TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y ABONO LÍQUIDO MEDIANTE LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA DEL EXUDADO DE CACAO"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Raúl André Gutiérrez Espantoso (0000-0003-3183-7068)

Asesor:

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

Lima – Perú

2023

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 02 de mayo del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Wilbert Cruz Hilacondo
Miembro: Mg. Adrian Garaycochea Mendoza del Solar
Miembro: Mg. Jennifer Villavicencio Huamani

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y ABONO LÍQUIDO MEDIANTE LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA DEL EXUDADO DE CACAO"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Raúl André Gutiérrez Espantoso**

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 tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple ( )calificar a:

Tesista: Raúl André Gutiérrez Espantoso			Nota (en letras): 16 (DIECISÉIS)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mg. Wilbert Cruz Hilacondo
Presidente

Mg. Adrian Garaycochea Mendoza del Solar
Miembro 1

Mg. Jennifer Villavicencio Huamani
Miembro 2

Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Asesor

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 INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 06 de mayo del 2024

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

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

De nuestra consideración,

Yo: Raúl André Gutiérrez Espantoso, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Luis Abraham Gomero Osorio, declaramos que este trabajo de investigación titulado: "OBTENCIÓN DE BIOGÁS Y ABONO LÍQUIDO MEDIANTE LA DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA DEL EXUDADO DE CACAO", sustentado para obtener el grado de titulado.

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 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:

Firma del asesor de tesis
DNI:

[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. Producción de biogás y abono líquido mediante la digestión anaeróbica del exudado de cacao

Autores. Raul Andre Gutierrez Espantoso

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2385796082).

Resultado de la evaluación. 7%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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



Producción de biogás

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	4%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	3%
2	doczz.net Fuente de Internet	1%
3	"Evaluación de las propiedades ópticas en hojas de plantas de lechuga (Lactuca sativa L.) para el diagnóstico temprano de déficit de nutrientes", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2022 Publicación	1%
4	www.water-energy-food.org Fuente de Internet	<1%
5	documentop.com Fuente de Internet	<1%
6	pdffox.com Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Producción de biogás y abono líquido mediante la digestión anaeróbica del exudado de cacao

Biogas Production and liquid fertilizer through anaerobic digestion of cocoa exudate

Raúl Gutiérrez E.[1*] ORCID: 0000-0002-3984-2868, raangu97@gmail.com
Luis Gomero O.[1] ORCID: 0000-0002-4739-2094, lgomero910@hotmail.com

Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica del Sur. Km. 19 de la Panamericana Sur, Lima - Perú

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

En la actualidad, los combustibles fósiles representan la fuente principal de energía, sin embargo, su inadecuada gestión provoca emisiones contribuyentes al cambio climático y al calentamiento global. El proceso de digestión anaeróbica viene demostrando ser es una alternativa capaz de proporcionar un gran potencial energético (generando biogás y biol), argumentando su viabilidad, tanto energética como medioambiental; y a su vez, brindando un manejo eficiente de residuos orgánicos.

Esta investigación se llevó a cabo en Neshuya, Perú y tuvo como objetivos medir la cantidad de biogás y evaluar la calidad de biol, obtenidos a partir de la digestión anaeróbica de la mezcla de exudado de cacao, estiércol de vaca y cal. El experimento constó de 3 tratamientos (T1, T2 y T3) y 1 control (C), donde C presentó 65L de exudado de cacao, T1, 56L de exudado de cacao y 8kg de estiércol de vaca, T2, 47L de exudado de cacao y 16kg de estiércol de vaca y, T3, 38L de exudado de cacao y 24kg de estiércol de vaca. Para ello, se construyeron biodigestores de tipo Batch, donde se llevaron a cabo los procesos de digestión anaeróbica durante 70 días. Los resultados obtenidos demostraron mayor producción de biogás y mejor composición del biol siguiendo la siguiente tendencia T3>T2>T1>Control, donde T3 obtuvo los mejores resultados.

Palabras claves: Residuos orgánicos, biofertilizante, Fermentación, Energía.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

Currently, fossil fuels represent the main source of energy, however, their inadequate management causes emissions that contribute to climate change and global warming. The anaerobic digestion process has been proving to be an alternative capable of providing great energy potential (generating biogas and biol), arguing its viability, both energetic and environmental; and in turn, providing efficient management of organic waste.

