T2, T3, T4) were carried out with different proportions of honey water and pig slurry. The containment period (days) for the rates were: 120 days for biol and biogas. For biogas, the following were evaluated: pH, temperature, electrical conductivity, gas production, and composition. The results show a higher production and quality of biogas in T4 (22.38 L) and (34.8% methane). In the biol process, fecal coliform tests were within the provisions of DS 020 - 2021 (Maximum Permissible Limits) and macronutrient observations were high in T4. It was concluded that the highest level of biogas occurred in T4, as well as the highest values of macronutrients, and the absence of coliforms; which implies that it is a good fertilizer, and that it can be used in the growth and development of various crops.

Keywords: biogas, biol, pig slurry, honey water

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

La energía limpia proveniente de la biomasa es imprescindible en un contexto de crisis climática y energética que vive el mundo, donde la dependencia a combustibles fósiles y leña es muy significativa en especial en los países en vías de desarrollo.

Las actividades agrícolas son grandes fuentes de contaminación (Aliaga, 2006), se producen anualmente cerca de 155 billones de toneladas de materia orgánica a través del proceso fotosintético (Castellar, Cely, Cardozo, Rosales, 2017) debido al ineficiente uso de materias primas, por ejemplo: la industria del fique emplea solo el 2% de biomasa generada, en la empresa cervecera se emplea solo el 8% de los nutrientes del grano (Castañeda, Gallo, 2017) y en la explotación del café se usa solo el 9.5% del peso del fruto fresco en la elaboración de las bebidas, dejando un 90.5% en forma de residuos (Castañeda et al., 2017).

El café es uno de los principales productos tradicionales cultivados en el Perú. Su importancia se ve reflejada en el crecimiento de la demanda y se ha convertido en el sustento de más de 223 mil familias a lo largo de todo el Perú. (Berrocal, 2017). Según el INEI (2016-2018), en los últimos años la producción de café se ha incrementado debido a adecuadas condiciones meteorológicas y a una mayor superficie de producción. Las principales regiones productoras de café son Cajamarca (81 000 t), Junín (44 000 t), San Martín (35 662 t), Amazonas (28 765 t) (SENASA, 2021).

Uno de los problemas ambientales en la producción de café es el manejo de los lixiviados, que llega a generar un volumen considerable de residuos que no logran incorporarse en el compostaje, generando contaminación a las aguas y suelos (Morales, 2015). Estudios

realizados por Class (2003) muestran que la concentración de materia orgánica en las aguas procedentes del fermento del café oscila entre 7 y 12 mg/L de Demanda Química de Oxígeno (DQO); una cantidad muy elevada a comparación de las aguas negras urbanas que generalmente poseen entre 500 y 1000 ml/L DQO (Metcalf, 1985). Y, además, presentan un pH de 3.8 (Class 2003), por lo que son consideradas fuertemente ácidas.

Sobre los residuos generados por la producción de café; Rodríguez et al. (2004) advierte que, por cada 1000 g de café cereza se obtienen 436 g de pulpa fresca y 149 g de mucílago. García (2015), por otro lado, indica que se requieren en promedio 55.44 litros por cada kilogramo lavado de café pergamino; y, finalmente, López (2007) señala que son utilizados 21.000 litros de agua para producir un kilogramo de café tostado. Es decir, aproximadamente se requieren 124.740 litros de agua anuales por hectárea solo para el lavado del café. Esta agua residual es conocida también como agua miel.

Los agricultores cafetaleros producen altos volúmenes de agua miel, que son vertidos directamente a los cuerpos de agua cercanos a sus plantaciones, lo que altera el equilibrio natural de los ambientes acuáticos debido a la carga orgánica y el pH ácido que lleva consigo (Salazar, 2012).

El estudio de Morales (2015) tuvo como propósito el analizar diferentes mezclas en los tratamiento de agua miel con pulpa, ya que estas mezclas generan lixiviados con elevadas cargas orgánicas y su composición es de baja degradación. El ensayo se llevó a cabo en la finca el Cañón- vereda San Martín, y emplearon biodigestores de 20 m³. Se sopesaron las siguientes variables: DQO, DBO₅, SST y pH y se llegó a la conclusión de que los porcentajes de supresión de la contaminación en el biodigestor fueron de 60,44% en términos de DQO, del 95,4% en términos de SST, del 38,556% en términos de la DBO₅ y el pH se mantuvo en 4, mostrando una disminución en los valores iniciales de las variables evaluadas.

Por otro lado, Orozco (2003) realizaron un artículo de investigación referente al sistema modular de tratamiento anaeróbico (SMTA) con aguas mieles procedentes del café, cuyo objetivo fue presentar una alternativa más fácil y económica. Esta versión de SMTA permite la separación de la fase hidrolítica, acidogénica del metalogénico, que se traduce en un incremento de carga orgánica. Este trabajo utilizó como parte de su método de trabajo, biodigestores, a los que añadió filtros anaerobios de flujo ascendente, los que permitieron que, al efectuarse el contacto entre el agua con residuos y los microorganismos se ocuparon de minimizar la carga contaminante. De esta manera, los residuos alimentan al reactor por donde el flujo se distribuye uniformemente. Posteriormente, las aguas residuales son tratadas sobre una masa de sólidos suspendidos, donde los microorganismos se adhieren a la superficie mediante una fina forma de biopelícula. El estudio tuvo como resultado una eficacia de remoción de 86.6% en función de DQO (87.8% para DBO) y un pH superior a 5 unidades, mientras que el 61.11% de la remoción total se efectuó en el reactor metalogénico y 38.89% sobrante en el reactor hidrolítico ácido génico.

En el 2013, Gamboa evaluó la producción de biogás aplicando un sistema que consistía en emplear reactores, en el cual se le añadía el agua miel con el inóculo en estudio. Después, se utilizaba un gasómetro o medidor de biogás y otro recipiente lleno de una disolución de NAOH al 10 %, de modo que al generarse biogás este se trasladaría a través de la manguera que une el reactor con dicho recipiente y desplazaría un volumen proporcional correspondiente al volumen de gas generado. Referente a la caracterización del efluente y recolección de muestra, se recolectaron diversas muestras de aguas mieles, de diferentes lugares del estanque y se mezclaron para obtener una mezcla compuesta. En cuanto a la elección del tipo de biodigestor se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: volumen requerido, materia prima, costo, operación y mantenimiento. El biodigestor empleado se

ubicó en una fosa con las siguientes características: una altura de 2.46 m, largo de 4.17 m y ancho de 2.25 m; y, se estimó una generación de biogás de 8.65 m³/d, que equivalen a 12.82 kWh /d.

Otra problemática que aqueja a los recursos hídricos de nuestro país es el exceso de purín generado por la industria ganadera porcina, de alto poder contaminante. El abuso de este producto ha generado una saturación en la capacidad de absorción de nutrientes en la tierra. (Villagómez, 2014). En el trabajo de Villagómez (2014), a través de una investigación experimental que utilizó cuatro bokashis de cuatro mezclas biodegradables, a los que se les añadió líquidos inoculadores. A cada mezcla le realizaron 7 repeticiones, dando un total de 28 pilas de material orgánico biodegradable. Cada pila pesa aproximadamente 50 kg; luego de la biodegradación de estas, se utilizó una muestra de cada unidad y se analizaron solo las dos pilas que estuvieron en mejores condiciones.

Según MINAGRI (2018), en el Perú actualmente se tiene 3.4 millones de cerdos, considerando que solo un marrano produce 1,825 Kg de estiércol al año (Hummel, 2014), anualmente se generan aproximadamente 6, 205, 000 toneladas de estiércol. Estas heces, en muchos casos, no reciben tratamiento previo a su disposición, y terminan contaminando cuerpos de agua y suelos.

De otro lado, Martínez (2015) describió la aptitud energética disponible resultante del uso de los excrementos de ganado porcino para la elaboración de biogás; y desde ese punto, dispuso el análisis de la energía eléctrica. Los resultados demostraron que la explotación completa de la biomasa producida por el excremento de los ganados porcinos del estado de Guanajuato generaría aproximadamente 200 GWh/año, o su correspondiente energético, de

más de cien mil barriles de petróleo al año. Esta cuantiosa suma de energía implica un evidente ahorro económico para el Estado.

Asimismo, Villagómez (2014) evaluó el comportamiento de un biodigestor anaerobio usando aguas residuales de granjas porcícolas como mezcla, y tuvo como objetivo realizar modelos matemáticos que pronostiquen la efectividad de la separación de la materia orgánica en función del TRH y la conglomeración de DQO. Se utilizó un reactor de 534 L compuesto por un UASB y por un sedimentador; y se lograron los siguientes resultados: remoción de la materia orgánica en un 72 %, con un TRH de un día y una carga orgánica de 3 Kg DQO/ m³ /día.

Actualmente, se están desarrollando proyectos relacionados al uso de biodigestores, que consideran el uso de aguas mieles como sustratos. Por ejemplo: la investigación realizada por Gutiérrez (2015) busca revalorizar el agua miel del café y de las excretas de vacuno por medio de la producción de un biofertilizante obtenido de la fermentación láctica. El experimento se realizó con 25 tratamientos de diferentes densidades de melaza, consorcios microbianos B-lac, mezclas de aguas mieles y excretas vacunas. El tratamiento de mayor relevancia fue el M15B10, por no presentar malos olores ni ninguna capa blanquecina; además de requerir la menor cantidad de melaza y B-lac (reduciendo los costos de producción). Los análisis agronómicos señalaron que la concentración de nutrientes está vinculada con la constitución de las materias primas. De otro lado, la dilución al 0.1% de biol con un IG de 108%, fue la dosis que logró el mejor desarrollo de las radículas, incluso mejor que el control.

Por otro lado, Canales (2011) analizó la capacidad de producción de biogás resultante de la mezcla de excremento de ganado, pulpa de café y aguas mieles, haciendo uso de los biodigestores Batch. Se obtuvieron los siguientes resultados: 126.88 litros de biogás por kilo

de estiércol, 128 litros de biogás por kilo de pulpa de café y 126.98 litros de biogás por litro de agua miel (Canales, 2011); además, el DQO retirado fue de 17% para el primer tratamiento, 18% para el segundo y 69% para el tercero. esta investigación nos sirve como respaldo de que las aguas mieles como cosustrato nos da un buen rendimiento de generación de biogás y alto nivel de remoción de DQO.

Bautista (2010) también usó como tratamientos: pulpa, aguas mieles, la cáscara de plátano y gallinaza como mezclas para alimentar su biodigestor. De los resultados de las diferentes amalgamas de sustancias con las que se llevaron a cabo los experimentos, la que resultó ser la más efectiva fue la gallinaza combinada con agua ya que produjo mayor cantidad de biogás en un menor tiempo. Sobre las conclusiones respecto a la calidad (concentración de metano), no se logró realizar el seguimiento de la acidez sin detener la biodigestión; y se logró evidenciar que se requiere de mucho tiempo de contención para producir cantidades reducidas biogás.

En la búsqueda por desarrollar energía limpia a partir de desechos porcícolas, Aliaga (2006), instaló dos biodigestores. El primero llamado Taiwán, generó 551808 Kwh/ año, mientras que el otro modelo -propuesto por la FAO- presentó un bajo rendimiento en la producción de energía ya que la relación de litros de agua por Kg de excretas no es la óptima para el buen funcionamiento del biodigestor.

De todo lo anteriormente mencionado se desprende la necesidad de generar opciones que disminuyan el volumen de aguas residuales y de producir energía a base de estos subproductos, para darles un nuevo valor y contribuir a la conservación de la naturaleza (Morales, 2015).

La producción de compostaje y la lumbricultura son las alternativas más viables para el aprovechamiento de residuos orgánicos (Alcaldía Mayor de Bogotá Secretaría Distrital de

Hábitat, 2014); y pueden realizarse con flujo de oxígeno (aerobio), o con su ausencia (anaerobio). De entre los procesos de digestión anaerobia, que permiten generar energía natural y renovable, el biodigestor es la mejor alternativa para aprovechar los residuos orgánicos y poder obtener biogás y biol (Coronel, 2014). La constitución del biogás dependerá del tipo de desecho empleado y de las condiciones de procesamiento, la composición a la que más se aproxima es la siguiente: CH₄ con un 54 – 70% de volumen, CO₂ con un 27 – 45% de volumen, H₂ con entre 1 – 10% de volumen, N₁ con entre 0.5 – 3% de volumen, y H₂S con un 0.1% de volumen (Paredes et al., 2005).

Si bien existe un amplio abanico de reactores, estos se pueden agrupar en tres categorías: Tipo Batch o (discontinuo), tipo CSTR (o perfectamente agitado) y tipo PFR (también llamado flujo pistón); estos se diferencian en los productos y aplicaciones factibles. Así, por ejemplo, los reactores Batch se utilizan para procedimientos a baja escala, experimentos con procedimientos nuevos, para desarrollar productos costosos o de difícil elaboración (Coronel, 2014).

Si bien se están desarrollando proyectos vinculados al uso de biodigestores, aún no existe una teoría concreta ni certeza de las proporciones óptimas de sustratos a utilizar para obtener un biogás de calidad. Es por ello por lo que este documento tiene como finalidad determinar la calidad de biogás y biol producido a partir del uso de la co-digestión de las aguas mieles del proceso del café y purín de porcino.

1.2 Justificación

El biogás generado es un sustituto de fuentes energéticas. La digestión anaerobia permite mejorar el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos sólidos y líquidos como materia prima, generando externalidades positivas para el medio ambiente, el entorno social y económico (Velo, 2006).

Este sistema no solo fomenta la reducción de costos en cuanto a la disposición final de remanentes líquidos, sino que adicionalmente genera un ahorro económico, ya que con el biogás producido se pueden abastecer los hornos empleados en el proceso de secado del grano de café (Navarro, 2015).

Para incrementar el potencial del biogás se adicionan otros residuos biodegradables, como residuos orgánicos industriales y residuo ganadero (Rosa, 2015). El uso de biodigestores permite reducir las emisiones de contaminantes y mejora el tratamiento del agua; reduce en 18% el DQO y el 57% de sólidos volátiles (Balseca& Cabrera, 2001). Por su parte, el valor agregado del biol es que puede ser utilizado como bio- fertilizantes (Balseca y Cabrera, 2001).

Este proyecto de producción de biogás que parte de la co-digestión de las aguas mieles y el purín de porcino, busca reducir y aprovechar los residuos generados por la industria porcícola (6, 205,000 toneladas anuales) y las aguas mieles (152 millones de litros por año), con la finalidad de generar un menor impacto ambiental (reducción de la producción de metano) y dar mayores beneficios a los caficultores y criadores de cerdos tanto económicos como sociales.

1.3 Pregunta de investigación

¿Es de calidad el biogás y biol procedente de aguas mieles generadas de la producción de café y purín de porcino?

1.4 Objetivos de Investigación

1.4.1 Objetivo General

Determinar la calidad de biogás y biol generado a partir del uso de la co-digestión de aguas mieles del proceso del café y purín de porcino.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar si la relación carbono/nitrógeno (C/N) del purín de cerdo tiene un efecto positivo en la calidad de biogás generado.
- Determinar si la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado.
- Determinar si la presencia de patógenos es relevante en la calidad del biol generado.

1.5 Hipótesis de investigación

1.5.1 Hipótesis General

- H1: El uso de aguas mieles y purín de porcino tiene un efecto positivo en la calidad de biogás y el biol generado.
- H0: El uso de aguas mieles del proceso del café y purín de porcino no tiene un efecto positivo en la calidad de biogás y biol generado.

1.5. Hipótesis Específicas

- La relación carbono/nitrógeno óptimo tiene un efecto positivo en la calidad de biogás generado.
- La concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado.
- La presencia de patógenos es relevante en la calidad del biol generado.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Biol

2.1.1 Definición

Según Promer (2002) el biol se genera a través de la técnica de digestión anaerobia de los residuos orgánicos; para ello, se utilizan biodigestores, que permiten la transformación y aprovechamiento de la sustancia orgánica para la generación de energía y biol (biofertilizante).

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (2018), el biol es un abono natural que se explica como la biomasa viva o las células inactivas de cepas microbianas efectivas, que incrementa y estimula el crecimiento y desarrollo óptimo de los cultivos. De entre sus ventajas sobresale que es un producto ecológico, económico y una fuente relevante de nutrientes necesarios para las plantas.

De otro lado, Basaure (2006) verificó que el uso de biol en los cultivos fomenta el desarrollo y la calidad de los productos, además de funcionar como repelente contra las plagas, ya que los fertilizantes orgánicos líquidos poseen grandes cantidades nitrógeno amoniacal, vitaminas y aminoácidos, los que a su vez facilitan la regulación del metabolismo vegetal. Finalmente, son un gran complemento para la fertilización integral aplicada al suelo (Toalombo, 2013).

2.1.2 Composición del purín de cerdo

El purín de porcino es la mezcla del orín y excremento del cerdo que usualmente se producen en las granjas y afectan negativamente al medio ambiente. Se pueden encontrar en dos tipos: líquida y sólida y, en dos composiciones: la orina del cerdo junto al agua de lavado y, por otro lado, la composición de los excrementos del animal, restos de alimentos y material vegetal fibroso (Blanco, 2016).

Es común que en las granjas porcinas se utilicen grandes cantidades de agua para arrastrar los excrementos de los animales. Por ello, según Abaigar et al. (2004) la reducción del volumen de purín es una responsabilidad de los ganaderos por dos razones: (1) medioambiental, ya que permite reducir la difusión de los gases de efecto invernadero, siendo este uno de los pilares del desarrollo sostenible (reducir-reciclar-reutilizar) y (2) económica, ya que los gastos de transporte de purín presentan un coste fijo por volumen producido.

Por otro lado, la composición del purín está relacionada a las singularidades de cada aprovechamiento ganadero, como lo son: la categorización de animal, el tipo de alimentos, la organización de la granja, el sistema de limpieza, y otros. Estas últimas elevan la cantidad de agua en los purines almacenados y pueden alterar la distribución de los nutrientes (Blanco, 2016).

Las características que tienen en común todos los purines son: 1) Un alto contenido de agua, que puede llegar a casi al 90%, 2) presentan gran concentración de materia orgánica, 3) elevada concentración de nitrógeno y muy baja relación de C/N, y 4) una alta concentración de macro y micronutrientes (relevantes para el desarrollo de los microorganismos anaerobios). Asimismo, exhiben una aptitud de tampón (Angelidaki, I., 1997), que permite conservar el pH frente a la adición de cantidades menores de ácidos o bases fuertes.

2.1.3 Composición agua residual del lavado café (agua miel)

El agua residual del lavado del café es comúnmente llamada en Latinoamérica como agua miel, por ser el agua utilizada para despulpar y lavar el café. Estas aguas residuales son muy ricas en materia orgánica y altamente *ácidas*, por lo que nocivas si es que se descargan directamente a las masas de agua y, de ser retenidas en lagunas

o fosas, existe el peligro de generar contaminación en las aguas subterráneas. (Molina, 1999). A continuación, en la Tabla 1, se explica la composición química tradicional de las aguas mieles.

Tabla 1.

Composición química de las aguas mieles

Parámetros	Unidades	Valor
pH	-	4.20
C.E	dS/m	1.34
SDT	g/L	6.18
Materia orgánica	g/L	5.11
Nitrógeno Total	g/L	1.68
Fósforo Total	g/L	0.03
Potasio Total	g/L	0.03
Carbono	g/L	2.964
Calcio	g/L	0.092
Magnesio	g/L	0.0294
Sodio	g/L	0.01
Relación C/N	g/L	1.77

Tabla 1. Composición química de las aguas mieles

Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Contaminación producida por aguas miel

Según Daza (2003), los problemas ambientales hallados en la cadena productiva de café (CENCOOP, ECOGREZ, ANDITRADE, CENAPROC) son: 1) La contaminación de las aguas residuales del procedimiento de despulpado del café tienen una equivalencia de 115 g de DQO por kg de café cereza y, 2) la contaminación diaria de cada habitante, que en promedio es de 100 g de DQO.

2.1.5 Contaminación producida por los purines

La industria porcina representa una importante actividad económica en Perú. De acuerdo con los datos del MIDAGRI, en el 2020 había en Perú más de 3.6 millones de cabezas de porcino, y presentaban un incremento anual de 7%.

Se sabe que 20 cerdos producen cerca de 48000 Litros de purín en un año, por lo que los 3.6 millones de cabezas de porcino producirían aproximadamente un total de 8,640,000 toneladas de purín, los cuales en su mayoría no cuentan con tratamientos previos a su disposición final.

La negativa de los porcicultores a enfrentar los problemas ambientales se sustenta en que la implementación de tecnologías para la gestión de asuntos ambientales representa un costo a la producción y no un beneficio para la misma; y que existe un escaso conocimiento de la legislación ambiental vigente y de las tecnologías disponibles.

El principal impacto ambiental relacionada a la producción porcina es la inadecuada o inexistente disposición de los purines; es decir de las aguas residuales, que contienen una gran cantidad de sólidos suspendidos (SST), presencia de patógenos, coliformes fecales e incluso trazas de metales pesados. (Beily, 2015). Todo ello produce un gran impacto y deterioro en cuerpos de agua, contaminación de suelo, malos olores e impactos a la salud de las comunidades. Por último, pero no menos importante, la generación y difusión de amoníaco y metano producto del acumulación de grandes dimensiones de purín en balsas, el cual es un gas que genera un efecto invernadero de más de 20 veces que el CO₂ (Martines, 2020).

2.2 Biogás

2.2.1 Definición

El biogás es una clase de biocombustible producido por la disgregación de materia orgánica. Esto sucede cuando la materia orgánica es exhibida a ambientes sin oxígeno y se libera una amalgama de gases conformada generalmente por metano (entre 50-75%, según la cuantía de carbohidratos presentes en la mezcla) y dióxido de carbono, así como por otros gases, aunque en menor cuantía (Aguilera, 2017).

Como la generación de biogás se suscita ante la ausencia de oxígeno se le conoce como digestión anaeróbica. Es decir, el procedimiento de descomposición que fermenta la materia orgánica transforma lo que en algún momento fue un residuo en una fuente de energía, útil para calentar, enfriar, cocinar o para la generación regular de electricidad (Aguilera, 2017).

2.2.2 Composición de biogás

Según Speight (2018) la composición del biogás varía según el origen del proceso de digestión anaeróbica. El gas de relleno sanitario normalmente tiene condensaciones de metano de alrededor del 50%. Las tecnologías avanzadas de tratamiento de residuos generan biogás con un 55-75% de CH₄. A continuación, se presenta una composición química tradicional del biogás (ver tabla 2).

Tabla 2

Composición Química del Biogás

Componente	Fórmula	Porcentaje
Metano	CH ₄	40 – 70
Dióxido de carbono	CO ₂	30-60

Hidrógeno	H ₂	0,1
Nitrógeno	N ₂	0,5
Monóxido de carbono	CO	0,1
Oxígeno	O ₂	0,1
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	0,1

Fuente: Blanco et al. (2011)

Tabla 2. Composición química del biogás

2.2.3 Características y usos

El biogás puede ser empleado en cualquier mecanismo que emplee el gas natural como método de combustión; ello incluye aplicaciones de calor, de refrigeración por absorción, de ebullición, de excitación de espacios y agua, de secado y turbinas de gas (Ann, 2019). De manera similar, Diez (2018) indica que es utilizado para los motores de combustión interna. Adicionalmente, señala que también se puede administrar a las tuberías de gas, para generar iluminación y vapor. Por último, mediante la oxidación química catalítica, el metano puede ser utilizado para la generación de metanol.

Por otro lado, Red agrícola (2017) explica que el origen de biomasa para la fabricación de biogás son varias; de entre las que sobresalen el estiércol, el purín y los restos de actividad agrícola o industrial.

Adicionalmente, Bontempo et al. (2016), menciona que las ventajas medioambientales del biogás es que evita y reduce considerablemente las dispersión

de gases de efecto invernadero, que se generan por la acumulación de residuos orgánicos. Con ello, se genera una alternativa interesante para la sustitución de los combustibles de origen fósil (Arhoun, 2017).

2.3 Definición de términos

2.3.1 Digestión anaerobia

a. Definición

Según Solera (2014), la digestión anaeróbica (DA) es una secuencia de procesos que involucra la disgregación de la materia orgánica generada por los microorganismos en insuficiencia de aire, y es considerada como una buena opción para manejar los biosólidos (WAS - lodo activado residual), ya que aproximadamente entre el 30% y el 70% de los residuos sólidos se pueden reducir mediante la digestión anaeróbica de los lodos activados residuales, así como de la producción de CH₄.

Adicional a ello, Arhoun (2017, p. 26) menciona que debido a las altas temperaturas que se suscitan durante el procedimiento de digestión anaerobia, la eliminación de patógenos se da de forma automática, y en el suceso de mostrar temperaturas mesófilas, la etapa de contención es usualmente el necesario para su inactivación.

b. Etapas de la digestión anaerobia

El procedimiento de digestión anaeróbica presenta de cuatro fases sucesivas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis; este proceso depende de las interacciones entre los diversos microorganismos que actúan en las cuatro etapas anteriores. En los reactores discontinuos de una sola etapa, todos los desechos se cargan simultáneamente y los cuatro procesos ocurren en el mismo reactor de manera secuencial.

En la primera etapa se tiene el propósito de convertir las macromoléculas orgánicas (proteínas, hidratos de carbono, lípidos), en componentes más pequeños. Posteriormente, en la segunda etapa, después de la disgregación suscitada en la hidrólisis, se producen mezclas disolubles. Después, en la acetogénesis, se produjeron ácidos grasos, alcohol e hidrógeno. Por último, en la metanogénesis, se produce el metano mediante “las moléculas de hidrógeno, dióxido de carbono y ácido acético” (Instituto de Desarrollo Agropecuario, 2016). Luego de la digestión anaerobia se vacía el compost, tras un período de retención determinado o el cese de la producción de biogás.

2.3.2 Parámetros importantes para el proceso de digestión anaerobia

Existen varios parámetros importantes del proceso de digestión anaeróbica, cinética de crecimiento y factores ambientales que deben controlarse para optimizar el proceso. Estos parámetros junto con sus rangos óptimos se presentan a continuación:

a. Naturaleza y composición bioquímica de materia prima

Las materias primas influyen en la composición del gas y el volumen de metano en el gas. Una gran parte de las materias primas, en particular el estiércol y los residuos vegetales, son generalmente gratuitos, por lo que estas materias primas tienen una capacidad económica superior para la producción de biogás. Las materias primas empleadas son materiales biogénicos, como:

- Residuos fermentables que contienen biomasa (lodos de depuradora, residuos biodegradables, residuos alimentarios)
- Residuos de la ganadería (estiércol)

- Plantas / partes de plantas no utilizadas anteriormente (frutos intermedios, residuos de plantas).
- Cultivos energéticos (maíz, remolacha azucarera)

En lo que se refiere al fertilizante empleado como energía del digestor, la alimentación y la clase de asimilación de los animales, son los encargados de determinar las aptitudes para producir biogás, e indica que dependiente de la clase de fertilizante se tiene una posibilidad de producción diferente (Ministerio del Ambiente, 2015).

b. Temperatura

En el tratamiento de digestión anaeróbica, la temperatura es relevante para las actividades metabólicas microbianas y para la tasación de digestión general; especialmente las tasas de hidrólisis y formación de metano. Por lo general, la digestión anaeróbica se suscita en amplio rango de temperaturas, que se ha dividido en tres grupos: psicofílico, cuando es menor a de 30° C; mesofílico, cuando se encuentra entre 30 y 42° C; y termofílico, cuando está entre 43 y 55° C (Seadi et al., 2008).

En la práctica, los sistemas de digestión anaeróbica están direccionados para trabajar en un rango mesofílico, entre 30 y 38 ° C, y otros están diseñados para un rango de temperatura termofílica de 50 a 57 ° C (Metcalf y Eddy, 2003).

En general, los procesos de digestión termofílica permiten cargas más altas con tiempos de retención hidráulicos reducidos, mayores eficiencias de conversión y desinfección de patógenos, mientras que la digestión mesofílica es más estable, tiene menos riesgo de toxicidad por nitrógeno amoniacal y requiere menos calor de proceso (Yirong et al., 2013).

c. Tiempo de retención hidráulica (TRH)

La celeridad de la degeneración está relacionada negativamente con la temperatura; por lo que cuanto mayor sea la temperatura menor será el periodo de contención, tal como lo menciona la FAO (2011).

Es decir, cuanto más tiempo se mantenga un sustrato en las condiciones adecuadas del reactor, más completa será su degradación. Sin embargo, la velocidad del reactor disminuirá al aumentar el tiempo de residencia.

Así, el inconveniente con tiempos de retención más amplios es el incremento del tamaño del reactor requerido para una cantidad determinada de sustrato a tratar. Por tanto, tiempos de retención más cortos llevará a una más alta tasa de producción por unidad de volumen del reactor, pero también a una degradación general inferior. Estos dos efectos deberán ser equilibrados en el diseño del reactor a escala completa (BTG, 2003). No obstante, si el tiempo de retención es demasiado corto, las bacterias en el digestor se "lava" más rápido de lo que pueden reproducirse, de modo que la fermentación prácticamente se detiene, mientras que un tiempo de retención prolongado requiere un digestor grande. (Biogás Básico, 2009).

En principio, todos los materiales orgánicos pueden fermentar o digerir; sin embargo, sólo se puede considerar un sustrato líquido y homogéneo para plantas de biogás simples. Además, es importante señalar que el máximo de la producción de gas a partir depende del tipo de sustrato. (Ezeonu et al., 2005)

Generalmente se trabaja con valores tiempos mínimos de retención de sólidos; en el caso de la digestión anaeróbica, el sistema presenta un rango de 2 a 6 días, dependiendo de la temperatura. Y, en un digestor anaeróbico, el SRT responde al tiempo de retención hidráulica (HRT), que cambia entre 10 y 30 días dependiendo de

la temperatura. (Jenargi, 2002). En la tabla N° 3 se presentan los tiempos de contención hidráulica según los parámetros de la temperatura.

Tabla 3

Tiempo de Retención Hidráulica según rangos de temperatura

Rango de temperatura	TRH
Psicrofílico	De 50 a 120 días
Mesofílico	De 25 a 50 días
Termofílico	De 15 a 25 días

Tabla 3. Tiempo de retención hidráulica según rangos de temperatura

Nota: FAO, 2019

d. Relación Carbono/ Nitrógeno (C/N)

El carbono y el nitrógeno son elementos fundamentales en procesos biológicos y para la vida; el carbono está vinculado con la energía, el nitrógeno, y con el crecimiento celular (p. 11). Según la FAO (2019), la relación entre el carbono y nitrógeno en un sustrato orgánico se explica mediante del indicador C/N.

Dioha (2013) explica que el rendimiento de biogás depende de su relación C/N. Específicamente, la utilidad óptima del biogás se encuentra en el rango de relación C / N de 20 -30: 1; asimismo se explica que la variabilidad de los valores C / N afecta el pH de una suspensión. De esta manera, el incremento del carbono incrementará la formación de dióxido de carbono, impulsando un valor de pH más bajo, mientras que si se incrementa la presencia de nitrógeno generará una mejor producción de gas amoniac y se incrementaría el pH, en menoscabo de los microorganismos.

e. pH

La alcalinidad juega un papel importante en el procesamiento de digestión anaeróbica ya que controla la acidez creada en el proceso de acidogénesis (Olvera y López, 2012). Esto es consecuencia de que el desarrollo de microorganismos de proceso anaeróbico depende del valor de pH del sistema. Por lo general, la mayoría de los metanógenos prefieren un rango de pH estrecho, siendo el óptimo de 7 a 8; y, usualmente, los acidógenos tienen un valor más bajo de pH óptimo. El intervalo de pH imposible para la digestión mesófila se encuentra entre 6,5 y 8, y el proceso se inhibe significativamente si el valor del pH cae fuera de este rango (Seadi et al., 2008).

2.3.3 Requerimientos nutricionales de las plantas

Los principales nutrientes utilizados por las plantas son: N, P, K, Ca, Mg y S, y por lo general no se obtienen en la superficie ni en las cuantías necesarias, por lo que es necesario que se complementen a través de fertilizantes (especialmente de N, P y K) (Toledo, 2016). Estos macronutrientes son:

a. Nitrógeno (N)

Según la FAO (2016) el nitrógeno que se encuentra en la materia prima tiene dos beneficios: (a) suministra elementos esenciales para la síntesis de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos; y (b) se convierte en amoníaco que, como base fuerte, neutraliza los ácidos volátiles producidos por las bacterias fermentativas y, por tanto, ayuda a mantener las condiciones de pH neutro esenciales para el crecimiento celular.

Este producto, en sobreabundancia en el sustrato, puede conducir a una formación excesiva de amoníaco, llegando a generar efectos tóxicos. Por lo tanto, es importante que la materia prima contenga la cantidad adecuada de nitrógeno para

evitar la limitación de nutrientes (muy poco nitrógeno) o la toxicidad del amoníaco (demasiado nitrógeno).

De esta manera, se afirma que la constitución de la materia orgánica incorporada a un sistema de digestión posee un papel relevante en el desarrollo de las bacterias anaeróbicas y la producción de biogás.

b. Fósforo (P)

El fósforo es fundamental en el metabolismo de la planta, ya que desempeña un rol relevante en la transferencia de energía celular, la respiración y la fotosíntesis (Glass et al., 1980; Ozanne, 1980; Usada y Shimogawara, 1993). Este elemento facilita la absorción de luz solar de la clorofila mientras ocurre la fotosíntesis y se acumula en trifosfato de adenosina (ATP); asimismo, se utiliza como fuente de energía para procesos biológicos que necesitan de energía.

Además, por ser un elemento orgánico de los ácidos nucleicos de genes, cromosomas, coenzimas, fosfoproteínas y fosfolípidos, es esencial para las primeras etapas del crecimiento de las plantas. Debe señalarse que, las limitaciones en la disponibilidad de P pueden resultar en restricciones de crecimiento en el cultivo, del cual la planta no podrá recuperarse, a pesar de que se incremente el P en los niveles adecuados.

c. Potasio (K)

El potasio se le considera un macroelemento primario que interviene en las funciones principales de la planta y que manifiesta su deficiencia en las plantas de forma rápida, ya que éstas la requieren en grandes cantidades (4 veces más que el fósforo y casi a la par que el nitrógeno). (Narcisa, 2013)

Coronel (2003) determinó que el potasio tiene una movilidad media en el suelo, y es por ello por lo que se lava en los suelos arenosos de baja capacidad de intercambio catiónico.

Asimismo, el potasio tiene una función fundamental en la activación de más de 60 enzimas que intervienen en diversas transformaciones metabólicas. Entre las más relevantes se encuentran: la fotosíntesis, la síntesis de las proteínas y de los carbohidratos y el desarrollo meristemático (Mengel y Kirkby, 1987).

d. Calcio (Ca)

El calcio (Ca) es uno de los macronutrientes más importante en la nutrición de las plantas, se encarga del mantenimiento de las características físicas del suelo y de la recuperación de suelos sódicos. (Andrades, 2014), favorecen a la fertilidad del suelo, a mantener una arcilla floculada y una buena aireación.

El Ca agregado puede mejorar la estructura del suelo al desplazar el sodio, permitiendo que las partículas de arcilla cargadas negativamente se agreguen. Así, la composición del suelo y la capacidad de retención de agua mejorarán si la cantidad de sodio intercambiable (ESP) permanece por debajo del 5% de la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Marchuk, 2013), ya que el Ca tiene una afinidad más fuerte por los sitios de intercambio que el sodio. Estas propiedades de intercambio de diferentes cationes son una consecuencia de las diferencias de tamaño y densidad de carga. (Norton, 2013)

e. Magnesio (Mg)

El magnesio es un macronutriente necesario tanto para el crecimiento como para la salud de las plantas. Está implicado en diversos procesos, como la fotosíntesis.

Muchas enzimas de las células vegetales necesitan de magnesio para su correcto funcionamiento. Sin embargo, el papel más relevante del magnesio es ser el átomo central en la molécula de clorofila (que es el pigmento que brinda el color verde a las plantas,) seguido de llevar a cabo el proceso de fotosíntesis, y ayudar en la activación de muchas enzimas vegetales indispensables para el crecimiento y la síntesis de las proteínas.

2.4 Marco Legal para la gestión de residuos

En el mundo, según la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo referente a la crianza a gran escala de aves de corral o de cerdos, se establecen las normas para prevenir y controlar integralmente la contaminación. Donde se destaca el artículo N° 1, que refiere a los cambios en las actividades de producción que puedan generar utilizar de mejor manera los compostados o transformarlos en biogás para su eliminación.

En el Perú, en la Ley No 28611, Ley General del Ambiente, se instaure la normativa de la gestión ambiental del Perú. Donde un artículo importante es el N° 120, por el cual se impulsa el procesamiento de las aguas residuales con la finalidad de que pueda ser reutilizada; para ello se debe obtener la calidad necesaria para no generar perjuicios para la salud humana, el medioambiente o las labores en las que se reutilizará. (MINAM, 2015)

En la Ley N° 28804, “Ley que regula la Declaratoria de Emergencia Ambiental” es importante el artículo 3) Estándar de Calidad Ambiental, en el que decreta el grado de densidad de los componentes, elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos, que se encuentran en el ambiente, en los líquidos o en los suelos, en sus posiciones de cuerpos receptores (Ley N° 28804), que no simboliza un

peligro relevante para la salud de los individuos o para el ecosistema. Asimismo, de acuerdo al parámetro al que se haga mención, la condensación o nivel será manifestada en máximos, mínimos o rangos.

DS. 003-2017 “Estándares de Calidad Ambiental”, donde el MINAM determina el grado de condensación, de los componentes, o parámetros físicos, químicos y biológicos que están en el agua, en su posición de ser el cuerpo beneficiario y materia básica de los ecosistemas.

El D.S. N° 37155 “Reglamento sobre granjas porcinas” explica que los sistemas de procesamiento de las aguas residuales en estos lugares deben honrar lo estipulado sobre a los linderos de las propiedades, según lo estipulado en el artículo 13 del Decreto N° 31545-S-MINAE del 2003 “Reglamento de Aprobación de sistemas de tratamiento de aguas residuales” (MINAGRI, 2003).

En lo que se refiere a residuos generados por las acciones agropecuarias, desde el 2006 rige el reglamento D.S. No 044-2006-AG. Específicamente, en el Artículo N° 23 se explica que las evacuaciones de los animales necesariamente deben de terminar sus ciclos de putrefacción para prevenir infecciones.

Por último, el reglamento D.S. No 016-2012-AG resuelve sobre el proceso de los residuos orgánicos (Art. No 24). Explica que los remanentes resultantes de las acciones agrarias deben ser tratados, con la finalidad de mejorar la valorización de los productos.

III. MATERIALES MÉTODOS Y CÁLCULOS

3.1 Materiales

Complementariamente a los materiales de la construcción de los biodigestores presentados en los Anexos 10.1 y 10.2, también se necesitó de:

- Potenciómetro
- Vasos precipitados
- Libretas y lapiceros
- Papel toalla
- Balanzas
- Mascarillas y guantes quirúrgicos
- Letreros para reconocer los tratamientos
- Botas de jebe
- Calculadoras
- Jarras graduadas

3.2. Metodología y Cálculos

9. Incluir un cuadro con las variables independientes, dependientes y/u otros.

3.2.1. Ubicación

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la Fundo Agroecológico HECOSAN, que está ubicado en el Centro Poblado de Macas – Distrito Santa Rosa de Quives (N 8708648; E 0290263).

3.2.2. Duración

El presente documento se realizó en un periodo de tres meses.

3.2.3. Construcción de los prototipos de los biodigestores

Para llevar a cabo el experimento se prepararon doce (12) arquetipo de biodigestores tipo Batch de 80 litros, de color azul y tapa negra, utilizando como dirección lo propuesto por Castillo (2012).

El sistema incorporó válvulas de PBC de diferente tamaños, de una pulgada para la salida del efluente más pesado, mientras que para la salida del biogás se usaron válvulas de esfera de rosca de media pulgada, a estos sistemas se les incorporó una manguera por la cual el gas se desplazó hasta llegar a los contenedores, siguiendo un modelo de reactores tipo batch o discontinuos, el detalle de la construcción de los prototipos se encuentra en el ANEXO 10.2 ; además también se hizo uso de un equipo de medición de volumen de gas usando un gasómetro artesanal (ANEXO 10.3) se utilizó una metodología volumétrica basada en el principio del desplazamiento de un líquido, en el cual el volumen de gas generado desaloja un volumen de agua determinado, que fue medido y representó el volumen del biogás (Vela, 2017)

A los biodigestores se le añadieron los tratamientos, que fueron 4, con 3 repeticiones cada uno. Para así obtener un mayor índice de confiabilidad y precisión en los resultados estadísticos. Se incorporó la materia prima, aguas mieles y purín de cerdo, en las medidas señaladas en la Tabla 4, y luego de ello se hará un seguimiento de pH, temperatura, conductividad eléctrica y solidos totales disueltos, para el correcto funcionamiento del biodigestor.

Figura 1

Esquema del prototipo del biodigestor usado en la presente investigación

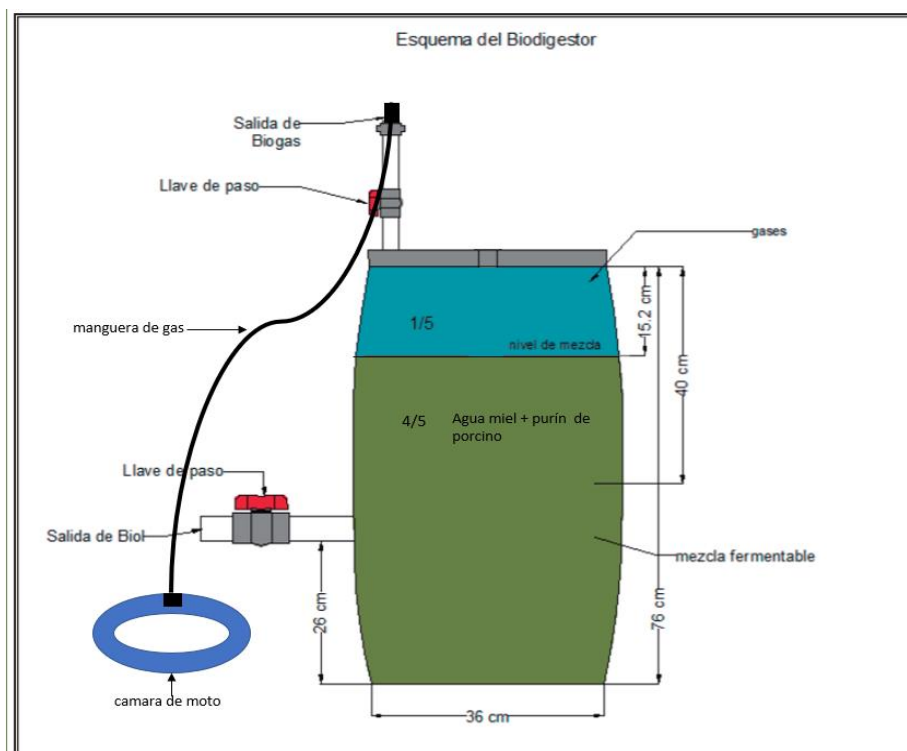


Figura 1. Esquema de prototipo del biodigestor usado en la presente investigación

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Producción de biogás y biol

3.2.4.1. Recolección de aguamiel y purín de cerdo

Se recolectaron 960 litro de agua miel provenientes de la cooperativa cafetalera Valle Ubiriki ubicado en el distrito de Pichanaki de la provincia de Chanchamayo. Se utilizaron 12 cilindros azules con una capacidad de 80 litros cada uno. Se tuvo un periodo de 3 días de recolección aproximado entre todas las zonas cafetaleras que conforman la cooperativa.

Por otro lado, el purín de cerdo se obtuvo de granjas de porcino ubicado en Centro poblado Torre blanca – Distrito de Carabayllo. Aproximadamente la granja contaba con 200 cerdos en diferentes fases de desarrollo, los cuales son nutridos con

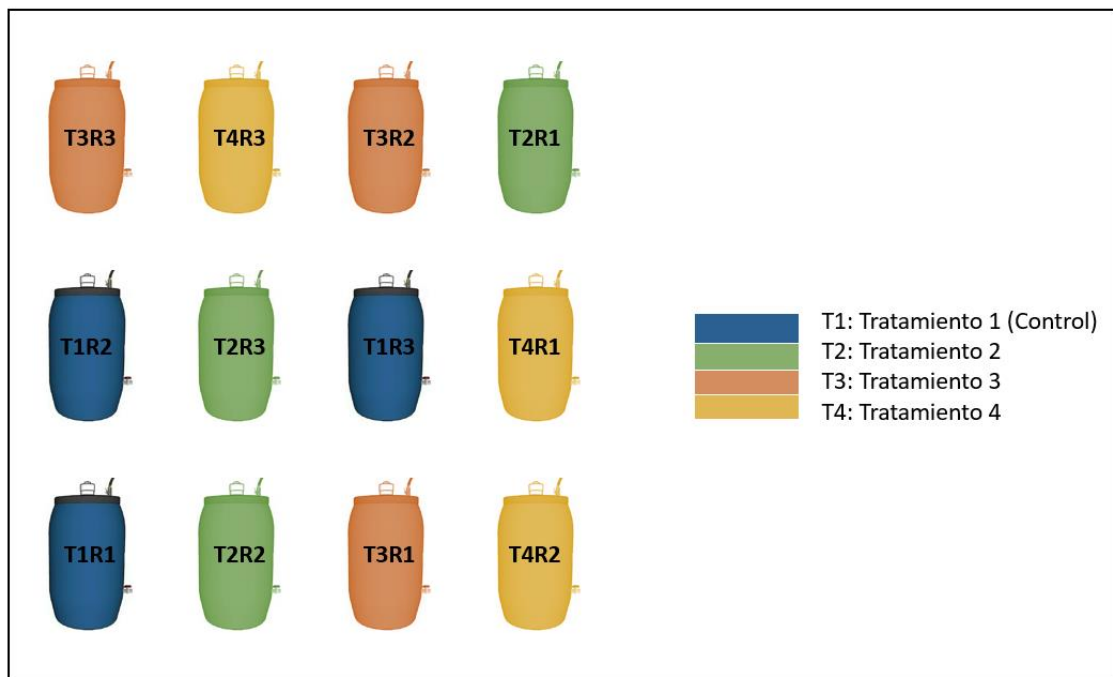
concensados de maíz, soja y afrecho. El purín resultante de las excretas de los cerdos, así como los restos derivados de la limpieza son almacenados en baldes de plástico.