This research was carried out in Neshuya, Peru and had the objectives of measuring the quantity of biogas and evaluating the quality of biol, obtained from the anaerobic digestion of the mixture of cocoa exudate, cow manure and cal. The experiment consisted of 3 treatment (T1, T2 and T3) and 1 control (C), where C contained 65 L of cocoa exudate, T1, 56L of cocoa exudate and 8kg of cow manure, T2, 47L of cocoa exudate and 16 kg of cow manure and, T3, 38 L of cocoa exudate and 24kg of cow manure. For this, Batch-type biodigesters were built, where anaerobic digestion processes were carried out for 70 days. The results obtained demonstrated greater biogas production and a better composition of the biol according to the following descending order T3>T2>T1>Control, with T3 being the one that obtained the highest and most optimal results.

Key words: *Organic waste, biofertilizer, fermentation, Energy.*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

INTRODUCCIÓN

En el mundo, los combustibles fósiles representan actualmente la fuente principal de energía, sin embargo, su uso provoca emisiones que contribuye al cambio climático y al calentamiento global (Hong et al., 2014). "El exponencial crecimiento de la población en todo el mundo ha generado un aumento en el consumo energético y de los recursos en general, teniendo como consecuencia un incremento en la generación de residuos" (Asase et al., 2009); que actualmente presenta una inadecuada gestión causando fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales tienen un efecto negativo sobre la salud de la población. Debido a ello, el interés de los investigadores en el campo del desarrollo de otras fuentes de energía se ha incrementado con el propósito de sustituir su gran demanda en todo el mundo. Bautista (2008) afirma lo siguiente:

> Existen alternativas de energías renovables que vienen siendo empleadas en los últimos años, ejemplo de ellas es la energía hidráulica, solar, eólica, la obtenida a partir de biomasa, etc.; este tipo de fuentes energéticas son las consideradas como fuentes alternativas para reemplazar a los combustibles fósiles. (p. 1)

Para el presente estudio se plantea emplear la biomasa agrícola. Esta forma de energía se produce mediante la biogeneración, un proceso que contribuye significativamente a la protección ambiental (Ávila-Hernández et al., 2018). Para aplicar la técnica de biogeneración es necesario el proceso de digestión anaeróbica, el cual se da dentro de un biodigestor, en ausencia de oxígeno (O_2), utilizando residuos orgánicos y un sustrato como materias primas. Tras un periodo que puede variar de semanas a meses, se produce el biogás, así como biofertilizantes (Soria Fregoso et al., 2000). Por estas razones, el biogás se categoriza como una fuente de energía renovable que permite un desarrollo energético sostenible (Siles, 2012).

En el Perú, el cultivo de cacao en la provincia de Padre Abad (Ucayali) produce un residuo orgánico, llamado exudado de cacao, que ha generado grandes problemas ambientales. La región presenta un limitado conocimiento del aprovechamiento de este residuo como agente energético, por este motivo no existe una adecuada gestión, generando altas emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera (Ruiz, 2015), contaminación de suelos por lixiviados ácidos y contaminación de agua por infiltración a los cuerpos hídricos (Boada, 2004).

Actualmente, se ha reportado el aprovechamiento del exudado de cacao, el cual puede ser transformado en bioetanol, según Delgado et al. (2018). Por otro lado, Ruíz (2015), estimó la potencia energética a partir del exudado de cacao, concluyendo que podría cubrir alrededor del 20% de la demanda energética de la ciudad de Pucallpa.

Por esta razón, en la presente investigación, se propone aprovechar el exudado de Cacao producido en la Provincia de Padre Abad mediante la digestión anaeróbica, obteniendo como resultado final biogás y biol.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales empleados en la construcción de los biodigestores

La construcción de los biodigestores se realizó bajo las consideraciones tomadas por Luna (2018) y Garavito (2018), las cuales constan de tres partes: General, gas y biol. Ambos autores mencionados emplearon un homogeneizador para la obtención de una mezcla uniforme. Para el presente artículo no se consideró un homogeneizador para evitar riesgo de fugas, tal como señala Salvador et al., (2015).

Procedencia de los residuos

El estiércol de vaca fue recolectado de zonas cercanas al proyecto. Se obtuvo de establos de criaderos de ganado vacuno propios de la comunidad y fue empleado para la mezcla de componentes en los diferentes tratamientos. Se realizó una recolección de 50 kg.