3.2.4.2. Tratamientos en estudio de aguamiel y purín de porcino

Se realizaron cuatro tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento; todos estuvieron rotulados con el número del tratamiento y el número de la repetición correspondiente.

Figura 2

Distribución de Biodigestores en Fundo Agroecológico HECOSAN



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Distribución de biodigestores en fundo agroecológico HECOSAN

Figura 3

Biodigestores en Fundo Agroecológico HECOSAN



Figura 3 Biodigestores en Fundo Agroecológico HECOSAN

Los tratamientos utilizaron los siguientes componentes:

Tabla 4.

Porcentaje de carga de sustratos por tratamientos y sus repeticiones

Tratamiento	% Aguas mieles	Litros de aguas mieles	% Purín de porcino	Litros de purín de porcino
T1	100%	70	0%	0
T2	87.50%	61.25	12.50%	8.75
T3	75%	49	25%	21
T4	50%	35	50%	35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Porcentaje de carga de sustratos por tratamientos y repeticiones

3.2.4.3. Cargado de biodigestores

Al inicio de la instalación se procedió a tomar muestras de los sustratos en cuanto a sus parámetros de pH, C.E, SDT y T°, con la finalidad de conocer las características fisicoquímicas de nuestras sustancias. Se observó que las aguas mieles cuentan con un pH de 4.5, mientras que el purín tiene un pH de 7.4. Por lo cual se decidió trabajar con ambos, sin necesidad de adicionar algún químico que modifique su pH, con la finalidad de ver el comportamiento del pH durante la mezcla.

Posteriormente se depositó la totalidad del purín de cerdo en un recipiente de plástico para ser mezclado y poder crear una textura homogénea y semilíquida para todos los tratamientos, ya que como el purín de cerdo fue recolectado en dos días pudo haberse sedimentado. Se procedió a realizar el mismo procedimiento con las aguas mieles.

Para la carga de los biodigestores se usaron baldes con medida de 20 Litros para poder tener mayor exactitud. Finalizada la carga, se dispuso a cerrar las tapas de los biodigestores y sellarlas con películas de plástico, para así de esta forma evitar fugas de gases.

3.2.4.4. Periodo de digestión anaerobia

Puesto en marcha el biodigestor se debe considerar lo siguiente:

- Ratificar el cierre de todas las entradas y salidas del biodigestor, excepto por donde se tomará las muestras de biol y biogás.
- El biodigestor contendrá una parte líquida (75%) y otra gaseosa (25%). Para garantizar que la carga de entrada de sustrato sea asimilada por las bacterias es indispensable que la solución se encuentre dentro del biodigestor el mismo tiempo ue el periodo de retención estimado de la zona.

- Semanalmente se tomarán las muestras de pH, C.E, SDT y T° para todos los tratamientos.
- Cada dos semanas se procederá a realizar la medición de volumen de gas, retirando las cámaras de llantas las cuales almacenan el biogás acumulado, haciendo uso para ello de un gasómetro artesanal.
- En la sexta semana se procedió a realizar el monitoreo de medición de gases, en el cual se consideró al metano, gas sulfuroso y dióxido de carbono. Para esto se hizo uso de los equipos de medición Altair 4X MSA y un GASALERT 5IR.

3.2.5. Determinación de los parámetros cinéticos de producción de biol

Se consideraron los parámetros: pH, Conductividad Eléctrica (C.E), Temperatura (T) y Solidos totales disueltos (SDT):

3.2.5.1. pH, C.E, T° y SDT

Para medir el pH, C.E, T° y SDT se utilizó un potenciómetro modelo HI98129 marca HANNA (ANEXO 10.6.1). La medición se llevó a cabo semanalmente durante 12 semanas.

Se tomó la muestra de la siguiente manera: Antes de cada muestreo, se calibra el equipo, posteriormente se abre la llave de paso y se llena un vaso precipitado, previamente esterilizado, para prevenir que al realizar la medición disminuya la cantidad de biogás que se encontraba en los tanques y ocurra un intercambio de gases con el exterior; posteriormente, se anotaron los resultados en la libreta de campo, pay después fueron transcritos a la base de datos de Excel. Adicionalmente, para confirmar nuestros datos, se tomó una muestra inicial y final de estos parámetros, y se enviaron al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

3.2.5.2. Valoración de la calidad de biol producido

- **Criterios de calidad en los bioles y especificación de presencia de macronutrientes**

Se recogió un litro de biol por cada uno de los biodigestores; estas muestras se llevaron al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM, para llevar a cabo ensayos independientes por cada una de las muestras sobre los macronutrientes que poseían. Los resultados se presentan en el Anexo 10.5.

Al término de esta investigación no se encontró ninguna promulgación o normativa nacional o internacional sobre el biofertilizante líquido. No obstante, algunos países presentan normativas sobre la calidad de los compost y de los lodos de depuración empleados en el sector agrícola. Para este estudio se emplearon estas normas como punto de guía para diagnosticar la condición de los bioles. Según estos reglamentos, la calidad de un biol está sujeta a la procedencia y esencia de los residuos utilizados, y del proceso de oxidación y los elementos utilizados para su enriquecimiento (Coronado, 2010).

Se esperaba que el contenido de N, P, K, Ca y Mg hallados en los fertilizantes orgánicos fuesen lo más alto para que la contribución de los minerales sea conveniente para el crecimiento de cualquier cultivo (Medina, 2013). Adicionalmente, Suárez (2009) sugiere los siguientes parámetros para los biofertilizantes líquidos generados artesanalmente:

pH: 5.4 – 7.0

Nitrógeno: Más de 700 mg/L

- Fósforo: Más de 170 mg/L

- Potasio: Más de 1300 mg/L

El uso de fertilizantes orgánicos de alta calidad no comprende riesgos para la salud de las personas, ni para la calidad del suelo, del agua o del aire. Es por ello por lo que es indispensable elaborar una búsqueda continua de la aglomeración de las cargas microbianas patógenas presentes en el abono que se utilizará en el suelo (Medina, 2013).

- **Ácidos húmicos, fúlvicos y huminas**

Para la determinación de la presencia de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas se recolectó un litro de muestra por cada biodigestor en la semana 12, esto debido a que los componentes húmicos son parte de las sustancias de degradación en la etapa final de la materia orgánica del suelo. Luego, fueron enviados al laboratorio Mariano Tabusoo de la Universidad Agraria La Molina.

- **Determinación de la presencia de organismos patógenos**

Los organismos patógenos (coliformes fecales, coliformes totales y E. coli) se analizaron en dos ocasiones a lo largo de todo el proceso: i) en la etapa inicial y ii) en la etapa final, con el propósito de precisar el comportamiento de estos organismos luego de que se haya terminado el experimento. El primer muestreo se realizó al terminar de instalar 12 los biodigestores, fueron recogidos envases de un litro, uno por cada biodigestor, y llevados para su respectivo ensayo al Laboratorio de la UNALM. El segundo muestreo, realizado al final del proceso, se recolectó 12 envases esterilizados de 1 L del biol, uno por cada biodigestor, que fueron trasladados al laboratorio anteriormente mencionado. Se empleó el método: APHA-AWWA-WEF 23Th Ed. Chapter 9, Pág. 75-78 2017

Tabla 5.

Análisis químico realizado a los bioles con las metodologías que usó el laboratorio propuesto.

<i>Análisis químico del Bio</i>	<i>Metodología usada por el LASPAF - UNALM</i>
<i>pH</i>	AOAC 981.12 Cap. 42, Pág. 2-3, 20th Edition 2016
<i>Nitrógeno total (mg/L)</i>	AOAC 955.04 Cap. 2, Pág. 13-14, 19th Edition 2012
<i>Fósforo total (mg/L)</i>	AOAC 970.39 Cap. 37, Pág. 8-9, 20th Edition 2016
<i>Potasio total (mg/L)</i>	AOAC 975.03 Cap. 3, Pág. 5-6, 20th Edition 2016
<i>Calcio (mg/L)</i>	Espectrofotometría de absorción atómica
<i>Magnesio (mg/L)</i>	Espectrofotometría de absorción atómica
<i>Sodio (mg/L)</i>	Espectrofotometría de absorción atómica
<i>Ácidos húmicos & Ácidos fúlvicos Huminas</i>	Química Agrícola Tomo 1 - Suelos y Fertilizantes Pág. 265-271. E. Primo Yúfera J.M. Carrasco Dorrien, 1981

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Análisis químico realizado a los bioles con las metodologías que usó el laboratorio propuesto

3.2.6. Determinación de los parámetros cinéticos de producción de biogás

- **Composición del biogás**

Para medir la constitución y calidad del biogás se tomaron en cuenta tres gases (CH_4 , CO_2 y H_2S) tomando como referencia a Guillen (2011) y Quispe (2015), quienes utilizaron un equipo portátil para determinar cuantitativamente la composición de los gases. Así, para la realización de este trabajo se emplearon equipos detectores de multigases, marca GASALERT, modelo MICRO 5IR y el MSA 4X.

Asimismo, considerando los resultados obtenidos por Garavito (2019), se realizó la medición de gases (CH_4 , CO_2 y H_2S) en la semana 6 del proyecto, ya que de acuerdo con el autor es en ese periodo cuando se obtiene la mayor generación de biogás.

Los equipos utilizados proporcionaron inmediatamente los valores obtenidos de CO_2 y H_2S y, para determinar el valor del metano se empleó una ecuación química (ver Figura N° 4), en la que se usó los datos que el equipo tomó en campo, siendo el Porcentaje de Límite inferior de explosividad por cada tratamiento (% LEL).

El % LEL es la concentración mínima que posee un gas, que al entrar en contacto con el aire y una fuente de ignición reacciona para iniciar la combustión. De esta manera, y guiados de este concepto se midió el valor del % LEL de las muestras para estimar la concentración mínima del gas con la cual se podría obtener la combustión, considerando que para el caso del gas metano existe un valor estándar de LEL igual al 5%. (MSA)

Luego, se determinó en campo el % LEL de cada biodigestor y sus valores fueron aplicados en la fórmula de la Figura N° 4. En ella el Lower Explosive Limit utilizado sería de 5% (valor de explosividad límite del metano) (Cross;

2010), y Gas concentración sería nuestra incógnita, por lo cual se despeja esa variable.

Figura 4.

Fórmula para hallar el límite inferior de explosividad (del) del gas combustible

$$\%LEL = \frac{\text{Gas Concentration (in \% vol)}}{\text{Lower Explosive Limit (in \% vol)}} \times 100$$

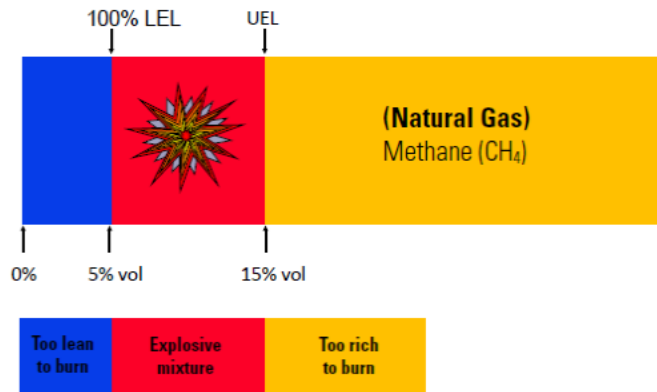
Fuente: INDSCI

Figura 4. Fórmula para hallar el límite inferior de explosividad (lel) del gas combustible

A partir de la ecuación anterior se obtuvieron las concentraciones del gas metano, así como el porcentaje de metano mínimo necesario para la generación de combustión; no obstante, los datos no permitieron obtener la concentración de metano total que existe en nuestra muestra, ya que podría haber más concentración del gas en nuestro combustible biogás, esto se explicará en los siguientes párrafos. En la figura N° 5 se puede apreciar el valor de explosividad del metano:

Figura 5.

Porcentaje de volumen explosividad del metano



Fuente: INDSCI

Figura 5. Porcentaje de volumen explosividad del metano

De esta forma se puede evidenciar que si la muestra contiene metano bastaría un 2.9% para el caso de T3 (Tabla 6) para generar la reacción de combustión.

De acuerdo con Guerrero (2012) se determinó que la concentración ideal de metano en un biogás para realizar una buena combustión es de 60% y para que este combustione se requiere mínimo un 5% (Denker, 1966 y Pascual, 2011). De esta manera, al aplicarlo al resultado de T3, se obtendría el siguiente resultado:

Tabla 6.

Ecuación para determinar la concentración de metano (%) por tratamiento

PARA: T3	
60%	5%
x	% metano tablas=2.9%
X (%) =	34.8%

Tabla 6. Ecuación para determinar la concentración de metano (%) por tratamiento

Donde “x” sería el porcentaje de metano que contiene cada tratamiento que genera combustión en presencia de aire y una fuente de ignición.

- **Volumen de biogás**

Para precisar el volumen del biogás producido durante el proyecto, se empleó el principio de Arquímedes, por el cual el gas que está dentro de los flotadores (gasómetro) desplazará su mismo volumen de agua de un primer receptáculo hacia un segundo recipiente (Paucar, 2015).

Este sistema está conformado por un inflador, el cual tendrá dos conexiones: Por un lado, conectado a través de una manguera con los flotadores (gasómetro) y por el otro a un cilindro pequeño saturado de agua; este cilindro tiene una segunda manga que desplazará el líquido hacia otra vasija de capacidad conocida (20 Litros). De esta manera es razonable afirmar que el volumen de biogás será igual al volumen de líquidos trasladados, tal como se aprecia en la imagen del Anexo 10.4. La evaluación del volumen se llevó a cabo cada dos semanas.

3.2.7. Disposición final de residuos

En los biodigestores se aplicará la técnica de triple lavado, la cual consiste en enjuagar tres veces el envase y agitarlo con un 25% de agua del volumen del tanque eliminando en un 99.9% los rastros de cualquier residuo agroquímico (Buchelli, 2014) además de otros residuos generales. Estos biodigestores después de estar limpios serán transportados para su reúso al fundo Agroecológico HECOSAN al igual que el Biol obtenido. Por otro lado, el biogás será almacenado en flotadores, y será medido en el gasómetro introduciendo el gas generado dentro del gasómetro.

3.2.8. Método de análisis de datos

El estudio hizo uso de un diseño experimental, específicamente el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro procesos de tres repeticiones cada uno. Se ha utilizado como unidad de experimento a los reactores, por ser aquella a la que se le aplica el tratamiento. El grupo de control está conformado por el T1, que presenta un 100% de agua miel y, los grupos experimentales son los tratamientos T2, T3 y T4, que presentan agua mieles en 12.5%, 25% y 50%, respectivamente.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 21, donde se realizaron pruebas de varianza (ANOVA), comparaciones múltiples (TUKEY) y homogeneidad para todas las variables.. Además, se realizaron análisis de varianza y homogeneidad para los valores de pH y temperatura, las que fueron evaluadas semanalmente durante la fase experimental del proyecto. En los casos en los que se obtuvieron valores significativos se realizaron pruebas de Tukey para calcular los valores de cada variable.

La prueba de Tukey es un método no paramétrico que se emplea para comprobar si existen diferencias entre las medias de dos tratamientos; específicamente, se analiza las varianzas de las muestras elegidas. Esta prueba se utiliza para poder discernir si los resultados son o no significativamente distintos.

Como criterio de análisis se tuvieron los siguientes parámetros:

- Si el nivel de significancia es superior a 0.05 se confirma que no existe una diferencia significativa. De esta manera se acepta la hipótesis nula.
- Si el nivel de significancia es inferior a 0.05 es válido afirmar que hay una diferencia significativa. De esta manera, se elige rechazar la hipótesis nula y se opta por aceptar la hipótesis alternante.

Para la representación de pruebas Tukey se usaron letras, de forma que “a” significa que se obtuvo una significancia, mayor al 0.05 del p valor, por lo que se confirma que no existen diferencias estadísticamente significativas. Por otro lado “b” significa que se logró una significancia menor al 0.05 del p valor, por lo que se confirma que existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 7.

Indicadores analizados estadísticamente durante la etapa inicial y final del proyecto

Indicadores	Itinerancia	Tratamiento y sus repeticiones
Nitrógeno	Tiempo inicial y final	
Fósforo	Tiempo inicial y final	
Potasio	Tiempo inicial y final	T1
Calcio	Tiempo inicial y final	T2
Magnesio	Tiempo inicial y final	T3
Sodio	Tiempo inicial y final	T4
Acido húmicos	Final	
Ácidos fúlvicos	Final	
Huminas	Final	
		T1
		T2
Coliformes fecales	Tiempo inicial y final	T3
		T4

Tabla 7. Indicadores analizados estadísticamente durante la etapa inicial y final del proyecto

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

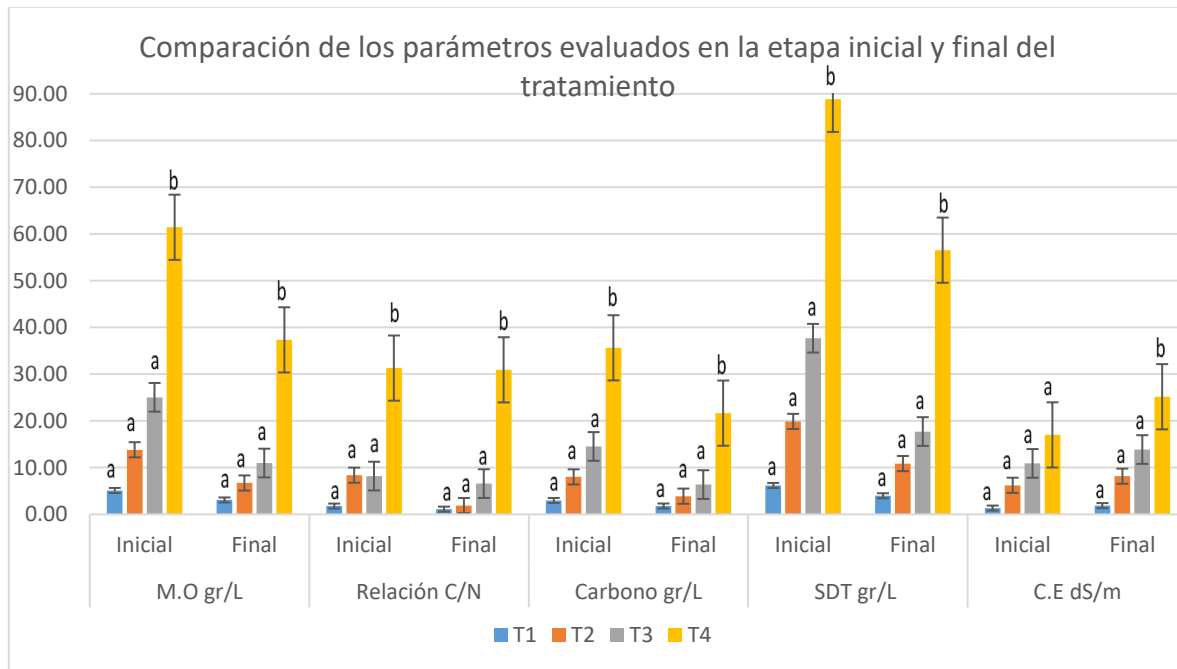
4.1 Caracterización de los tratamientos

El análisis de los tratamientos se llevó a cabo en el Laboratorio de Química de la UNALM. En el gráfico 1 se presenta el resumen de los resultados alcanzados.

Todas las tablas con los resultados de las pruebas estadísticas se encuentran dentro del anexo 10.4.

Gráfico 1.

Comparación de los parámetros evaluados en la etapa inicial y final del tratamiento



Fuente: Elaboración propia

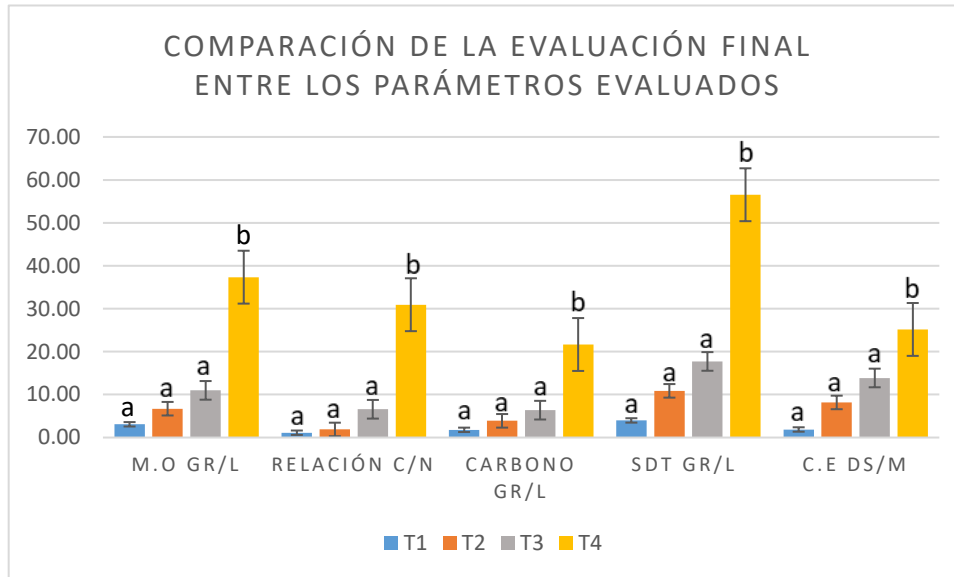
Gráfico 1. Comparación de los parámetros evaluados en la etapa inicial y final del tratamiento.

De acuerdo con el análisis estadístico aplicado para los parámetros de M.O, Relación C/N, Carbono, SDT y C.E se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Asimismo, en el gráfico 1, podemos observar una leve disminución en los parámetros de M.O, relación C/N, carbono y SDT en todos tratamientos, esto se debe a la digestión anaerobia donde la materia orgánica es transformada (Bautista. A 2010) y se inclina a descender, como consecuencia de su mineralización y de la pérdida de

carbono en forma de anhídrido carbónico (Zucconi et al., 1987). Por lo cual los parámetros de M.O, relación C/N y Carbono se ven afectados y disminuidos en todos los tratamientos.

Gráfico 2.
Variación de los parámetros evaluados entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Variación de los parámetros evaluados entre tratamientos.

De acuerdo con el gráfico 2, se puede apreciar que de entre todos los tratamientos fue el T4, el que obtuvo un mayor valor en los parámetros de M.O, Carbono y relación C/N, comparado al resto de los tratamientos 1, 2 y 3. Esto se debería al mayor porcentaje de materia orgánica que se empleó para cada tratamiento y su proceso de degradación, siendo para el T1 (0% de purín), para el tratamiento 2 (12.5% purín), el tratamiento 3 (25% purín) y finalmente el tratamiento 4 (50% de purín.)

Asimismo, el T4 fue el único que obtuvo una relación C/N de 30, el cual es un valor teóricamente óptimo de este parámetro para el compostaje, ya que se encuentra en el intervalo de 25-35 (Bueno, 2008). La relación C/N afecta a la velocidad del procedimiento y a la pérdida de amonio durante el compostaje (Bueno 2008).

Por otro lado, si los productos que son compostados tuvieran una relación C/N baja (siendo el caso de los tratamientos 1, 2 y 3) el compostaje se realizaría con mayor rapidez (Zhu, 2006). No obstante, se debe de tener cuidado con el exceso de N que se retira con amoniaco (Jhorar et al., 1991), ya que ello implica despilfarrar N, el nutriente indispensable de los cultivos. Asimismo, debe de tenerse cuidado porque el amoniaco es un gas con un considerable efecto invernadero, que genera un problema medioambiental (Hedegaard et al., 1996). Por ello, la importancia de obtener una relación C/N dentro de los intervalos considerados óptimos.

Observando el comportamiento del SDT, se pudo determinar que el tratamiento 4 nuevamente obtuvo el mayor valor a comparación con los demás tratamientos, esto se debería a que el estiércol de cerdo presenta una mayor carga orgánica, así como un mayor contenido de sólidos (Karina, 2009).

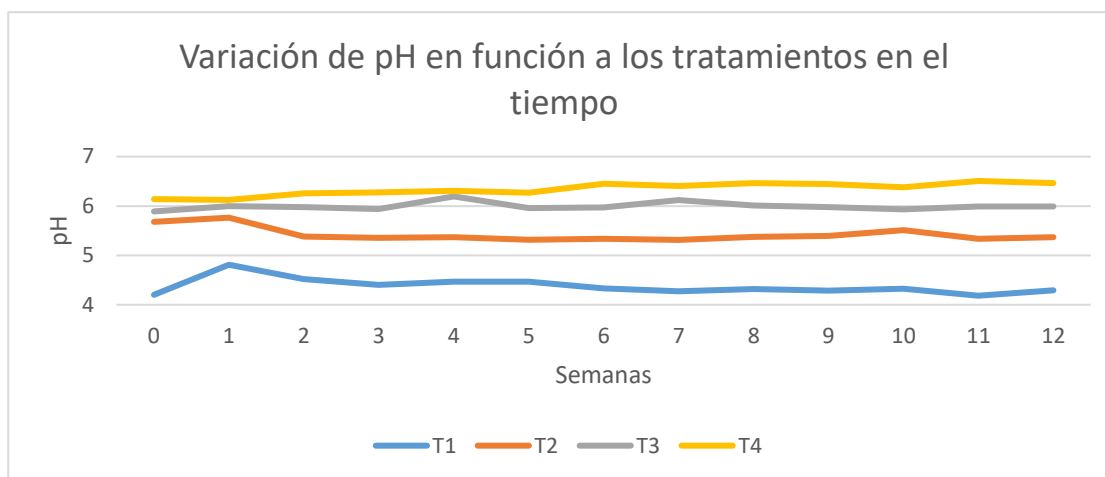
Por último, la capacidad conductora de electricidad de un compost está condicionada a la naturaleza y composición del material base (Sánchez et al., 2001). Es por ello por lo que los tratamientos T2, T3 Y T4, que contenían purín de cerdo, presentaron los valores más altos. De esta manera, como menciona Rodríguez (2015), los digeridos derivados del purín de cerdo presentan valores de conductividad eléctrica relativamente altos como consecuencia de su alto contenido de sales solubles. De otro lado, Cano (2016) determinó conductividades en biol porcino de 8,4

mS/cm, y explica que estos valores son equivalentes a sus bases intercambiables respectivas de sodio, potasio, calcio y magnesio, además de que el biol se puede emplear en suelos con salinidad baja o en cultivos resistentes a esta característica, a diferencia del tratamiento 1 que era netamente agua miel.

4.2. Comportamiento Temperatura y pH

Gráfico 3.

Variación de pH en función a los tratamientos en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Variación de pH en función a los tratamientos en el tiempo.

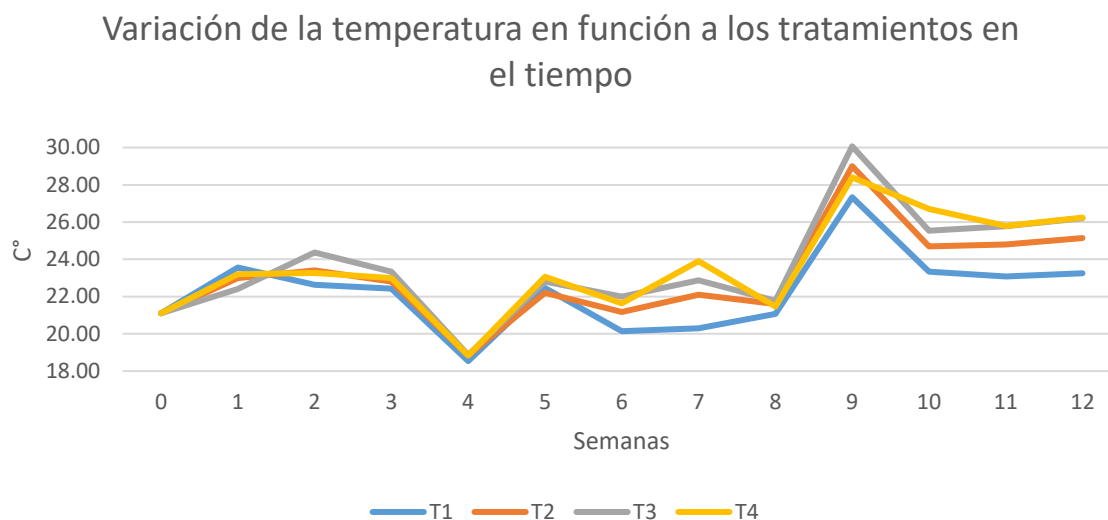
Respecto al gráfico 2 de acuerdo con el análisis estadístico se puede confirmar que existen diferencias significativas entre el tratamiento T1, con el resto de los tratamientos T2, T3 y T4. Sin embargo, no presentaron cambios significativos individuales en el tiempo.

Se pudo observar que el tratamiento 1 fue el que obtuvo el menor valor de pH, y por ende el más ácido, esto debido a que el total del sustrato era 100% agua miel del proceso del café, las cuales tienen como característica un pH ácido de 4 a 4.5 (Torres, 2019). Por otro lado, los tratamientos 2, 3 y 4 presentaron un pH más alcalino,

ya que estos fueron combinados con purín de cerdo, el cual tiene un valor promedio de pH de 7,69 (Buen, 2010). Demostrándose que existe una relación directamente proporcional entre el valor del pH y el purín de cerdo agregado.

Gráfico 4.

Variación de temperatura en función a los tratamientos en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Variación de la temperatura en función a los tratamientos en el tiempo.

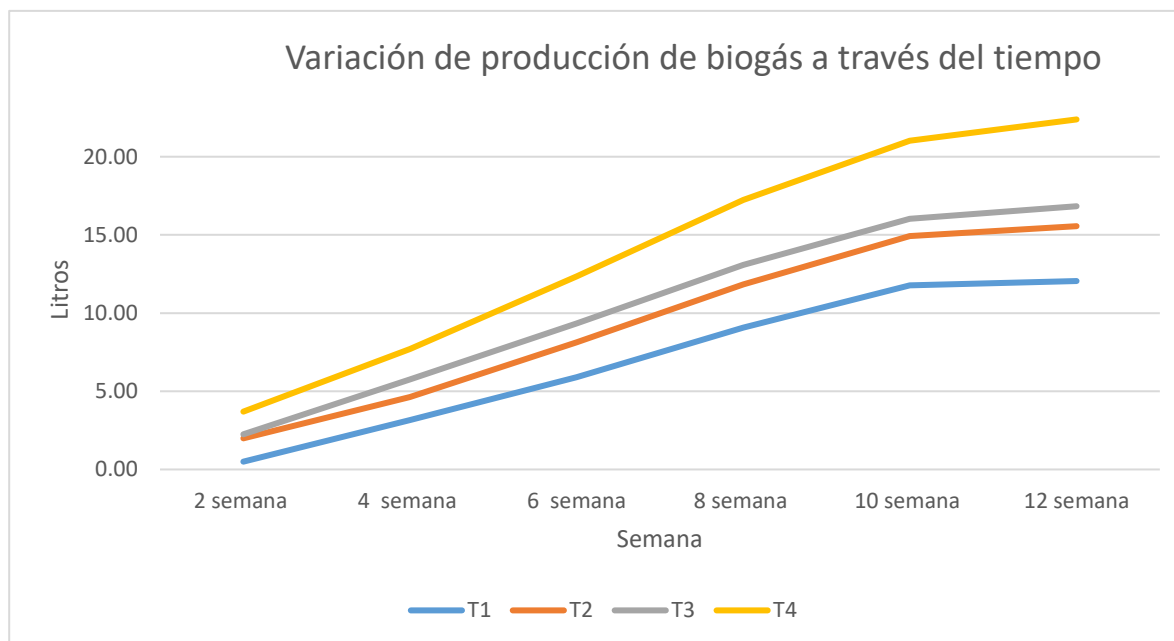
Respecto al gráfico 4, se puede determinar que la variación de temperatura en el tiempo para todos los tratamientos no ha tenido cambios significativos.

La principal influencia en cuantos a T° se ve que es por la temperatura ambiental. Sin embargo, si comparamos las T° entre tratamientos, se puede observar una muy leve diferencia entre el T1 con menor Temperatura y el T4 con mayor valor, esto se debería a que al tener menor cantidad de M.O en el tratamiento 1, no hay liberación de energía y la temperatura no sube (Quispe, 2015), en comparación con el tratamiento 4.

4.3. Producción de biogás

Gráfico 5.

Variación de producción de biogás a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

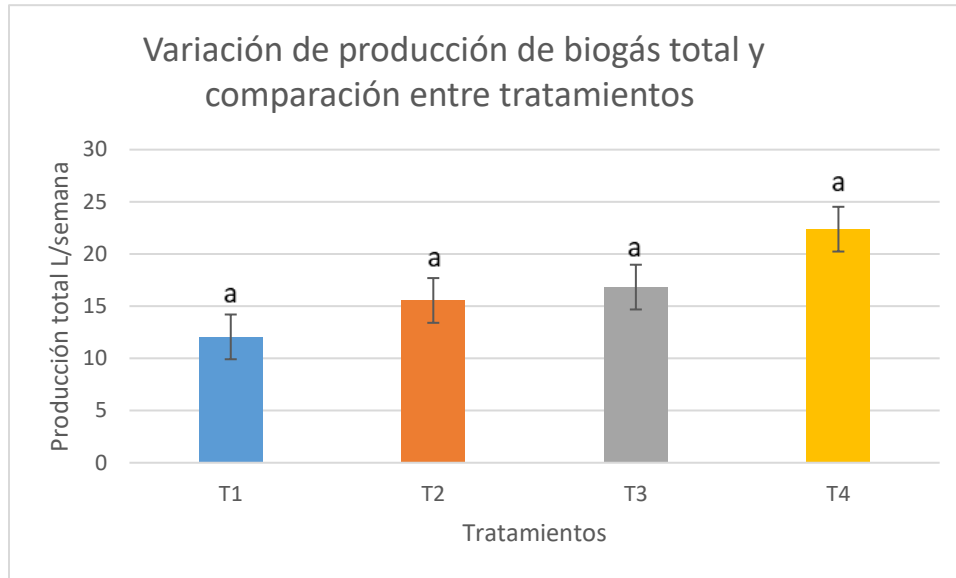
Gráfico 5. Acumulado total de la producción de biogás

Respecto al análisis estadístico se confirma que los tratamientos 1, 2 y 3 no presentan diferencias significativas entre ellas, pero, los tres casos, si presentan diferencias significativas respecto al tratamiento 4 para el total de producción de biogás.

Asimismo, en el gráfico 3 se puede observar, que todos los tratamientos tuvieron su mayor producción promedio de biogás durante las semanas 6 y 8. Posteriormente en la semana 12 empezó su decrecimiento en cuanto a la producción de biogás. Esto se debe a que luego del período de fermentación, al disminuir el contenido de las materias primas el rendimiento de biogás decae (MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF, 2011).

Gráfico 6.

Variación de producción de biogás total y comparación entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Variación de producción de biogás total y comparación entre tratamientos

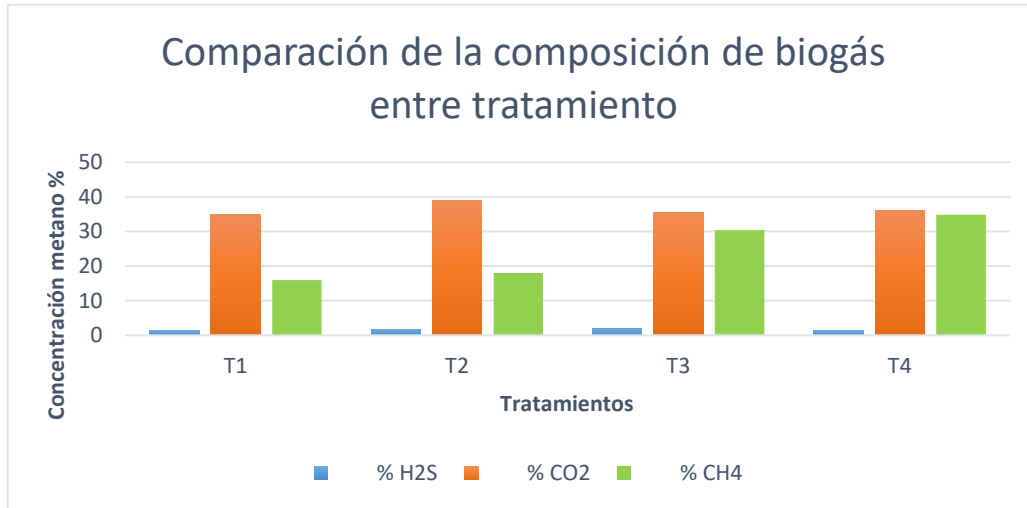
En el gráfico 6 se puede observar de acuerdo con el análisis estadístico aplicado que no existen diferencias relevantes entre los tratamientos.

Asimismo, comparando los 4 tratamientos. Se pudo determinar que el tratamiento 4 fue aquel que obtuvo los mayores valores de producción total de biogás en comparación con el resto de los tratamientos. Esto se debe a que el T4 fue el que tuvo una mayor concentración de purín de cerdo compuesto por 50 % de purín, seguido por el T3 con 25%, el T2 con 12.5% y finalmente en T1 con 0% de purín. De acuerdo con Angelidaki y Ahring, (1997) los remanentes ganaderos, en concreto el purín de cerdo, es una buena base para la co-digestión por presentar un elevado contenido en agua, a diferencia del resto de residuos industriales, además de aportar los nutrientes suficientes para el desarrollo de microorganismos anaerobios, y generara una mayor producción de biogás.

4.4. Composición del gas

Gráfico 7.

Comparación de la composición del biogás entre tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. Comparación de la composición del biogás entre tratamiento

En el gráfico 7 comparando nuestros resultados obtenidos, podemos determinar que todos los tratamientos se hallan en los rangos establecidos en cuanto a % de H₂S y CO₂; sin embargo, referente al % de CH₄ requerido, los 4 tratamientos tuvieron valores menores, siendo el T4 el de mayor valor con 34.8%, seguido por el T3 (35.6%), el T2 (18%) y por último en T1 (16%).

Esto podría tener una relación con la temperatura, ya que los efluentes de todos los biodigestores presentaron una temperatura que osciló entre los 21 y 30 C° lo cual sugiere que la temperatura interna de los biodigestores fue baja, de acuerdo con la Quincia (2011) sugiere que el estado preferible de la temperatura para la digestión anaerobia son las que se hallan en entre 30°C y 40°C.

Otro factor limitante presente en la digestión anaerobia es el pH, por afectar de forma directa a la actividad enzimática de los microorganismos. Las investigaciones consultadas revelaron que es usual que los microorganismos se desarrollen de manera óptima en pH entre 6.8 y 7.2, mientras que todos nuestros biodigestores presentaron un pH que osciló entre los 4 y 6.51. Martí (2006) indica que si el pH fuera menor que 6 se generaría un biogás pobre en metano, y por tanto de menor calidad energética.

Por otro lado, comparando los tratamientos se pudo observar que el tratamiento 1 (16%) y T 2 (18%) fueron los que produjeron menor cantidad de metano, mientras que el T3 (25% purín) y T4 (50% purín) obtuvieron los mayores valores de producción de este gas. De esta forma se puede determinar que existe una relación directamente proporcional entre el % de purín utilizado con la producción de metano en los biodigestores. Esto coincide con lo que menciona García (2014) quien determino que con un alto volumen de estiércol se produce más biogás. Y por otro lado un mayor volumen de agua de despulpado (agua miel), no aporta a la mayor producción de biogás.

4.5. Composición de biol

4.5.1 Macronutrientes primarios

Los macronutrientes más importantes son el nitrógeno, el fósforo y el potasio; para esta investigación se hallaron los valores de cada uno de los nutrientes por cada tratamiento y sus respectivas reiteraciones. Estas estimaciones fueron se analizaron estadísticamente para obtener sus valor promedio y sus significancias.

Tabla 8.

Macronutrientes primarios

Tratamiento	Nitrógeno	p	Fósforo	p	Potasio	p
T1	1600.67	a	57.32	a	2202	a
T2	2073.56	a	186.81	a	7237	a

T3	1135.56	b	318.92	b	11398	b
T4	1093.56	b	441.43	b	18794	b

Fuente: Elaboración propia

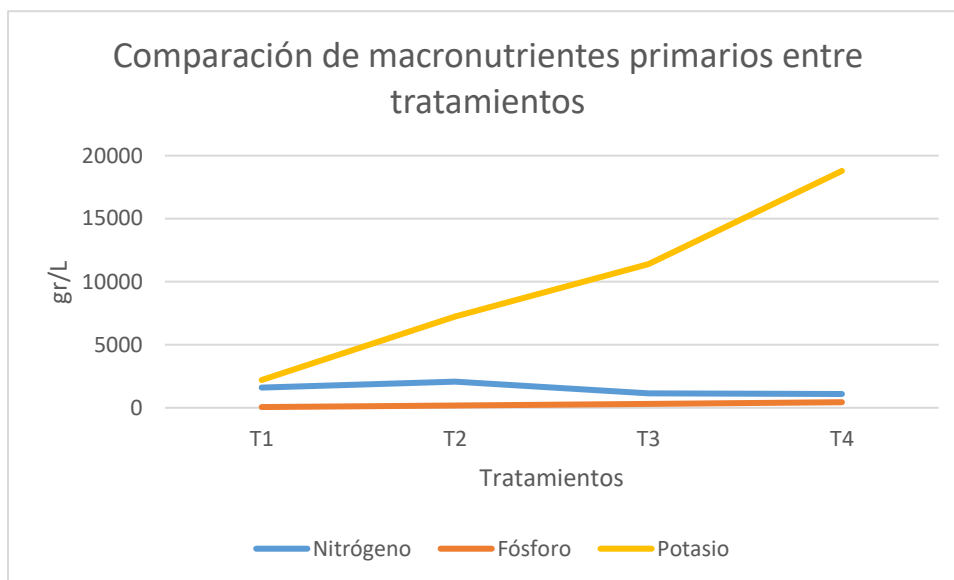
Tabla 8. Macronutrientes primarios

La tabla 8 evidencia un leve decrecimiento en los parámetros de nitrógeno y fosforo en todos los tratamientos, esto es resultado a la eliminación del nitrógeno a través de la desnitrificación, la cual se da en condiciones anóxicas, donde previamente el nitrato se ha convertido en nitrito y posteriormente en nitrógeno gas, el cual pudo escaparse durante las mediciones de volumen de biogás. Asimismo, Velázquez (2012) menciona que un aspecto común en los procesos anaeróbicos es que el contenido de fósforo al final del proceso debe ser menor al contenido inicial.

Teniendo en consideración que la cantidad del fósforo se reduce cuando aumenta el pH, el añadir fósforo soluble explicaría el decrecimiento del contenido de Fósforo al término de la producción de biol, precisamente cuando el pH en los bioles se encamina hacia la neutralidad. Esta conclusión es coherente con lo indicado por Bonten et al. (2014), para quienes el incremento del pH en el efluente líquido (comparado con el estiércol) reduce la fracción de fósforo presente durante la digestión. Así, en la etapa final, el fósforo que estaba en la solución puede precipitarse o sedimentarse al formar parte de otros complejos (quelatos).

Gráfico 8.

Comparación de macronutrientes primarios entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Comparación de macronutrientes primarios por tratamiento

En el gráfico 8, podemos observar que los parámetros de Nitrógeno y Fósforo no presentaron cambios significativos en los 4 tratamientos. Caso contrario con el parámetro Potasio, el cual tuvo un considerable aumento en el tratamiento 4, a diferencia del resto de los tratamientos. Esto se debería a que según Agaibar (2010) el potasio está contenido casi exclusivamente en las orinas, por ello podríamos estimar que la materia prima que se usó en el proyecto fue en mayor cantidad orinas y menor cantidad excremento.

4.5.2 Macronutrientes secundarios

Tabla 8.

Macronutrientes secundarios

Tratamiento	Calcio	p	Magnesio	p	Sodio	p	Carbono	p
T1	1392.78	a	282.56	a	238.89	a	1786.67	a
T2	3705.56	a	1351.11	a	3044.44	b	3890	b
T3	4838.89	a	2755.56	a	4311.11	b	6370	b

T4	15183.33	b	4666.67	b	2866.67	b	21663.33	c
----	----------	---	---------	---	---------	---	----------	---

Fuente: Elaboración propia

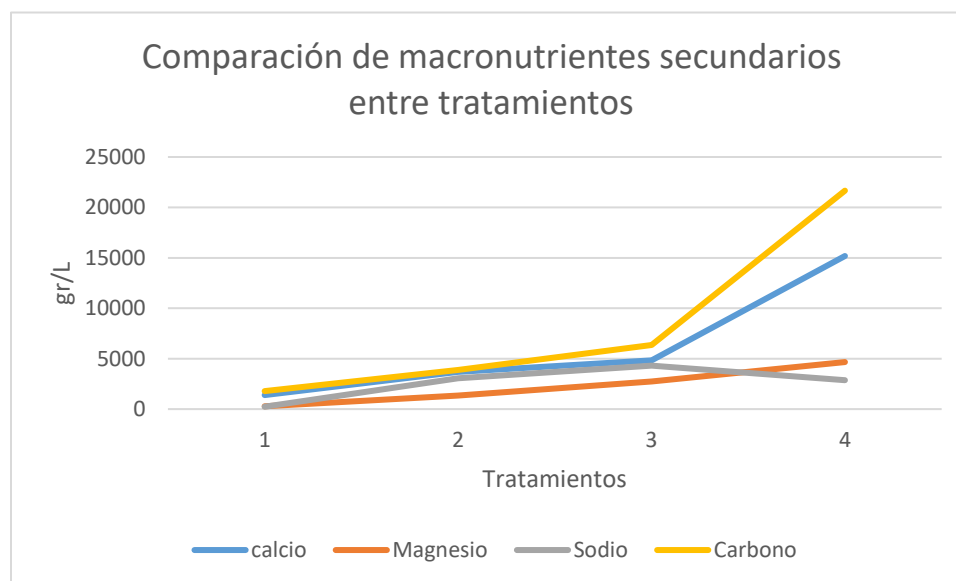
Tabla 9. *Macronutrientes secundarios*

Respecto al análisis estadístico de los parámetros de Calcio, Magnesio, Sodio y Carbono se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 p valor, por lo que se confirma que existen diferencias significativas.

En el caso de la condensación de potasio, calcio, magnesio y sodio se observó en el gráfico 8 que su condensación se incrementa según se agrega purín de cerdo en todos los tratamientos. Esto se complementa con lo propuesto por Cajamarca (2012), que los purines de cerdos presentan calcio, azufre, magnesio y oligoelementos. De esta manera se verifica una relación sinérgica y positiva resultante de adicionar purín de cerdo al agua miel.

Gráfico 9.

Comparación de macronutrientes secundarios entre tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9. *Comparación de macronutrientes secundarios por tratamiento*

4.5.3 Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina

Tabla 10.

% ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas por tratamiento

%	A. húmicos	Sig.	A. fúlvico	Sig.	Humina	Sig.
T1	0.01	a	0.02	a	0.11	a
T2	0.02	a	0.05	a	0.18	a
T3	0.07	a	0.09	a	0.25	a
T4	0.05	a	0.2	a	1.17	b

Fuente: Elaboración propia

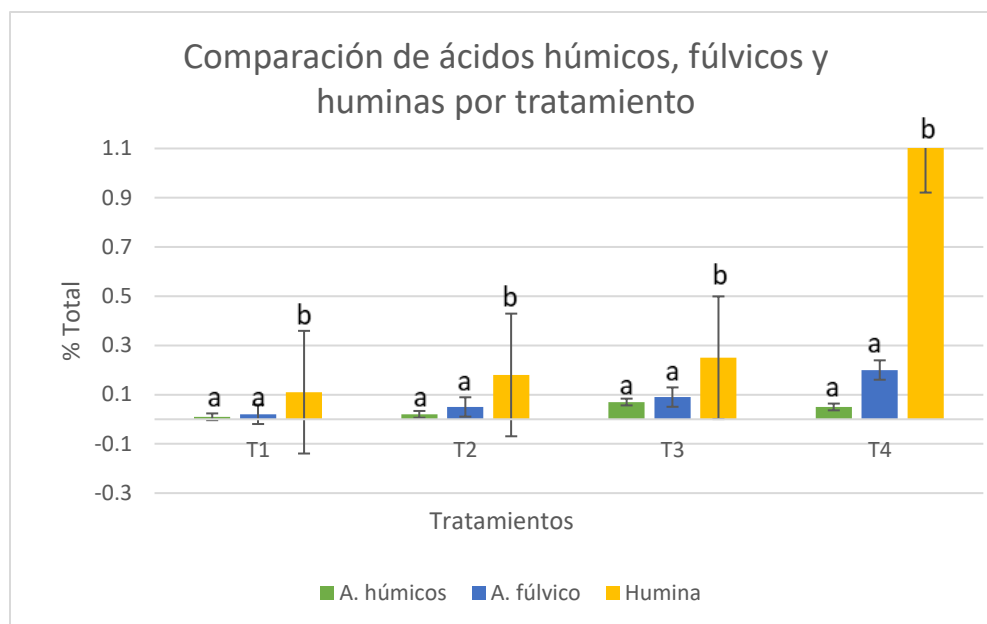
Tabla 10.Total Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina por tratamiento

Respecto al análisis estadístico para los parámetros de Ac. fúlvicos, húmicos y huminas se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

En el gráfico 10 se evidencia un bajo valor de ácido húmicos y fúlvicos en todos los tratamientos, esto se debería a que se requería un mayor tiempo de digestión del sustrato, ya que las sustancias húmicas son componentes del producto final de la descomposición de la materia orgánica, en conjunto con los componentes mineralizados (Rodríguez, 2016). Pudiendo comprobarse esto, al ver que el biodigestor seguía produciendo gas aún después de cumplir las 12 semanas.

Gráfico 10.

Comparación de ácido húmicos, fúlvicos y huminas por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10. Comparación de ácido húmicos, fúlvicos y huminas por tratamiento

Asimismo, también se pudo determinar que la concentración de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas de los tratamientos valorados lograron una correspondencia sinérgica positiva al incrementar la proporción de purín de cerdo entre los tratamientos; esto es razonable porque existe una mayor aglomeración de estos elementos en el estiércol (Shimabukuro, 1996). Es por ello por lo que el T4 fue el que obtuvo los valores más alto.

4.6 Reducción de Coliformes fecales

Tabla 11. Comparación de los parámetros evaluados en la etapa inicial y final del tratamiento (NMP/ml)

Tratamientos	Coliformes fecales		% Remoción
	Inicial	Final	
T1	150	2	99%

T2	1100000	2.35	99%
T3	1100000	3.79	99%
T4	40000	2	99%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Comparación de los parámetros evaluados en la etapa inicial y final del tratamiento (NMP/ml)

Tabla 12.

Presencia de E. Coli & Salmonella (NMP/ml)

E. Coli	Salmonella	% Remoción
Final	Final	100%
2	0	100%
2.35	0	100%
3.79	0	100%
2	0	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Presencia de E. Coli & Salmonella (NMP/ml)

Se puede observar en la tabla 10 que hubo una remoción de coliformes fecales de casi el 99% en los cuatro tratamientos, este resultado coincide con la investigación de Molina y Cisneros, donde se utilizó lodo de purga, que fue sometido a un pre- tratamiento térmico y digestión anaerobia mesofílica, y se logró una remoción de 100% de los Coliformes Fecales (Molina et al., s. f). Con estos resultados todos los tratamientos cumplen con los Límites Máximos Permisibles del DS 020 - 2021. Asimismo, se halló valores menores de los límites referente a la presencia de E. Coli y no se halló presencia de Salmonella.

4.7 Sobre la generalización de los resultados

Esta investigación utilizó como población objetivo a la cooperativa cafetalera Valle Ubiriki ubicado en el distrito de Pichanaki de la provincia de Chanchamayo; y, las granjas de porcino ubicado en Centro poblado Torre blanca – Distrito de Carabayllo Esta granja es

propietaria de un promedio de 200 cerdos, y la cooperativa trabaja 1772.5 hectáreas de café en producción. Estas organizaciones son buenas representantes de cada una de sus actividades; asimismo, es similar la cantidad de aguas mieles generadas del lavado de café y, el purín obtenido por cada cerdo. Es decir, es muy probable que el rendimiento de aguas mieles por hectáreas y el purín obtenido por cerdo sea el mismo independientemente del lugar de producción. Por tanto, es razonable inferir que los resultados son generalizables.

Asimismo, considerando lo anteriormente expuesto; al considerar la coyuntura de las organizaciones, y los parámetros de cada una, como la medición de tiempos, y recursos. No es lógico creer que los tiempos vayan a presentar diferencias significativas, puesto que todos están expuestos a las mismas condiciones. Por tanto, nuevamente, se puede inferir que los datos son generalizables a cualquier organización.

4.8 Soluciones a las hipótesis

4.8.1 Solución a la hipótesis general

La hipótesis principal de esta investigación propuso que el uso de aguas mieles y purín de porcino tiene un impacto positivo en la calidad de biogás y el biol generado. Esto se confirmó a través de los resultados obtenidos sobre los parámetros cinéticos: pH, conductividad eléctrica, temperatura y sólidos totales, y sobre los macronutrientes y micronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, relación C/N, carbono, calcio, magnesio), y en la elaboración de biogás y composición de metano de los tratamientos.

Sobre los tratamientos realizados, fue el T4, el que obtuvo un mayor valor en los parámetros de M.O, Carbono y relación C/N, comparado al resto de los tratamientos (1, 2 y 3); esto responde al mayor porcentaje de materia orgánica que se empleó para cada tratamiento y su proceso de degradación; siendo para el T1 0% de

purín, para el tratamiento 2 un 12.5% purín, el tratamiento 3 un 25% purín y, finalmente, el tratamiento 4 un 50% de purín.

Asimismo, este último tratamiento obtuvo una relación C/N de 30, un valor teóricamente óptimo para el compostaje, ya que se encuentra en el intervalo de 25-35 (Bueno, 2008). La relación C/N influye en la celeridad del experimento y a la pérdida de amonio mientras se realiza el compostaje (Bueno 2008). Además, el tratamiento 4 obtuvo los mayores valores de producción total de biogás V comparación con el resto de los tratamientos. De acuerdo con Angelidaki y Ahring (1997) los remanentes ganaderos, y en concreto el purín de cerdo, son una base sugerible para la co-digestión por presentar un mayor volumen de agua que los demás residuos industriales y por contener los nutrientes imprescindibles para el desarrollo de microorganismos anaerobios, lo cual genera una mayor producción de biogás.

En lo referente al porcentaje de metano requerido, los 4 tratamientos presentaron presencia de metano, siendo el T4 el de mayor valor con 34.8%, seguido por el T3 (35.6%), el T2 (18%) y por último en T1 (16%).

4.8.2 Solución a la hipótesis específica 1

La proposición de la hipótesis 1 afirma que la relación carbono/nitrógeno óptimo tiene una influencia positiva en la calidad de biogás generado. Para la comprobación de este enunciado se revisó el trabajo de Dioha (2013), quien señala que la productividad óptima de biogás posee una relación C / N de 20 -30: 1; donde el cambio de los valores C / N influye en el pH de una suspensión. Esto se debe a que el incremento del contenido de carbono generará un incremento del dióxido de carbono y un valor de pH más bajo, entretanto un mayor valor del nitrógeno generará

mejoras en la generación de gas amoniacado e incrementaría el pH en perjuicio de los microorganismos.

Para este trabajo, se asistió al Laboratorio de Química de la UNALM, en donde se realizó un análisis estadístico aplicado para evaluar la Relación C/N, y se verificó que existen diferencias significativas entre los tratamientos propuestos. Asimismo, se determinó que la reducción de la relación C/N responde a la digestión anaerobia, donde la materia orgánica es transformada (Bautista, A 2010) y tiende a descender por su mineralización y el detrimento del carbono en modo de anhídrido carbónico (Zuconi et al., 1987). Según el gráfico 2, el T4 obtuvo un mayor valor en la relación C/N, comparado al resto de los tratamientos 1, 2 y 3. Esto se debería al mayor porcentaje de materia orgánica que se empleó para cada tratamiento y su proceso de degradación, siendo para el T1 (0% de purín), para el tratamiento 2 (12.5% purín), el tratamiento 3 (25% purín) y finalmente el tratamiento 4 (50% de purín.). El T4 fue el único que obtuvo una relación C/N de 30, el cual es un valor teóricamente óptimo de este parámetro para el compostaje, ya que se encuentra en el intervalo de 25-35 (Bueno, 2008). Considerando esta información, se puede afirmar que los productos compostables presentan una relación C/N baja, por lo que el compostaje se ejecuta rápidamente (Zhu, 2006). Es decir, la relación carbono/nitrógeno óptimo afecta positivamente a la calidad de biogás generado.

4.8.3 Solución a la hipótesis específica 2

El enunciado de la segunda hipótesis propuso comprobar si la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado. Para ello, se realizó una prueba para determinar el porcentaje de ácidos fúlvicos, húmicos y huminas presentes en los tratamientos. En la tabla 10 se evidencia que el porcentaje

de ácidos fúlvicos, húmicos y huminas en los tratamientos, para todos los casos, es menor de 0.07 para ácidos húmicos, menor a 0.2 para ácidos fúlvicos y, menor a 1.17 para humina. En este último caso, solo el tratamiento 4 obtuvo un porcentaje mayor al 1%, todos los otros casos alcanzaron valores menores a 0.25. Con estos resultados, se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

De otro lado, en el gráfico 10 se percibe un bajo valor de ácido húmicos y fúlvicos en todos los tratamientos, como resultado de la necesidad de más tiempo de digestión. De otro lado, se comprobó que existe una relación sinérgica positiva cuando está presente una mayor cantidad de purín de cerdo. Con ello se puede afirmar que la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado.

4.8.4 Solución a la hipótesis específica 3

La hipótesis específica 3 plantea que la presencia de patógenos es relevante en la calidad del biol generado. La ausencia de patógenos suele ser inapelable para garantizar la calidad del biol obtenido. Sin embargo, existen posiciones en la que ello no necesariamente se cumple; por ello, para constatar esta premisa se analizó la presencia de E. Coli y Salmonella (NMP/ml); donde, en la tabla 11 se evidencia que la remoción de los coliformes fecales se realizó hasta en un 99%, y se determinó que no existe presencia de Salmonella, lo que armoniza con el trabajo de Molina et al. (s.f.).

V. CONCLUSIONES

- H1: El uso de aguas mieles y purín de porcino tiene una influencia positiva en la calidad de biogás y el biol generado.

Primera conclusión. – En lo referido a los macronutrientes de los bioles, el T4 fue el que logró el mayor valor de P (441.43 mg/L), K (18794 mg/L), Mg (4666 mg/L), Ca (15183.33 mg/L) y C (21663.33 mg/L). Además, se determinó que los tratamientos que presentan una mayor cantidad de purín de cerdo tienen mayores valores de P, K, Ca, y Mg. De forma similar, con mayores niveles de agua miel, se elevan los valores de Na y N.

Además, de acuerdo a los parámetros de los macronutrientes en bioles, el T4 alcanzó los valores necesarios de N (> 700 mg/L), P (> 170 mg/L) y K (> 170 mg/L). Según el contenido de Ca, los tratamientos T2, T3 y T4 alcanzaron más de 1800 mg/L, por lo que se verificó el valor imperioso de este nutriente. El único tratamiento que no cumplió fue el T1. Finalmente, se concluye que el desatacado tratamiento de biol y biogás fue el T4; por demostrar la escasez de coliformes fecales, mayor producción de gas, mayor concentración de metano y buen contenido de nutrientes.

1.5. Hipótesis Específicas

Primera conclusión. - La mayor producción de biogás y relación carbono/nitrógeno se presentó en el T4, por lo que se confirma que la mejor alternativa de provecho para la elaboración de biogás utilizando agua miel y purín de cerdo es: 50% agua miel + 50% purín de cerdo.

Segunda conclusión. - La concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado. Esto se demostró con el tratamiento 4 el cual obtuvo el mayor valor respecto a las macronutrientes y micronutrientes en comparación con el resto, comprobándose que existe una relación sinérgica positiva cuando está presente una mayor concentración de ácidos húmicos y fúlvicos, asociado a un mayor concentración de purín de cerdo.

Tercera conclusión. - Con respecto al contenido de las sustancias húmicas de los bioles, el T4 fue el que obtuvo el mayor valor en ácido fúlvico (0.2 %) y humina (1.17 %). Sin embargo, el mayor contenido de ácido húmicos lo obtuvo el T3 (0.07 %).

La presencia de patógenos es relevante en la calidad del biol generado.

Cuarta conclusión. - Los cuatro tratamientos estuvieron dentro de los parámetros establecidos en el D.S. 020 - 2021; lo que garantiza la inocuidad en los bioles logrados respecto a los parámetros de coliformes fecales.

VI. RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos, se recomienda:

- Primera recomendación. - Utilizar el biol generado para realizar ensayos sobre efectos en el crecimiento y mejora de las plantas. De esta forma poder evaluar sus competencias frente a productos del mercado.
- Segunda recomendación. - Cada dos semanas al medir el volumen de gas capturado en la cámara de llanta, se recomienda hacer una prueba visual para verificar que la cámara no presente fisuras ni fugas.
- Tercera recomendación. – Llevar a cabo la valoración económica del biol producido, para identificar su nivel de aplicabilidad en el campo.
- Cuarta recomendación. - Se recomienda buscar alianzas con municipios y/o gobiernos regionales, para poder ejecutar programas de capacitación acerca de metodologías (biodigestores) para el correcto manejo de sus aguas residuales. De esta forma se busca educar y comprometer a los agricultores y criadores de porcinos, acerca de la importancia de la disposición de residuos y los beneficios que estos pueden otorgarles.

- Quinta recomendación. - Se recomienda investigar posibles aplicaciones para el gas metano producido durante el proyecto, el cual pueda ser reutilizado dentro del proceso de producción, cumpliendo la secuencia de economía circular.
- Sexta recomendación. - Es muy importante ejecutar un levantamiento de data acerca del volumen de agua residual que se genera, espacio en el cual será instalado el biodigestor, rutas de acceso hacia el reactor, aliados, recursos económicos, entre otros. Esto con el objetivo de poder realizar un proyecto sostenible, y que pueda mantenerse en el tiempo.

VIII. REFERENCIAS

- Aliaga, L. (Diciembre de 2006). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5651/1/IAD-2006-T002.pdf>
- Alvarez, J., Hugh, S., Nicanor, C., & Manuel, L. (2011). *Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3613/361333623005.pdf>
- Balseca, D., & Cabrera, J. (Noviembre de 2011). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/454/1/IAD-2011-T004.pdf>
- Bautista, A. (2010). *Repositorio Universidad Carlos III de Madrid*. Obtenido de <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/id/45617/PFC/>
- Berrocal, M., Alvitrez, E., Carrión, F., & Peña, G. (2017). *Repositorio Tesis PUCP*. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9989/BERROCAL_ALVITREZ_PLANEAMIENTO_CAFE_JUNIN.pdf?sequence=1
- café, S. L. (2016). *Revista el cafetalero*. Obtenido de https://issuu.com/revistaelcafetalero/docs/manual_para_sistema_de_tratamiento
- Coronel, J (2014). Diseño y construcción de un reactor tipo batch para el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1006/1/%E2%80%9CDise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20un%20reactor%20tipo%20batch%20C%20Universidad%20Internacional%20SEK%E2%80%9D.pdf>

- Denisse, B., & Juan, C. (2011). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/454/1/IAD-2011-T004.pdf>
- Elizabeth, V., Pedro, M., Georgina, F., Roger, M., & Aldo, M. (2014). *BVSDE*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/mexico/01562e14.pdf>
- Flores, P. (2003). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4787048.pdf>
- Gutierrez, J. R. (2014). *Repositorio Universidad Pedro Ruiz Gallo*. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/21/BC-TES-3626.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernandez C., Baptista, Maríz., (2010) Metodología de la investigación. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/...investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion%20n%...>
- INEI. (Febrero de 2018). *INEI*. Obtenido de http://m.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/04-informe-tecnico-n04_produccion-nacional-feb2018.pdf
- Luis, B., Fernando, M., Jessenia, C., (2014). Diseño mecanico de una máquina de inutilización de envases de agroquímicos. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-48212014000300003&script=sci_arttext
- Martínez, M. (2015). *REDALY*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2033/203342741007.pdf>

- MINAGRI. (Agosto de 2018). *MINAGRI*. Obtenido de http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-ganadera/prod-agricola-ganadera-iii-trimestre2017_131217.pdf
- Morales, C., & Mejía, C. (2015). *Ridum*. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2521/Biodigestor%20tratamiento%20mezcla%20agua%20mucilago%20de%20cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Padilla, M. (Setiembre de 2006). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Q70-9265.pdf>
- Payán, C. (2011). *Repositorio Universidad católica de manizales*. Obtenido de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/300/Claudia%20Ines%20Payan%20Bastidas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ramírez, S. (2012). *Repositorio Universidad Tecnica de Ambatos*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3063/1/SBQ.29.pdf>
- Rodríguez, N. (s.f.). *BVSDE*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>
- Salazar, J. (2012). *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Obtenido de https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/ESTIMACION%20DEL%20VOLUMEN%20DE%20LAS%20AGUAS%20RESIDUALES%20VERTIDOS%20A%20LA%20CUENCA%20DEL%20RIO%20EN%20TAZ.pdf
- Sanchez, L. (2016). *ISSU*. Obtenido de https://issuu.com/revistaelcafetalero/docs/manual_para_sistema_de_tratamiento_

Stephanie, G., & Dany, G. (2015). *CEINCAFE*. Obtenido de http://www.ceincafe.org.pe/sites/default/files/recursos/archivos/pdf/dgarciasgalluser_solidaridad.pdf

Castañeda, A., & Gallo, M. (2017). *Influencia del medio de crecimiento de lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgais en la obtención de ácido láctico a partir del afrecho de café y cáscara de mandarina.* Obtenido de http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8964/CastanedaAlvarado_E%20-%20GalloVillacorta_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lijarza Y., (2017). *Producción de biogás a partir del estiercool de ganado vacuno y gallinaza durante el proceso de digestión anaerobia a escala de laboratorio.* Obtenido de https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRODUCCION%20DE%20BIOGAS%20A%20PARTIR%20DEL%20ESTIERCOL%20DE%20GANADO%20VACUNO%20Y%20GALLINAZA%20DURANTE%20EL%20PROCESO%20DE%20DIGESTION%20ANAEROBIA%20A%20ESCALA%20DE%20LABORATORIO.pdf

Castellar, G., Cely M., Cardozo B., Rosales C., (2017). *Aprovechamiento de la borra de café paa la producción de carbón activado y su evaluación en la adsorción del colorante azul marino directo.* Obtenido de <http://revistas.unicordoba.edu.co/conferencias/index.php/siga/2017/paper/viewFile/137/129>

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22368/1/T-UCE-0012-FIG-030-P.pdf>

- Saldarriaga (2010), *Remoción simultánea de carbono, nitrógeno y fósforo de aguas residuales en un sistema híbrido uct modificado. Obtenido de:* <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v77n162/a05v77n162.pdf>
- Marintes (2018) *Tratamiento y utilización de efluentes instalaciones de biogás como abonos orgánicos, revisión y análisis. Obtenido de:* http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-5785201800020001
- Gonzales J. & Segovia M (2017) *Efecto de cuatro pretratamientos en la digestión anaeróbica y la remoción de nutrientes de efluentes, de un sistema de recirculación acuícola Obtenido es:* https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2017000200004&lng=en&nrm=iso
- Gonzales E. (2019) *Puesta en marcha de un reactor anaerobio de lecho fijo con flujo ascendente para desnitrificación autótrofa de aguas residuales provenientes de un biodigestor de purines de cerdo Obtenido en:* <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46592>
- Rustrian E. & Hernandez A. (2015) *Estudio de la influencia de la relación C/N en la desnitrificación y metanogénesis de aguas residuales en un reactor anaeróbico de lecho fluidizado inverso. Obtenido en:* https://oa.upm.es/36384/1/Gabriela_Garcia_Rodriguez.pdf
- Cabos J. & Bardales C. (2019) *Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. Obtenido en:* <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n3/a21v26n3.pdf>
- Bueno, P. (2008) *Factores que afectan al proceso de Compostaje. Obtenido en:* <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Guerrero, D (2012). *Producción de biogás. Obtenido en:* <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147960/Guerrero->

%20Producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s%20%282012%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paucar, L. (2015) *"Producción y evaluación de la calidad de biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A Velebit SAC ubicada en el distrito de Lurigancho - Chosica."* Obtenida en:

[http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2153/P06-P3-](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2153/P06-P3-T.pdf.txt;jsessionid=ABDDF09B18F79504CD53A970762DD304?sequence=3)

[T.pdf.txt;jsessionid=ABDDF09B18F79504CD53A970762DD304?sequence=3](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2153/P06-P3-T.pdf.txt;jsessionid=ABDDF09B18F79504CD53A970762DD304?sequence=3)

Valenzuela, L., Villarea, A., Arango, A., Serna, J. (2019) *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café.* Obtenido en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v32n2/2145-8480-rion-32-02-59.pdf>

Servicio nacional de sanidad agraria del Perú. (2021) *"Cajamarca, Junín y San Martín son las regiones con mayor producción de café para exportación."* Obtenido en: <https://www.gob.pe/institucion/senasa/noticias/513753-cajamarca-junin-y-san-martin-son-las-regiones-con-mayor-produccion-de-cafe-para-exportacion>

Navarro, N. (2017) *Potencial técnico para la producción de biogás, generado a partir de residuos orgánicos producidos en la comuna de independencia.* Obtenido en: <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Navarro%20Natalia.pdf>

Guillén, R. & Rivas, O (2011) *Producción de metano a partir de desechos orgánicos generados en el Tecnológico de Costa Rica.* Obtenido en : file:///C:/Users/jose_/Downloads/Dialnet-ProduccionDeMetanoAPartirDeDesechosOrganicosGenera-4835629.pdf

García, N. (2014). *Influencia de la pulpa y agua de despulpado del caf~ (coffea arabica) sobre la producción de biogás con estiércol de bovino.* Obtenido en: http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1006/FIA_150.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, A. (2017). *Características físicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas.* Obtenido en:

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2792/F04-D5335-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAM (2008). Aprueban los estándares nacionales de calidad de agua. Obtenido en: https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf

C. A. Grant, D. N. Flaten, D. J. Tomasiewicz, and S. C. Sheppard (2000). *The importance of early season phosphorus nutrition.* Obtenido en: <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/P00-093>

RODRIGUEZ, N., & Zambrano, D. A. (2013). *Los subproductos del café: fuente de energía renovable.* Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

Gamboa, O. (2004) Dimensionamiento y costeo de un reactor anaerobio de media bolsa a nivel de planta piloto para la producción de biogás a partir de aguas mieles de café.

Villagómez, D. (2014). *Elaboración de bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la Maná, provincia de Cotopaxi* (Bachelor's thesis, Quito: UCE.).

Orozco, P. (2003). Arranque y puesta en marcha de un reactor metanogénico tipo UAF para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café. *Ingeniería Química.*

X. ANEXOS

10.1 Convenio cooperación Cooperativa Agraria Cafetalera Sostenible Valle Ubiriki

CONVENIO DE COOPERACION RECIPROCA

Conste por el presente Convenio de Cooperación Recíproca Profesional, que celebra de una parte: la **COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA SOSTENIBLE VALLE UBIRIKI** con RUC N° 20486267934; representada por su Gerente General señor Israel Alexs Gómez Chávez, identificado con DNI N 20582628; a quien en adelante se le denominará LA EMPRESA; y, de la otra parte la persona de **KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ**, identificado con DNI N° 47854680, con domicilio en la calle Tambo Real N° 295 – Sta. Victoria – distrito de Sgo. de Surco – Lima, a quien en adelante se denominará LA TESISISTA, estando a su condición de alumna egresada de la Universidad Científica del Sur, con RUC N° 20421239275, con sede en la carretera Antigua Panamericana Sur Km. 19 - Villa El Salvador – Lima, de acuerdo a los términos y condiciones siguientes:

CONDICIONES GENERALES:

A. LA EMPRESA:

Razón Social: COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA SOSTENIBLE VALLE UBIRIKI-PICHANAKI.
RUC: 20486267934
Domicilio: Carretera Marginal Km. 61, Pichanaki – Chanchamayo - Junín.
Actividad Económica: "Producción de Cafés Especiales con responsabilidad ambiental y social
Representante: Gómez Chávez Israel Alexs – Gerente General.
DNI del Representante:20582628

B. LA TESISISTA

Nombre: KAROLAYNE VASQUE VASQUEZ
DNI: 47854680
Fecha Nac. [REDACTED]
Domicilio: [REDACTED]
Situación Universitaria: Bachiller en Ing. Ambiental.
Centro de Formación: Universidad-Científica-del-Sur-Lima.
Especialidad : Ingeniería Ambiental

D. CLAUSULAS DEL CONVENIO:

PRIMERO: LA BACHILLER KAROLAYNE VASQUEZ VASQUEZ, identificada con Código de Alumno N° 100002986, en su condición de alumna egresada de la especialidad de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Científica del Sur con sede en la carretera Antigua Panamericana Sur Km. 19 - Villa El Salvador-Lima; tiene aprobado un proyecto de tesis por dicha casa de estudios, relacionado a la "Generación de Biogás a partir de la Co- Digestión de Aguas Mieles y Purín de Porcino", la cual ha sido aprobada mediante Resolución 342-2018-PRE11 de fecha 21 noviembre 2019, estando como objetivo de estudio y análisis, las aguas mieles producto del lavado del café, realizado por los diversos productores que se encuentran dispersos en tres provincias y cinco distritos de la selva central (Junín); como son: Satipo (Río Negro, Río Tambo); Chanchamayo (Perene, Pichanaki) y Oxapampa (Puerto Bermudez), todos ellos, socios activos de la Cooperativa Agraria Cafetalera Sostenible "Valle Ubiriki", cuya planta de procesamiento, tiene como sede el distrito de Pichanaki.

SEGUNDO: Por su parte la **COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA SOSTENIBLE "VALLE UBIRIKI"**, es una institución creada con fecha 07NOV2004, cuyas actividades se iniciaron en el año 2005, para comercializar la producción de sus asociados en condiciones favorables, quienes actualmente suman 384 socios y trabajan de manera unida y organizada, para producir cafés especiales con responsabilidad ambiental y social, y sí acceder al mercado Internacional para mejorar el nivel de vida de los asociados y de sus comunidades, quienes reciben asistencia técnica a través de las Escuelas de Campo de Agricultores, practicando la producción de la Agricultura Sostenible, mediante sistemas de cultivo con sombra en varios estratos conformada por árboles de especies nativas y diversificadas, que favorecen la biodiversidad de la flora y fauna, aves en gran número de especies, siendo que las variedades de café que se cultiva el 100% arábicas; y, predominan las variedades: Caturra 50%; Typica 25%; Borbón 10% y Pache 10%, y las edades de las plantaciones están entre 10 y 15 años respectivamente, contando actualmente con su planta de procesamiento ubicado en la Carretera Marginal Km. 61, Pichanaki – Chanchamayo - Junín.

TERCERO: LA TESISTA, con el propósito de aplicar sus conocimientos, habilidades y aptitudes propias de la carrera de Ingeniería Ambiental, mediante el desempeño en una situación real de trabajo de investigación y científico, ha manifestado a la EMPRESA, interés y necesidad de ejecutar un proyecto orientado a conseguir "La generación de Biogás a partir de la co-digestión de aguas mieles y purín de porcino, buscando de esta manera reducir y aprovechar los residuos generados, por la industria porcícola y las aguas mieles producto del lavado del café in situ (selva central), consecuentemente de esta manera generar un menor impacto ambiental (reducción de la producción de metano y contaminación de aguas), dando mayores beneficios económicos y sociales a los caficultores del "valle Ubiriki" y criadores de cerdos, procurando cumplir los siguientes objetivos:

a) Objetivo General: Determinar la calidad de biogás y biol generado a partir del uso de la co-digestión de aguas mieles y purín de porcino.

b) Objetivos Específicos: 1. Determinar si la relación carbono/nitrógeno del purín de cerdo tiene un efecto positivo en la calidad de biogás generado. 2. Determinar si la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado. 3. Determinar si la presencia de patógenos es relevante en la calidad del biol generado.

CUARTO: Para los efectos del presente convenio **LA EMPRESA** se obliga a:

1. Brindar a **LA TESISTA**, orientación e información técnica dentro de su área, respecto a la calidad, producción y comercialización de sus productos (café), asimismo la cantidad, características y disposición de sus aguas residuales que generan durante el proceso de producción que realiza la Cooperativa en el Valle Ubiriki, para efectos de tomarlos en cuenta en la ejecución del proyecto.

2. Designar a un Supervisor para acciones de coordinación y/o orientación a **LA TESISTA**, respecto a la forma y circunstancias de acopio de las aguas mieles, y otra información que se requiera para el cumplimiento del proyecto.

3. Proveer a **LA TESISTA**, la cantidad de **MIL DOSCIENTOS LITROS DE AGUAS MIELES** producto de la primera lavada del café, que será realizado por los diversos productores que se encuentran dispersos en el Valle de Ubiriki, conformados por las provincias de Chanchamayo, Satipo y Oxapampa, y que actualmente son socios de la Cooperativa.

QUINTO: Para efectos del presente convenio **LA TESISTA**, se compromete:

1. Cubrir los gastos que demande la ejecución del presente Proyecto de Tesis, respecto a los materiales, instalación e insumos a utilizarse, asimismo los gastos que demande los análisis (físicos, químicos y biológicos) que amerite realizar en los Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

2. Desarrollar su Proyecto de Investigación Profesional con disciplina y responsabilidad.

3. Entregar in situ (Pichanaki), los recipientes plásticos (cilindros) donde será acumulado las aguas mieles, asimismo, encargarse de su traslado hasta la zona donde se ejecute el proyecto,

4. **LA TESISTA** se compromete de manera solidaria, compartir con **LA EMPRESA** los resultados finales del Proyecto, así mismo los análisis físicos, químicos y biológicos que se realicen durante la ejecución.

5. **LA EMPRESA** autoriza a la **TESISTA** el uso de su razón social (nombre), logo, uso de instalaciones, y toda la información recolectada durante el proyecto "GENERACION DE BIOGAS Y BIOL A PARTIR DE LA CO – DIGESTIÓN DE AGUAS MIELES PROCEDENTES DEL CAFÉ Y PURÍN DE PORCINO" que sean necesarios para su ejecución y sustentación, así mismo autoriza la publicación de la tesis en el repositorio de la Universidad Científica del Sur, revistas científicas, y/o otros.

SEXTO: LA EMPRESA y LA TESISTA declaran conocer la naturaleza del presente convenio, el cual no tiene carácter laboral, de tal modo que solo genera para las partes, obligaciones recíprocas y voluntarias, solidarias y de carácter recíproco, específicas en el numeral CUARTO y QUINTO del presente Acuerdo.

Lima, 24 de Junio del 2020

CAC SOSTENIBLE VALLE UBIRIKI

Ing. Alexis Gómez Chávez
GERENTE
LA EMPRESA

Alexis Gómez Chavez

DNI: 20582628



LA TESISTA

Karolayne Vásquez Vásquez

DNI: 47854680

10.2 Diseño del biodigestor

Se fabricaron un total de 12 biodigestores, en cubetas cilíndricas, con una capacidad de 80 litros, de 36 cms. de diámetro y 76 cms. de altura, según lo referido por Castillo (2012).

Los materiales empleados se explican en la siguiente Tabla:

PARTES DEL BIODIGESTOR	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
	Agua mieles	960	Litros
	Purín de Porcino	400	Litros
	Cilindros de 80 Litros	12	Unidad
	pH-metro	1	Unidad
GENERAL	Gasómetro	1	Unidad
	Agua destilada	30	Litros
	Silicona	5	Unidad
	Serrucho	1	Unidad

	Plumón indeleble	1	Unidad
	Cinta de teflón	12	Unidad
	Taladro	1	Unidad
	Cutter	1	Unidad
	<hr/>		
	Tubos PVC con rosca corrida 1/2" 5 cm	12	Unidad
	Camara de llanta 16"	12	Unidad
	Tuerca c/ rosca 1/2 "	24	Unidad
	Unión de PVC c/rosca 1/2"	12	Unidad
BIOGÁS	Jebes de presión 1/2"	24	Unidad
	Empaquetaduras de jebes de 1/2"	24	Unidad
	Niple de bronce 1/2" con reducción a 3/8"	36	Unidad
	Abrazadera 1/2"	36	Unidad
	<hr/>		

	Llave de paso PVC 1/2"	12	Unidad
	Tubos PVC con rosca corrida 3/4" 5 cm	12	Unidad
	Tuerca de 3/4" de PCV	24	Unidad
	Llave de paso PVC 3/4"	12	Unidad
BIOL	Empaquetaduras de jebes de 3/4"	24	Unidad
	Pegamento de PVC	3	Unidad
	Jebes de presión 3/4"	24	Unidad
	Manguera de plástico 3/8"	20	Metros

Anexo 1. Diseño del biodigestor

1) Se procedió a retirar las tapas de todos los cilindros y con el uso de un taladro se realizó un agujero 1/2 pulgada en el punto medio de las tapas, por donde será la salida de nuestro biogás

2) Se coloca un tubo de PVC de 1/2 pulgada de ancho por 5 cm de largo, con rosca continua, en el agujero realizado.

3) Haciendo uso de 2 tuercas de $\frac{1}{2}$ pulgada y su empaquetadura de jebe se aseguró el tubo por la parte interna y externa la tapa.

4) Se uso cinta teflón en el tubo asegurado y se enrosco encima de este una unión de media de PVC.

5) En el extremo externo de la unión PVC, se usó un niple de bronce de $\frac{1}{2}$ pulgada, con salida de reducción a la manguera de $\frac{3}{8}$ pulgada.

6) Una vez colocada la manguera en el niple, este se aseguró con una abrazadera de $\frac{3}{8}$.

7) El otro extremo suelto de la manguera, se colocó un niple de bronce de $\frac{1}{2}$ pulgada, asegurándose con una abrazadera de $\frac{3}{8}$. Este niple fue enroscado en una llave de paso de PVC $\frac{1}{2}$ pulgada, y asegurada con otro niple de bronce de $\frac{1}{2}$ pulgada.

8) Finalmente se conecta a una manguera de 10 cm, en la cual el pitón de la cámara será introducido en ella y se asegurará en una abrazadera.

9) Se empleó un taladró para perforar un agujero de $\frac{3}{4}$ pulgada de espesor, a una distancia de 26 centímetros de la base, por cada uno de los biodigestores, para permitir la salida del biol.

10) Allí se ingresó un tubo con rosca de 10 cm aproximadamente, el cual fue asegurado interna y externamente con tuercas de $\frac{3}{4}$ de pulgada y su empaquetadura de jebe.

11) Posteriormente en la parte externa del tubo se colocó una unión con rosca externa, donde se coloca una llave de paso de PVC de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

10.3 Diseño de gasómetro artesanal

Para construir el equipamiento del medidor del volumen de biogás se utilizó como referencia la propuesta de Cañote (2012) y Palomino (2007), quienes sugirieron los implementos detallados en la Tabla 32:

Tabla 32. Materiales necesarios para la construcción del gasómetro artesanal

Volumen del Biogás	Cantidad	Medida
Tanque de 10 litros	1	Unidad
Tuercas de plástico 1/2 pulgada	2	Unidad
Tuvo PVC de 5 cm de 1/2 pulgada	1	Unidad
Tubo de 1/2 pulgada De 5 cm con rosca	2	Unidad
Tubo de PVC 3/4 pulgadas de 5 cm	1	Unidad
Tuercas de PVC de 3/4 pulgadas	2	Unidad
Llave de paso PVC 3/4 pulgadas	1	Unidad
Unión de 1/2 pulgada	2	Unidad
Inflador	1	Unidad
Jarra medidora 5 Litros	1	Unidad
Tubo de abasto para agua de 1/2 pulgada	1	Unidad
Manguera corrugada 1/2 pulgada	2	Metro
Abrazadera de 1/2 pulgada	2	Unidad
Punta de manguera de 1/2 a 3/16 pulgada	1	Unidad

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Diseño del gasómetro artesanal

1) En un tanque de 20 litros de capacidad se perforó en la tapa dos agujeros de media pulgada y un agujero de $\frac{3}{4}$ pulgada.

2) En el agujero de $\frac{3}{4}$ de pulgada, se colocará un tubo de PVC de 5 cm, y será asegurado por dentro y por fuera con dos tuercas de PVC.

3) A continuación será puesto la llave de paso de $\frac{3}{4}$ pulgada. De esta forma, se podrá llenar el tanque con agua para ejecutar la medición.

4) En el agujero de la derecha de $\frac{1}{2}$ pulgada se le coloco un tubo de $\frac{1}{2}$ pulgada de 5 cm con rosca, asegurado con tuercas por dentro y fuera.

5) Se le coloca una unión de $\frac{1}{2}$ " pulgada y en ella se enrosca el tubo de abasto para agua.

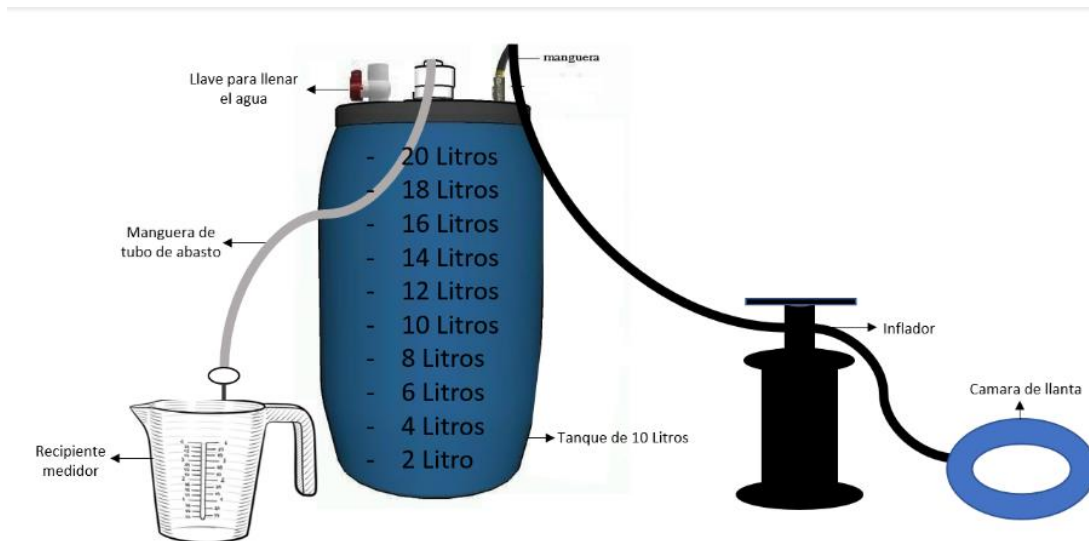
6) Finalmente en el último agujero del medio, se colocará el otro tubo de $\frac{1}{2}$ " pulgada de 5 cm, asegurándose por ambos lados con tuercas de PVC.

7) Se colocará una unión de $\frac{1}{2}$ pulgada de PVC y se conectará con otro tubo de rosca de 5 cm, que será unido con la manguera corrugada de 1 metro y medio, asegurada con una abrazadera de $\frac{1}{2}$ pulgada.

8) El otro extremo de la manguera será conectada a la salida del inflador, asegurándolo con una abrazadera.

9) Otra manguera corrugada de 1 metro y medio, será conectada a la otra salida del inflador por donde absorbe el aire de la cámara. Y se le colocará una punta de manguera con reducción de 1/2 a 3/16 pulgada.

Figura 6. Diseño del gasómetro artesanal.



Fuente: Diseño del gasómetro artesanal

10.4 Fotografías del procedimiento experimental

Anexo 3. Fotografías del procedimiento experimental











10.5 Cuadros de resultados estadísticos de prueba de homogeneidad de varianza, ANOVA y Tukey

Anexo 4. Cuadros de resultados estadísticos de prueba de homogeneidad de varianza, ANOVA y Tukey

10.5.1) Prueba de homogeneidad de varianzas M.O

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
M.O. en solución g/l	Se basa en la media	13,286	3	8	,002

10.5.2) ANOVA de Materia Orgánica en solución g/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2176,002	3	725,334	8,529	,007
Dentro de grupos	680,308	8	85,038		
Total	2856,310	11			

10.5.3) Comparaciones múltiples Materia Orgánica

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-3,62667	7,52943	,961
		Tratamiento 3	-7,90333	7,52943	,727
		Tratamiento 4	-34,26333*	7,52943	,008
	Tratamiento 2	Tratamiento 1	3,62667	7,52943	,961
		Tratamiento 3	-4,27667	7,52943	,939
		Tratamiento 4	-30,63667*	7,52943	,015
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	7,90333	7,52943	,727
		Tratamiento 2	4,27667	7,52943	,939

	Tratamiento 4	-26,36000*	7,52943	,033
Tratamiento 4	Tratamiento 1	34,26333*	7,52943	,008
	Tratamiento 2	30,63667*	7,52943	,015
	Tratamiento 3	26,36000*	7,52943	,033

10.5.4) Prueba de homogeneidad de varianzas Sólidos totales

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Sólidos totales g/l	Se basa en la media	13,543	3	8	,002

10.5.5) ANOVA Sólidos totales g/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4979,452	3	1659,817	7,565	,010
Dentro de grupos	1755,222	8	219,403		
Total	6734,673	11			

10.5.6) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Sólidos totales g/l

		(I) Prueba	(J) Prueba	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	Tratamiento 1		Tratamiento 2	12,09415	,938
			Tratamiento 3	12,09415	,679
			Tratamiento 4	12,09415	,011
	Tratamiento 2		Tratamiento 1	12,09415	,938
			Tratamiento 3	12,09415	,939
			Tratamiento 4	12,09415	,023
	Tratamiento 3		Tratamiento 1	12,09415	,679
			Tratamiento 2	12,09415	,939
			Tratamiento 4	12,09415	,049
	Tratamiento 4		Tratamiento 1	12,09415	,011
			Tratamiento 2	12,09415	,023
			Tratamiento 3	12,09415	,049

10.5.7) Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene			gl1	gl2	Sig.
Relación Carbono nitrógeno	Se basa en la media	11,917	3	8		,003	

10.5.8) ANOVA Relación carbono nitrógeno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1783,733	3	594,578	2,480	,035
Dentro de grupos	1918,219	8	239,777		
Total	3701,952	11			

10.5.9) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Relación carbono nitrógeno

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-,76108	12,64324	,871
		Tratamiento 3	-5,46061	12,64324	,971
		Tratamiento 4	-29,81276	12,64324	,029
	Tratamiento 2	Tratamiento 1	,76108	12,64324	,871
		Tratamiento 3	-4,69953	12,64324	,751
		Tratamiento 4	-29,05168	12,64324	,034
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	5,46061	12,64324	,971
		Tratamiento 2	4,69953	12,64324	,751
		Tratamiento 4	-24,35215	12,64324	,046
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	29,81276	12,64324	,029
		Tratamiento 2	29,05168	12,64324	,034
		Tratamiento 3	24,35215	12,64324	,046

10.5.10) Prueba homogeneidad varianza C.E

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
C.E.	Se basa en la media	3,430	3	8	,043

10.5.11) ANOVA C.E

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	881,738	3	293,913	210,777	,000
Dentro de grupos	11,155	8	1,394		
Total	892,893	11			

10.5.12) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: C.E

(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Tratamiento 1	Tratamiento 2	-6,30333*	,96417	,001
	Tratamiento 3	-12,00000*	,96417	,000
	Tratamiento 4	-23,30000*	,96417	,000
Tratamiento 2	Tratamiento 1	6,30333*	,96417	,001
	Tratamiento 3	-5,69667*	,96417	,002
	Tratamiento 4	-16,99667*	,96417	,000
Tratamiento 3	Tratamiento 1	12,00000*	,96417	,000
	Tratamiento 2	5,69667*	,96417	,002
	Tratamiento 4	-11,30000*	,96417	,000
Tratamiento 4	Tratamiento 1	23,30000*	,96417	,000
	Tratamiento 2	16,99667*	,96417	,000
	Tratamiento 3	11,30000*	,96417	,000

Respecto a la prueba de homogeneidad de varianzas y ANOVA para los parámetros de M.O, Relación C/N, Carbono, SDT y C.E (ANEXO 1) se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 p valor, por lo que se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

En la tabla 1 de acuerdo con la prueba de TUKEY se puede afirmar que los tratamientos 1, 2 y 3, no presentan diferencias significativas entre ellos, pero, los tres

casos, si presentan diferencias significativas respecto al tratamiento 4 para los parámetros de M.O., Relación C/N, Carbono, SDT y C.E.

10.5.13) Prueba de homogeneidad de varianzas pH

pH	Se basa en la media	Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
		7,766	3	8	,009

10.5.14) Prueba ANOVA pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11,731	3	3,910	15,021	,001
Dentro de grupos	2,083	8	,260		
Total	13,813	11			

10.5.15) Comparaciones múltiples. Variable dependiente pH

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias	Desv.	Sig.
			(I-J)	Error	
HSD Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-2,01000*	,41659	,006
		Tratamiento 3	-2,16333*	,41659	,004
		Tratamiento 4	-2,54333*	,41659	,001
	Tratamiento 2	Tratamiento 1	2,01000*	,41659	,006
		Tratamiento 3	-,15333	,41659	,982
		Tratamiento 4	-,53333	,41659	,599
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	2,16333*	,41659	,004
		Tratamiento 2	,15333	,41659	,982
		Tratamiento 4	-,38000	,41659	,799
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	2,54333*	,41659	,001
		Tratamiento 2	,53333	,41659	,599

Tratamiento 3 ,38000 ,41659 ,799

Respecto a la prueba de homogeneidad de varianzas y ANOVA para los parámetros de pH se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 p valor, por lo que se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos. Respecto a la prueba de TUKEY se pudo evidenciar que el tratamiento 1 es el único que muestra diferencias significativas con los otros tratamientos 2, 3 y 4.

10.5.16) Prueba de homogeneidad de varianzas N total

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
N Total mg/l	Se basa en la media	6,730	3	8	,014

10.5.17) ANOVA N total mg/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1904338,116	3	634779,372	2,862	,010
Dentro de grupos	1774379,538	8	221797,442		
Total	3678717,653	11			

10.5.18) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: N total mg/l

		Diferencia de medias			
	(I) Prueba	(J) Prueba	(I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-472,89333	384,53213	,027
		Tratamiento 3	465,10667	384,53213	,638
	Tratamiento 2	Tratamiento 1	472,89333	384,53213	,027
		Tratamiento 3	938,00000	384,53213	,016
Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 4	507,10667	384,53213	,577
		Tratamiento 2	472,89333	384,53213	,027
	Tratamiento 2	Tratamiento 3	938,00000	384,53213	,016
		Tratamiento 4	980,00000	384,53213	,005
Tratamiento 3	Tratamiento 1	-465,10667	384,53213	,638	
	Tratamiento 2	472,89333	384,53213	,027	

	Tratamiento 2	-938,00000	384,53213	,016
	Tratamiento 4	42,00000	384,53213	,078
Tratamiento 4	Tratamiento 1	-507,10667	384,53213	,577
	Tratamiento 2	-980,00000	384,53213	,005
	Tratamiento 3	-42,00000	384,53213	,078

10.5.19) Prueba de homogeneidad de varianzas P

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
P total mg/l	Se basa en la media	1,592	3	8	,036

10.5.20) ANOVA P total mg/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	247528,090	3	82509,363	31,413	,000
Dentro de grupos	21012,794	8	2626,599		
Total	268540,885	11			

10.5.21) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: P total mg/l

		Diferencia de medias			
	(I) Prueba	(J) Prueba	(I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-129,49667	41,84574	,048
		Tratamiento 3	-261,60000*	41,84574	,001
		Tratamiento 4	-384,11333*	41,84574	,000
Tukey	Tratamiento 2	Tratamiento 1	129,49667	41,84574	,048
		Tratamiento 3	-132,10333	41,84574	,053
		Tratamiento 4	-254,61667*	41,84574	,058
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	261,60000*	41,84574	,001
		Tratamiento 2	132,10333	41,84574	,053
		Tratamiento 4	-122,51333	41,84574	,074
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	384,11333*	41,84574	,000
		Tratamiento 2	254,61667*	41,84574	,058
		Tratamiento 3	122,51333	41,84574	,074

10.5.22) Prueba de homogeneidad de varianzas K total

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
K Total mg/l	Se basa en la media	7,601	3	8	,010

10.5.23) ANOVA K total mg/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	443126792,648	3	147708930,883	14,660	,001

10.5.24) Comparaciones múltiples Variable dependiente: K total mg/l

		Diferencia de medias			
	(I) Prueba	(J) Prueba	(I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-5035,55667	2591,76535	,284
		Tratamiento 3	-9196,11000*	2591,76535	,031
Tukey	Tratamiento 2	Tratamiento 4	-16592,77667*	2591,76535	,001
		Tratamiento 1	5035,55667	2591,76535	,284
		Tratamiento 3	-4160,55333	2591,76535	,027
		Tratamiento 4	-11557,22000*	2591,76535	,009
Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2	9196,11000*	2591,76535	,031
		Tratamiento 4	4160,55333	2591,76535	,027
		Tratamiento 1	-7396,66667	2591,76535	,062
Tratamiento 4	Tratamiento 2	Tratamiento 3	16592,77667*	2591,76535	,001
		Tratamiento 1	11557,22000*	2591,76535	,009
		Tratamiento 3	7396,66667	2591,76535	,062

Respecto a la prueba de homogeneidad de varianzas y ANOVA para los parámetros de nitrógeno, fosforo y potasio se observa que el nivel de significancia es

menor a 0.05 p valor, por lo que se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

En la tabla 1 de acuerdo con la prueba de TUKEY se puede afirmar que para el parámetro de nitrógeno los tratamientos 1, 3 y 4 no presentan diferencias significativas entre ellos, pero, los tres casos, si presentan diferencias significativas respecto al tratamiento 2. Así mismo para el parámetro de fosforo se puede afirmar que los tratamientos 2,3 y 4 no presentan diferencias significativas, pero estos tres si presentan diferencias con el tratamiento 1. Y por último referente al potasio, se determinó que los tratamientos 1 y 2 no presentaban diferencias significativas, al mismo tiempo que el 3 y 4; sin embargo, entre ellos si demuestran diferencias significativas.

10.5.25) Prueba de homogeneidad de varianzas Ca total

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Ca Total mg/l	Se basa en la media	12,749	3	8	,002

10.5.26) ANOVA Ca total mg/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	335576690,165	3	111858896,722	3,204	,043
Dentro de grupos	279325787,889	8	34915723,486		
Total	614902478,054	11			

10.5.27) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Ca total mg/l

		Diferencia de medias		
(I) Prueba	(J) Prueba	(I-J)	Desv. Error	Sig.
Tratamiento 1	Tratamiento 2	-2312,77333	4824,63978	,962

		Tratamiento 3		4824,63978		,889	
HSD Tukey		Tratamiento 4		-13790,55667		4824,63978 ,049	
	Tratamiento 2	Tratamiento 1		2312,77333		4824,63978 ,962	
		Tratamiento 3		-1133,33667		4824,63978 ,795	
		Tratamiento 4		-11477,78333		4824,63978 ,038	
	Tratamiento 3	Tratamiento 1		3446,11000		4824,63978 ,889	
		Tratamiento 2		1133,33667		4824,63978 ,795	
		Tratamiento 4		-10344,44667		4824,63978 ,029	
	Tratamiento 4	Tratamiento 1		13790,55667		4824,63978 ,049	
		Tratamiento 2		11477,78333		4824,63978 ,038	
		Tratamiento 3		10344,44667		4824,63978 ,029	

10.5.28) Prueba de homogeneidad de varianzas Mg total

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Mg total mg/l	Se basa en la media	12,794	3	8	,002

10.5.29) ANOVA Mg total mg/l

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	32321744,443	3	10773914,814	33,475	,000
Dentro de grupos	2574822,092	8	321852,762		
Total	34896566,535	11			

10.5.30) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Mg total mg/l

		Diferencia de medias				
		(I) Prueba	(J) Prueba	(I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 2		-1068,55667	463,21540	,175
		Tratamiento 3		-2473,00000*	463,21540	,003
		Tratamiento 4		-4384,11000*	463,21540	,000
	Tratamiento 2	Tratamiento 1		1068,55667	463,21540	,175
		Tratamiento 3		-1404,44333	463,21540	,064
		Tratamiento 4		-3315,55333*	463,21540	,000
	Tratamiento 3	Tratamiento 1		2473,00000*	463,21540	,003
		Tratamiento 2		1404,44333	463,21540	,064

	Tratamiento 4	-1911,11000*	463,21540	,014
Tratamiento 4	Tratamiento 1	4384,11000*	463,21540	,000
	Tratamiento 2	3315,55333*	463,21540	,000
	Tratamiento 3	1911,11000*	463,21540	,014

10.5.31) Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Na Total mg/l	Se basa en la media	11,773	3	8	,003

10.5.32) ANOVA Na total mg/l

ANOVA

Na Total mg/l					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	26311425,759	3	8770475,253	6,486	,016
Dentro de grupos	10817320,722	8	1352165,090		
Total	37128746,482	11			

10.5.33) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Na total mg/l

		Diferencia de medias			
	(I) Prueba	(J) Prueba	(I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-2805,56000	949,44373	,071
		Tratamiento 3	-4072,22667*	949,44373	,011
Tukey	Tratamiento 2	Tratamiento 4	-2627,78000	949,44373	,092
		Tratamiento 1	2805,56000	949,44373	,071
		Tratamiento 3	-1266,66667	949,44373	,569
	Tratamiento 3	Tratamiento 4	177,78000	949,44373	,997
		Tratamiento 1	4072,22667*	949,44373	,011
		Tratamiento 2	1266,66667	949,44373	,569
Tratamiento 4	Tratamiento 1	1444,44667	949,44373	,469	
	Tratamiento 2	2627,78000	949,44373	,092	
	Tratamiento 3	-177,78000	949,44373	,997	

Tratamiento 3 -1444,44667 949,44373 ,469

10.5.34) Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
C g/l	Se basa en la media	13,289	3	8	,002

10.5.35) ANOVA C total mg/L

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	732330491,667	3	244110163,889	8,533	,007
Dentro de grupos	228868133,333	8	28608516,667		
Total	961198625,000	11			

10.5.36) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: C total mg/l

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-2103,33333	4367,18954	,961
		Tratamiento 3	-4583,33333	4367,18954	,727
		Tratamiento 4	-19876,66667*	4367,18954	,008
	Tratamiento 2	Tratamiento 1	2103,33333	4367,18954	,961
		Tratamiento 3	-2480,00000	4367,18954	,939
		Tratamiento 4	-17773,33333*	4367,18954	,015
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	4583,33333	4367,18954	,727
		Tratamiento 2	2480,00000	4367,18954	,939
		Tratamiento 4	-15293,33333*	4367,18954	,033
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	19876,66667*	4367,18954	,008
		Tratamiento 2	17773,33333*	4367,18954	,015
		Tratamiento 3	15293,33333*	4367,18954	,033

Respecto a la prueba de homogeneidad de varianzas y ANOVA para los parámetros de Calcio, Magnesio, Sodio y Carbono se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 p valor, por lo que se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

En la tabla 1 de acuerdo con la prueba de TUKEY se puede afirmar que para el parámetro de Calcio y Magnesio los tratamientos 1, 2 y 3 no presentan diferencias significativas entre ellos, pero, los tres casos, si presentan diferencias significativas respecto al tratamiento 4. Así mismo para el parámetro sodio se puede afirmar que los tratamientos 2, 3 y 4 no presentan diferencias significativas, pero estos tres si presentan diferencias con el tratamiento 1. Y por último referente al Carbono, se determinó que los tratamientos 2 y 3 no presentaban diferencias significativas, sin embargo, ellos si demuestran diferencias significativas respecto al tratamiento 1 y 4.

10.5.37) Prueba de homogeneidad de varianzas ácido húmico

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Ácido húmico %(p/v) Se basa en la media	9,582	3	8	,058

10.5.38) ANOVA Ácido húmico % (p/v)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,006	3	,002	1,914	,206
Dentro de grupos	,008	8	,001		
Total	,014	11			

10.5.39) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Ácido húmico % (p/v)

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD Tukey	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-,01333	,02614	,954
		Tratamiento 3	-,05833	,02614	,194
		Tratamiento 4	-,03500	,02614	,566
	Tratamiento 2	Tratamiento 1	,01333	,02614	,954
		Tratamiento 3	-,04500	,02614	,373
		Tratamiento 4	-,02167	,02614	,840
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	,05833	,02614	,194
		Tratamiento 2	,04500	,02614	,373
		Tratamiento 4	,02333	,02614	,809
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	,03500	,02614	,566
		Tratamiento 2	,02167	,02614	,840
		Tratamiento 3	-,02333	,02614	,809

10.5.40) Prueba de homogeneidad de varianzas Ácido fúlvico % (p/v)

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Ácido fúlvico % (p/v)	Se basa en la media	13,663	3	8	,062

10.5.41) ANOVA Ácido fúlvico % (p/v)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,057	3	,019	3,127	,088
Dentro de grupos	,049	8	,006		
Total	,106	11			

10.5.42) Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Humina % (p/v)	Se basa en la media	13,317	3	8	,062

10.5.43) ANOVA Humina % (p/v)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,259	3	,753	3,423	,073
Dentro de grupos	1,760	8	,220		
Total	4,019	11			

10.5.44) Comparaciones múltiples. Variable dependiente: Humina % (p/v)

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-,06933	,38297	,998
		Tratamiento 3	-,13900	,38297	,982
		Tratamiento 4	-1,06500	,38297	,091
Tukey	Tratamiento 2	Tratamiento 1	,06933	,38297	,998
		Tratamiento 3	-,06967	,38297	,998
		Tratamiento 4	-,99567	,38297	,117
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	,13900	,38297	,982
		Tratamiento 2	,06967	,38297	,998
		Tratamiento 4	-,92600	,38297	,151
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	1,06500	,38297	,091
		Tratamiento 2	,99567	,38297	,117
		Tratamiento 3	,92600	,38297	,151

Respecto a la prueba de homogeneidad de varianzas y ANOVA para los parámetros de Ac. fúlvicos, húmicos y huminas se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05 p valor, por lo que se confirma que existen diferencias significativas entre tratamientos.

En la tabla 15 de acuerdo con la prueba de TUKEY se puede afirmar que para el parámetro de Ac. fúlvicos, húmicos los tratamientos 1, 2, 3 y 4 no presentan diferencias significativas entre ellos, con un p valor mayor a 0.05. Así mismo para el parámetro de huminas se puede afirmar que los tratamientos 1, 2 y 3 no presentan diferencias significativas, pero estos tres si presentan diferencias con el tratamiento

10.5.45) Prueba de homogeneidad de varianzas producción de gas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Ácido húmico %(p/v) Se basa en la media	9,582	3	8	,048

10.5.46) ANOVA Producción de gas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,006	3	,002	1,914	,036
Dentro de grupos	,008	8	,001		
Total	,014	11			

10.5.47) Comparaciones múltiples. Producción de gas

	(I) Prueba	(J) Prueba	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
HSD	Tratamiento 1	Tratamiento 2	-,01333	,21462	,954
		Tratamiento 3	-,05833	,21462	,194
		Tratamiento 4	-,03500	,21462	,028
Tukey	Tratamiento 2	Tratamiento 1	,01333	,21462	,954
		Tratamiento 3	-,04500	,21462	,373
		Tratamiento 4	-,02167	,21462	,036
	Tratamiento 3	Tratamiento 1	,05833	,21462	,194
		Tratamiento 2	,04500	,21462	,373
		Tratamiento 4	,02333	,21462	,049
	Tratamiento 4	Tratamiento 1	,03500	,21462	,028
		Tratamiento 2	,02167	,21462	,036
		Tratamiento 3	-,02333	,21462	,049

10.6 Análisis realizados por laboratorio

Anexo 5. Análisis realizados por laboratorio



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 002163 - 2020

SOLICITANTE : KAROLYNE VASQUEZ VASQUEZ
DIRECCIÓN LEGAL : JR. TAMBO REAL 295 DPTO. 201 MONTEERRICO SURCO
RUC : 47854680 **Teléfono** : 940 279 590
PRODUCTO : MEZCLA DE LAVADO DE CAFÉ CON ORÍN DE CERDO- LOTE 1
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 860,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase sellado
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-001460 -2020
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 17/07/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. de Coliformes (NMP/g)	150

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 131-134 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acrobía) 1983

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 20/07/2020 Al 29/07/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 29 de Julio de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNALM

[Signature]
 Mtro. Quím. Mtro. Flor Cesáre Coral
 DIRECTORA TÉCNICA
 C.O.P. N° 635

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 002164 - 2020

SOLICITANTE : KAROLYNE VASQUEZ VASQUEZ
DIRECCIÓN LEGAL : JR. TAMBO REAL 295 DPTO. 201 MONTERRICO SURCO
RUC: 47854680 **Teléfono:** 940 279 590
PRODUCTO : MEZCLA DE LAVADO DE CAFÉ CON ORÍN DE CERDO- LOTE 2
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.L.
CANTIDAD RECIBIDA : 883,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase sellado
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-001460 -2020
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 17/07/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :
ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. de Coliformes (NMP/g)	1100000

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 131-134 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acrobía) 1983

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 20/07/2020 Al 29/07/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 29 de Julio de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Mary Flor Cesare Coral
Mtro. Quím. Mary Flor Cesare Coral
DIRECTORA TÉCNICA
C.O.P. N° 635

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002165 - 2020

SOLICITANTE : KAROLYNE VASQUEZ VASQUEZ
DIRECCIÓN LEGAL : JR. TAMBO REAL 295 DPTO. 201 MONTEERRICO SURCO
 : RUC: 47854680 Teléfono: 940 279 590
PRODUCTO : MEZCLA DE LAVADO DE CAFÉ CON ORÍN DE CERDO- LOTE 3
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 898,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en envase sellado
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-001460 -2020
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 17/07/2020
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- N. de Coliformes (NMP/g)	1100000

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 131-134 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acibia) 1983

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 20/07/2020 Al 29/07/2020.

ADVERTENCIA :

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 29 de Julio de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS-UNALM

Mary Flor Césare Coral
 Mtro. Quím. Mary Flor Césare Coral
 DIRECTORA TÉCNICA

Pág 1/1



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS

N° 002166 - 2020

SOLICITANTE : KAROLYNE VASQUEZ VASQUEZ
DIRECCIÓN LEGAL : JR. TAMBO REAL 295 DPTO. 201 MONTERRICO SURCO
PRODUCTO : RUC: 47854680 Teléfono: 940 279 590
NÚMERO DE MUESTRAS : MEZCLA DE LAVADO DE CAFÉ CON ORÍN DE CERDO- LOTE 4
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : Uno
CANTIDAD RECIBIDA : S.I.
MARCA(S) : 868,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
FORMA DE PRESENTACIÓN : S.M.
SOLICITUD DE SERVICIO : Envasado, la muestra ingresa en envase sellado
REFERENCIA : S/S N°EN-001460 -2020
FECHA DE RECEPCIÓN : ACEPTACION TELEFONICA
ENSAYOS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
L- N. de Coliformes (NMP/g)	40000

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 131-134 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acribia) 1983

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 20/07/2020 Al 29/07/2020.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 29 de Julio de 2020



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS -UNALM-

 Mtra. Quím. Mary Flor Cesáreo Coral
 DIRECTORA TÉCNICA

Pág 1/1

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
 PROCEDENCIA : LIMA/ CANTA/ MACAS/ FUNDO AGROECOLÓGICO HECOSAN
 MUESTRA DE : MATERIA ORGÁNICA LÍQUIDA
 REFERENCIA : H.R. 72290
 BOLETA : 4147
 FECHA : 30/07/2020

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
319	T1	4.20	1.34	6.18	5.11	1675.33	25.74	334.00
320	T2	5.68	6.22	19.89	13.82	956.67	417.05	740.00
321	T3	5.89	10.90	37.69	25.05	1773.33	227.91	1118.00
322	T4	6.14	17.00	88.82	61.44	1138.67	843.41	1682.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	C Total g/L
319	T1	92.00	29.40	12.60	2.964
320	T2	626.00	147.40	256.00	8.016
321	T3	984.00	353.00	344.60	14.530
322	T4	1976.00	462.00	916.00	35.638

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010239 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010239) T1R1

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010239
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

- ¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
- ²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
- ³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of *Salmonellae* in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020




 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina
 Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmf@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmf@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010240 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
2010240) T1R2

PROCEDENCIA : Macas
 TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010240
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.

²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.

³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of *Salmonellae* in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.


Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020




DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lm1@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lm1@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO N° 2010241 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
2010241) T1R3

PROCEDENCIA : Macas
 TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010241
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.

²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.

³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of *Salmonellae* in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.


Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020




 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO N° 2010242 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010242) T2R1

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010242
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/1ml)	3.049
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/1ml)	3.049
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

- ¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of *Salmonella* in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020




 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina
 Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO N° 2010243 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010243) T2R2

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010243
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of Salmonellae in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020




 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina
 Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO N° 2010244 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010244) T2R3

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010244
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

- ¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
- ²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
- ³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of Salmonellae in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina
 Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010246 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010246) T3R2

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010246
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella sp.</i> (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of Salmonellae in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020



DR^A. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010247 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010247) T3R3

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010247
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.

²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.

³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of *Salmonella* in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"

Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010249 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010249) T4R2

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010249
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of Salmonellae in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020



DR^A. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: imt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010248 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
2010248) T4R1**

PROCEDENCIA : Macas
 TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010248
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

¹Test Methods for the Examination of Cospoting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.

²Test Methods for the Examination of Cospoting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.

³Test Methods for the Examination of Cospoting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of Salmonellae in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020



DR^A. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmf@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú

☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmf@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2010250 - LMT

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : MEZCLA LÍQUIDA
 2010250) T4R3

PROCEDENCIA : Macas
TIPO DE ENVASE : Taper de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 100 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2020 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020 - 10 - 15
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 16
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2020 - 10 - 23

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2010250
¹ Enumeración de Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/ml)	< 3
³ Detección de <i>Salmonella</i> sp. (25ml)	Ausencia

Métodos:

- ¹Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-B: Fecal coliforms. Part. 14.1. Most Probable Number Technique.
- ²Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.01-C: *Escherichia coli*. Part. 18.1. Most Probable Number Technique.
- ³Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2001. Method 07.02-B: Enrichment and Quantification of Salmonellae in Compost. Part.17. Enrichment Procedure for Method B.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
 Validez del documento:
 Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 03 de noviembre de 2020



DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina
 Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima - Perú
 ☎ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KAROLYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
 PROCEDENCIA : LIMA/ CANTA/ SANTA ROSA DE QUIVES
 MUESTRA DE : BIOL
 REFERENCIA : H.R. 72832
 BOLETA : 4261
 FECHA : 10/11/2020

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
416	T1R1	4.19	1.92	4.34	3.33	1605.33	21.36	2383.33
417	T1R2	4.20	1.76	3.59	2.77	1591.33	28.33	2190.00
418	T1R3	4.20	1.92	4.00	3.14	1605.33	122.27	2031.67
419	T2R1	7.28	7.72	10.19	6.23	2104.67	190.69	6711.67
420	T2R2	5.45	8.17	10.79	6.72	2006.67	148.09	8523.33
421	T2R3	5.89	8.62	11.62	7.17	2109.33	221.67	6476.67

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	C g/L	Acido húmico %(p/v)	Acido fúlvico %(p/v)	Humina %(p/v)
416	T1R1	1615.00	295.00	243.33	1.93	0.007	0.017	0.102
417	T1R2	1301.67	273.50	225.00	1.61	0.018	0.027	0.110
418	T1R3	1261.67	279.17	248.33	1.82	0.009	0.020	0.116
419	T2R1	3283.33	1311.67	3266.67	3.61	0.038	0.042	0.209
420	T2R2	3333.33	1321.67	2916.67	3.90	0.015	0.047	0.142
421	T2R3	4500.00	1420.00	2950.00	4.16	0.021	0.049	0.185

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KAROLAYNE VÁSQUEZ VÁSQUEZ
 PROCEDENCIA : LIMA/ CANTA/ MACAS/ FUNDO AGROECOLÓGICO HECOSAN
 MUESTRA DE : MATERIA ORGÁNICA LÍQUIDA
 REFERENCIA : H.R. 72290
 BOLETA : 4147
 FECHA : 30/07/2020

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
319	T1	4.20	1.34	6.18	5.11	1675.33	25.74	334.00
320	T2	5.68	6.22	19.89	13.82	956.67	417.05	740.00
321	T3	5.89	10.90	37.69	25.05	1773.33	227.91	1118.00
322	T4	6.14	17.00	88.82	61.44	1138.67	843.41	1682.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	C Total g/L
319	T1	92.00	29.40	12.60	2.964
320	T2	626.00	147.40	256.00	8.016
321	T3	984.00	353.00	344.60	14.530
322	T4	1976.00	462.00	916.00	35.638

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 200020

Nombre del cliente : KAROLAYNE VASQUEZ VASQUEZ
 Dirección del cliente : JIRON TAMBO REAL 295 DPTO. 201 MONTEERRICO SURCO
 Solicitud por : KAROLAYNE VASQUEZ VASQUEZ
 Referencia : ORDEN DE SERVICIOS-20-0X16
 Proyecto : GENERACIÓN DE BIOGAS Y BIOL A PARTIR DE LA CO-DIGESTIÓN DE AGUAS MIELES
 PROCEDENTES DEL CAFÉ Y PURÍN DE PORCINO
 Muestreo realizado por : L&L LAB SOLUTION S.A.C.
 Procedencia de la muestra : FUNDO AGRO ECOLÓGICO HECOSAN
 Cantidad de muestras y presentación : 12 LECTURAS
 Producto : COMPOSICIÓN DE GAS
 Fecha de recepción de muestra(s) : 22/08/2020
 Fecha de inicio del análisis : 22/08/2020 AL 25/08/2020
 Fecha de emisión del Informe : 25/08/2020

I. RESULTADOS

Código de Laboratorio	200020-01	200020-02	200020-03
Código de Cliente	T1R1	T1R2	T1R3
Tipo de Producto	Gases de Biodigestor	Gases de Biodigestor	Gases de Biodigestor
Hora de Muestreo	10:00	10:15	10:30
Fecha de Muestreo	22/08/2020	22/08/2020	22/08/2020
Ubicación Geográfica (WGS 84)	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	
Instrumental			
Sulfuro de Hidrógeno H ₂ S	%	1 (z)	1.50 2 1
Dióxido de Carbono CO ₂	%	1(z)	32 35.7 37.2
Metano CH ₄	%	0.1	15.6 14.4 18

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método,
 "(z)"=Resolución cuantificable, "—" = No Analizado,
 "<"= Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado.

Código de Laboratorio	200020-04	200020-05	200020-06
Código de Cliente	T2R1	T2R2	T2R3
Tipo de Producto	Gases de Biodigestor	Gases de Biodigestor	Gases de Biodigestor
Hora de Muestreo	10:45	11:00	11:15
Fecha de Muestreo	22/08/2020	22/08/2020	22/08/2020
Ubicación Geográfica (WGS 84)	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	
Instrumental			
Sulfuro de Hidrógeno H ₂ S	%	1 (z)	2 1.5 1.5
Dióxido de Carbono CO ₂	%	1(z)	38.5 36.3 42.5
Metano CH ₄	%	0.1	16.8 19.2 18

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método,
 "(z)"=Resolución cuantificable, "—" = No Analizado,
 "<"= Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado.

Código de Laboratorio	200020-07	200020-08	200020-09
Código de Cliente	T3R1	T3R2	T3R3
Tipo de Producto	Gases de Biodigestor	Gases de Biodigestor	Gases de Biodigestor
Hora de Muestreo	11:30	11:45	12:00
Fecha de Muestreo	22/08/2020	22/08/2020	22/08/2020
Ubicación Geográfica (WGS 84)	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	
Instrumental			
Sulfuro de Hidrógeno H ₂ S	%	1 (z)	2 2 1.5
Dióxido de Carbono CO ₂	%	1(z)	36.9 31.2 38.7
Metano CH ₄	%	0.1	32.4 30 28.8

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método,
 "(z)"=Resolución cuantificable, "—" = No Analizado,
 "<"= Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado.

L&L LAB SOLUTION S.A.C
LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO N° 200020

Código de Laboratorio	200020-10	200020-11	200020-12
Código de Cliente	T4R1	T4R2	T4R3
Tipo de Producto	Gases de Biogestor	Gases de Biogestor	Gases de Biogestor
Hora de Muestreo	12:15	12:30	12:45
Fecha de Muestreo	22/08/2020	22/08/2020	22/08/2020
Ubicación Geográfica (WGS 84)	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263	N: 8708648 E: 0290263

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.			
Instrumental					
Sulfuro de Hidrógeno H ₂ S	%	1 (z)	1.5	2	1
Dióxido de Carbono CO ₂	%	1(z)	37.3	39	32
Metano CH ₄	%	0.1	33.6	34.8	36

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método;
 (z)=Resolución cuantificable, "-,-", = No Analizado,
 c= Menor que el L.C.M. indicado, *v* = Mayor al valor indicado.

II - MÉTODOS Y REFERENCIAS

Tipo Ensayo	Norma Referencia - Título
Dióxido de Carbono (CO ₂) Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	Instrumental-Celda electroquímica, sensor de gases.
Metano (CH ₄)	Determinación a partir del límite inferior de explosividad (lel) del gas combustible.

III. OBSERVACIONES

El lugar en que se realizan las actividades de laboratorio fue realizada en el Campo.
 Para el presente Informe se utilizaron los siguientes procedimientos de monitoreo PQ-OPE-09, PQ-OPE-22, PQ-OPE-19, PQ-OPE-23, PQ-OPE-20, PQ-OPE-21.
 Cuando se reporte la incertidumbre del resultado asociado, este se reporta utilizando un factor de cobertura de k=1.96 al 95% de confianza.
 Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL-DA.
 La(s) muestra(s) recepcionadas se encuentran cumpliendo lo establecido en la tabla del PQ-OPE-03 Métodos, preservantes y tiempo de vida.



Victor A. Huamani León
 C.Q.P. N° 1165
 Gerente de Calidad

L&L LAB SOLUTIONS, S.A.C
 LABORATORIO


FIN DEL DOCUMENTO

Los resultados del presente informe de ensayo son válidos para las muestra referidas en el informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los métodos de ensayos presentados en el informe son acordes al alcance de los métodos correspondientes. El tiempo de custodia y perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Ante cualquier modificación o adición de muestras del método, se debe proceder con el procedimiento PQ-COM-01 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si L&L LAB SOLUTION S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron recepcionadas. L&L LAB SOLUTION S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de L&L LAB SOLUTION S.A.C.

10.6 Calibración y manual de equipos usados

10.6.1 Instrucción manual HI98129

Measurement


Use SET/HOLD to select pH mode. Place the electrode in the solution to be tested while stirring gently. The measurement should be taken after the stability tag  has disappeared. The pH value is displayed on the first LCD line and the temperature on the second LCD line.

Note: Before taking any pH measurement make sure the tester has been calibrated ("CAL" tag is displayed).




EC/TDS Calibration & Measurement

Calibration Procedure

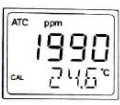
- From measurement mode, press and hold  until "CAL" is displayed on the second LCD line.
- Place the probe in calibration solution: HI70031 (1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$) for HI98129 and HI70030 (12.88 mS/cm) for HI98130.
- The LCD displays "OK" for 1 second and the tester returns to measurement mode.

Note: The "CAL" tag on the LCD indicates that the tester is calibrated.





Measurement

Use SET/HOLD to select either EC or TDS mode. Place the electrode in the solution to be tested while stirring gently. Use plastic beakers to minimize any electromagnetic interferences. The measurement should be taken after the stability tag  has disappeared. The EC/TDS value is displayed on the first LCD line and the temperature on the second LCD line.

Note: Before taking any measurement make sure the tester has been calibrated ("CAL" tag is displayed).



Changing EC/TDS Conversion Factor (CONV) & Temperature Compensation Coefficient B (BETA)

- From measurement mode, press and hold  until "TEMP" and the current temperature unit are displayed on the second LCD line (e.g. "TEMP °C").
- Press  again to show the current conversion factor (e.g. "0.50 CONV") and SET/HOLD to change the conversion factor.
- Press  to show the current temperature compensation coefficient B (e.g. "% 2.1 BETA") and SET/HOLD to change the temperature compensation coefficient B.
- Press  to return to measurement mode.

Maintenance

Please read the information below to ensure the highest possible accuracy.

- Fresh buffer solution should be used for each calibration.
- For improved accuracy a two-point calibration is recommended.
- If measurements are taken successively, rinse the probe thoroughly in distilled or deionized water to eliminate cross-contamination.
- Clean the electrode monthly using pH and EC cleaning solution. Keep the electrode in HI7061 - General purpose cleaning solution for 30 minutes and rinse the probe thoroughly with water.
- When not in use, add a few drops of HI70300 Storage solution to the protective cap. Never store the probe in distilled or deionized water.

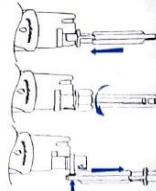
Electrode Replacement

Use supplied removal tool (HI73128) to replace the pH electrode.


Insert the tool into the probe cavity.

Rotate the tool counterclockwise.

Pull the electrode out by using the other side of the tool. Insert a new pH electrode following the above instructions in reverse order.



Battery Replacement

Battery life percentage indicator is displayed at power on. If the battery level drops below 5%, the  symbol lights up indicating that the batteries should be replaced soon.

If the battery level is not adequate to guarantee an accurate reading, the tester automatically turns off.

To replace the batteries, follow the next steps:

- Turn OFF the tester.
- Remove the four screws on the top of the tester to open the battery compartment (figure 1).
- Remove the old batteries.
- Insert four new 1.5V AA batteries in the battery compartment while paying attention to the correct polarity (figure 2).
- Close the battery compartment using the four screws.



Note: Only use the battery type specified in the manual. Old batteries should be disposed in accordance with local regulations.

Accessories

Electrode	
HI73127	Replaceable pH electrode
HI73128	Electrode removal tool
Solutions	
HI70004P	pH 4.01 solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70006P	pH 6.86 solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70007P	pH 7.01 solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70009P	pH 9.18 solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70010P	pH 10.01 solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70710P	pH 10.01 & 7.01 solution, 20 mL sachet (10 pcs., 5 each)
HI77400P	pH 4.01 & 7.01 solutions, 20 mL sachet (10 pcs., 5 each)
HI70030P	12.88 mS/cm solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70031P	1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70032P	1382 ppm solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70038P	6.44 ppt solution, 20 mL sachet (25 pcs.)
HI70442P	1500 ppm solution, 20 mL sachet (25 pcs.)

Electrode Cleaning Solution

HI7061A General purpose cleaning solution, 230 mL

Electrode Storage Solution

HI70300M Electrode storage solution, 230 mL

Other Accessories

HI740026P Replacement 1.5 V batteries (12 pcs.)

Certification

All Hanna Instruments conform to the CE European Directives.

Disposal of Electrical & Electronic Equipment. The product should not be treated as household waste. Instead hand it over to the appropriate collection point for the recycling of electrical and electronic equipment which will conserve natural resources.

Disposal of waste batteries. This product contains batteries, do not dispose of them with other household waste. Hand them over to the appropriate collection point for recycling.

Ensuring proper product and battery disposal prevents potential negative consequences for the environment and human health. For more information, contact your city, your local household waste disposal service, the place of purchase or go to www.hannainst.com.



Recommendations for Users

Before using this tester, make sure that it is entirely suitable for your specific application and the environment in which it is used. The glass bulb at the end of the electrode is sensitive to electrostatic discharges. Avoid touching the glass bulb at all times. Any variation introduced by the user to the supplied equipment may degrade the tester's performance. For yours and the tester's safety do not use or store the tester in hazardous environments.

Warranty

HI98129 and HI98130 are warranted for a period of one year against defects in workmanship and materials when used for their intended purpose and maintained according to instructions. The electrode is warranted for a period of six months. This warranty is limited to repair or replacement free of charge. Damage due to accidents, misuse, tampering or lack of prescribed maintenance is not covered. If service is required, contact your local Hanna Instruments Office. If under warranty, report the model number, date of purchase, serial number and the nature of the problem. If the repair is not covered by the warranty, you will be notified of the charges incurred.

If the instrument is to be returned to Hanna Instruments Office, first obtain a Returned Goods Authorization (RGA) number from the Technical Service department and then send it with shipping costs prepaid. When shipping any instrument, make sure it is properly packaged for complete protection.

Hanna Instruments reserves the right to modify the design, construction, or appearance of its products without advance notice.

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the written consent of the copyright owner, Hanna Instruments Inc., Woossocket, Rhode Island, 02895, USA.

US DESIGN PATENT
D462,024

IS198129 09/19

INSTRUCTION MANUAL

HI98129 • HI98130 Waterproof pH, EC/TDS & Temperature Testers



HANNA
instruments

10.6.2 Certificado de calibración HI98129



Instrument:	HI98129
S/N:	04440247101
Software version:	1.03
Description:	pH/EC/TDS/Temperature Waterproof Tester
Made in:	ROMANIA

Hanna Instruments certifies that this instrument has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna Instruments procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO9001. The following tests have been performed according with the reference from the Quality Check Procedure of the meter.

The results are listed below:*

Calibration Points	Results
7.01 pH	Passed
4.01 pH	Passed
1413 μ S/cm	Passed

Testing Points	Reading Values
10.01 pH	9.97 pH
2764 μ S/cm	2739 μ S/cm
25.0 °C	25.1 °C

* All the above measurements were done at 25 °C with the current configuration.

Calibration, functionality test, aesthetic control and packing have been met.

Date: 2019.10.25 Inspector: Corina Pop
 Title: Engineer
 Signature: 



10.6.3 Certificado de calibración DETECTOR MULTIGASES GAS ALERT



Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LABORATORIO DE GASES

NUMERO: LGA - 0020 - 2020
ARCHIVO: LGA 2020

Equipo: DETECTOR MULTIGASES
 Marca: GASALERT
 Modelo: MICRO 5IR
 Serie / identificación: SS309-001618
 Procedencia: U.S.A.
 Tipo de Gases: O2, CO, H2S, CH4, CO2
 Rango de medición: 0 - 100 % LEL (CH4)
 0 - 30 % Vol. (O2)
 0 - 35000 ppm (CO2)
 0 - 200 ppm (H2S)
 0 - 2000 ppm (CO)

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos según el trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

Solicitante: A Y B SSOMA SERVICIOS SAC
 Dirección: CAL. BELISARIO SUAREZ NRO. 443 URB. LOS FICUS
 LIMA - LIMA - SANTA ANITA

ICM LAB no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración.

Fecha de recepción: 18 de agosto de 2020
 Fecha de calibración: 19 de agosto de 2020
 Fecha de emisión: 19 de agosto de 2020

Si el usuario requiere una copia del documento sellada, solicitar al área de ventas del laboratorio.

Método de calibración:

Determinación de los errores de indicación por el método de comparación directa con gases patrones.

Condiciones ambientales:

Temperatura Inicial	17.1 °C	Humedad relativa inicial	82.1 %
Temperatura final	17.2 °C	Humedad relativa final	82.1 %

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren de la autorización de ICM LAB.

Aprobado




Carmen Caceres Castillo
Jefe de instrumentación



certificado sin firma y sello carecen de validez

Av. Horacio Urteaga N° 722, Jesús María, Lima - Perú
 Telf.: 964368738 / 974741087 / 978267093
 Email: informes.icmlab@gmail.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LABORATORIO DE GASES
NUMERO: LGA - 0020 - 2020
ARCHIVO: LGA 2020

Patrones de referencia

PATRON UTILIZADO	CERTIFICADO
Cilindro de gas Marca SAFEWARE Precision Gas Mixture: CO, CH ₄ , H ₂ S, O ₂ , CO ₂ . Serie: 1606211	Número: 10103262

Resultados de la medición

Modo de ensayo: Comparación con gas Patrón

Antes de iniciar los ensayos el detector fue calibrado con aire limpio en referencia al manual.

Gas Patrón	Objetivo a Verificar	Incert. del Gas	Número de Lote	Mediciones			Incert. de la Medición	Rango
				1	2	3		
Monóxido de Carbono (CO) 60 ppm	60 ppm	2%	232-100-4	60	60	60	0,7213 ppm	0 - 2000 ppm
Oxígeno (O ₂) 15%	15%	2%	232-100-4	15	15	15	0,4531 %	0 - 30 %Vol.
Metano (CH ₄) 58%	58%	2%	232-100-4	58	58	58	0,0354 %	0 - 100%LEL
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) 20 ppm	20 ppm	10%	232-100-4	20	20	20	0,0613 ppm	0 - 200 ppm
Dióxido de Carbono (CO ₂) 2.5%	2.5%	2%	232-100-4	2.5	2.5	2.5	0,2432 %	0 - 2.7 %

Valor esperado: Indicación del nivel en el rango de nivel de referencia

Nota

 La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre multiplicado por cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Identificación: con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde "Calibrado"

Fin del documento



certificado sin firma y sello carecen de validez

Av. Horacio Urteaga N° 722, Jesús María, Lima - Perú

Telf.: 964368738 / 974741087 / 978267093

Email: informes.icmlab@gmail.com

10.6.4. Certificado de calibración DETECTOR MULTIGASES MSA 4X



Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LABORATORIO DE GASES

NUMERO: LGA - 0017 - 2020
ARCHIVO: LGA 2020

Equipo: DETECTOR MULTIGASES
 Marca: MSA
 Modelo: 4X
 Serie / identificación: 00476557-E17E0 / N° 5
 Procedencia: U.S.A.
 Tipo de Gases: O2, CO, H2S, CH4
 Rango de medición: 0 - 100 % LEL (CH4)
 0 - 30 % Vol. (O2)
 0 - 200 ppm (H2S)
 0 - 2000 ppm (CO)

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos según el trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

Solicitante: A Y B SSOMA SERVICIOS SAC
 Dirección: CAL. BELISARIO SUAREZ NRO. 443 URB. LOS FICUS
 LIMA - LIMA - SANTA ANITA

ICM LAB no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración.

Fecha de recepción: 11 de julio de 2020
 Fecha de calibración: 13 de julio de 2020
 Fecha de emisión: 13 de julio de 2020

Si el usuario requiere una copia del documento sellada, solicitar al área de ventas del laboratorio.

Método de calibración:

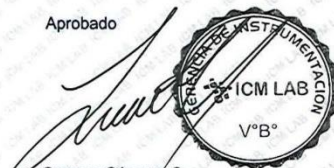
Determinación de los errores de indicación por el método de comparación directa con gases patrones.

Condiciones ambientales:

Temperatura Inicial	17.1 °C	Humedad relativa inicial	82.1 %
Temperatura final	17.2 °C	Humedad relativa final	82.1 %

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren de la autorización de ICM LAB.

Aprobado



Carmen Cáceres C.
Jefe de instrumentación



certificado sin firma y sello carecen de validez

Av. Horacio Urteaga N° 722, Jesús María, Lima - Perú
 Telf.: 964368738 / 978267093
 Email: informes.icmlab@gmail.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LABORATORIO DE GASES

 NUMERO: LGA - 0017 - 2020
 ARCHIVO: LGA 2020

Patrones de referencia

PATRON UTILIZADO	CILINDRO
Cilindro de gas Marca SAFEWARE Precision Gas Mixture: CO, CH ₄ , H ₂ S, O ₂ . Serie: L201519	Número: 10103262

Resultados de la medición

Modo de ensayo: Contraste con gas Patrón

Antes de iniciar los ensayos el detector fue calibrado con aire limpio en referencia al manual.

Gas Patrón	Objetivo a Verificar	Incert. del Gas	Número de Lote	Mediciones			Incert. de la Medición	Rango
				1	2	3		
Monóxido de Carbono (CO) 60 ppm	60 ppm	2%	248-100-4	60	60	60	1,2014 ppm	0 - 2000 ppm
Oxígeno (O ₂) 15%	15%	2%	248-100-4	15.1	15	15	0,3055 %	0 - 30 %Vol.
Metano (CH ₄) 58%	58%	2%	248-100-4	58	58	58	1,1614%	0 - 100%LEL
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) 20 ppm	20 ppm	10%	248-100-4	20	20	20	2,0008 ppm	0 - 200 ppm

Valor esperado: Indicación del nivel en el rango de nivel de referencia

Nota

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre multiplicado por cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Identificación: con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde "Calibrado"

Fin del documento



certificado sin firma y sello carecen de validez

 Av. Horacio Urteaga N° 722, Jesus María, Lima - Perú
 Telf.: 964368738 / 978267093
 Email: informes.icmlab@gmail.com

10.7 Matriz de operacionalización

GENERACIÓN DE BIOGAS Y BIOL A PARTIR DE LA CO- DIGESTIÓN DE AGUAS MIELES PROCEDENTES DEL CAFÉ Y PURÍN DE PORCINO: MATRIZ DE CONSISTENCIA						
	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE	PARAMETRO	INDICADOR
Generales	¿Cómo afecta el uso de aguas mieles procedentes del café y purín de porcino en la calidad de biogás y biol generado?	hp: El uso de aguas mieles y purín de porcino tiene un efecto positivo en la calidad de biogás y biol generado	Determinar la calidad de biogás y biol generado a partir del uso de la co-digestión de aguas mieles y purín de porcino	X: Aguas mieles y purín de porcino	Composición química y biológica de aguas mieles	Concentración Nitrogeno %
		hn: El uso de aguas mieles y purín de porcino no tiene un efecto positivo en la calidad de biogás y biol generado				Concentración Fosforo %
					Composición química y biológica de purín de porcino	Concentración Potasio %
						Concentración Materia Orgánica %
Específicas	¿Cómo afecta la relación carbono nitrógeno del purín de porcino en la calidad de biogás generado?	hp: la relación carbono/nitrógeno óptima tiene un efecto positivo en la calidad de biogás generado	Determinar si la relación carbono/nitrógeno del purín de cerdo tiene un efecto positivo en la calidad de biogás generado	Y: Calidad de biogás	Concentración de metano	% de acuerdo al volumen
					Concentración CO2	% de acuerdo al volumen
					<i>Escherichia coli</i>	Presencia
					<i>Salmonella</i>	Presencia
		hn: La relación carbono/nitrógeno no tiene un efecto positivo en la calidad de biogás generado			Concentración Gas Sulfuroso	% de acuerdo al volumen
	¿Cómo afecta la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos en la calidad de biol generado?	hp: la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado	Determinar si la concentración de ácidos húmicos y fúlvicos es relevante en la calidad de biol generado	Z: Calidad de biol	ácidos fúlvicos	% de acuerdo al volumen
		hn: La concentración de ácidos húmicos y fúlvicos no es relevante en la calidad de biol generado			ácidos húmicos	% de acuerdo al volumen