Implementación del biodigestor

La experimentación se llevó a cabo mediante el diseño de biodigestores de tipo batch con régimen discontinuo cargado una sola vez y a escala piloto. (Figura 1).

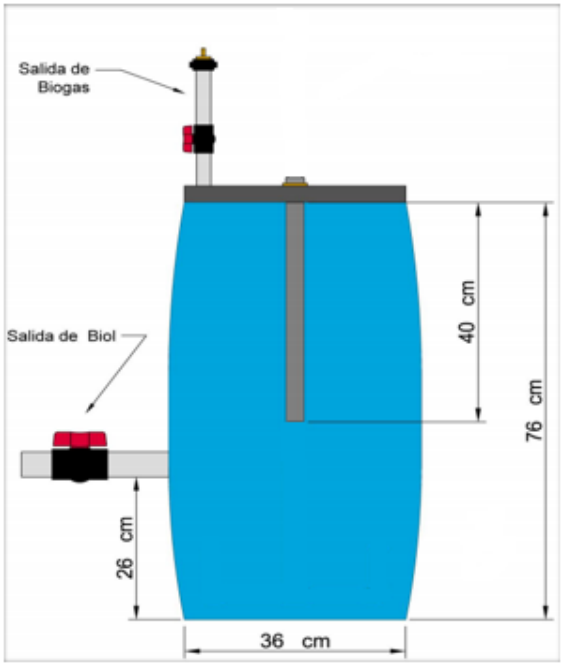


Figura 1. Estructura del biodigestor

Se emplearon 12 bidones o tambores plásticos de 90 L. Cada uno tuvo 2 perforaciones, uno en la tapa ubicada en la parte superior, donde se instaló una llave de paso y por donde se llevó a cabo la salida del biogás obtenido hacia los flotadores de almacén, y otra en la parte inferior media, al borde del bidón (Figura 1), donde se instaló una llave de paso para la colecta del biol para realizar los análisis posteriores. Una vez listos los biodigestores, se procedió al llenado de material. Teniendo los biodigestores listos y cargados, se homogeneizó los biodigestores cada 15 minutos y durante 1 hora, con el objetivo de garantizar una buena relación entre la actividad microbiana y el sustrato (Castillo, 2012).

Se realizó tres tratamientos (T1: 56l/8kg/5kg, T2: 47l/16kg/4kg y T3: 38l/24kg/3kg) y un control (65l/0kg/6kg), los cuales contaron con tres repeticiones, siendo un total de 12

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

biodigestores. El experimento se desarrolló durante 70 días entre los meses de mayo y julio del año 2021.

Tratamientos y carga de biodigestores

Carhuancho et al. (2015) y Medina et al. (2015), reportan que los valores óptimos de pH deben oscilar entre 6 y 8 para el desarrollo de una buena actividad de los microorganismos durante la digestión anaeróbica, debido a que las bacterias que realizan el proceso presentan sensibilidad ante cambios pequeños de pH (Chiriboga, 2010), influenciando en la cantidad y velocidad de generación de biogás (Cano-Hernández et al., 2016). Con la finalidad de incrementar el pH a 6 se adicionó cal a los biodigestores (Tabla 1).

Tabla 1. Insumos de cada uno de los tratamientos y el control

Tratamientos	Exudado de cacao (L)	Estiércol de vaca (kg)	Cal (kg)
C	65	0	6
T1	56	8	5
T2	47	16	4
T3	38	24	3

Evaluación de biogás

Para el almacenamiento de biogás se emplearon neumáticos de carretillas, los cuales fueron conectados al biodigestor a través de una llave. Una vez lleno al máximo el flotador, el biogás acumulado fue absorbido por un inflador que en este caso tuvo una función contraria a la habitual. El biogás fue expulsado por medio del inflador hacia una botella plástica llena de agua, la cual tuvo un volumen de 7 L, en donde aplicando el principio de Arquímedes, el volumen de biogás que ingresó a la botella, desplazó un cierto volumen de agua de la botella hacia otro recipiente graduado, este último valor será igual al volumen de biogás producido (Castillo, 2012).

Por otro lado, la botella de 7 L tuvo conectadas dos mangueras. Una en la parte superior, por la que ingresó el biogás dirigido del inflador; y la segunda, en la parte lateral, fue una manguera más delgada que iba desde la base de la botella hasta la base del recipiente graduado (Figura 2).

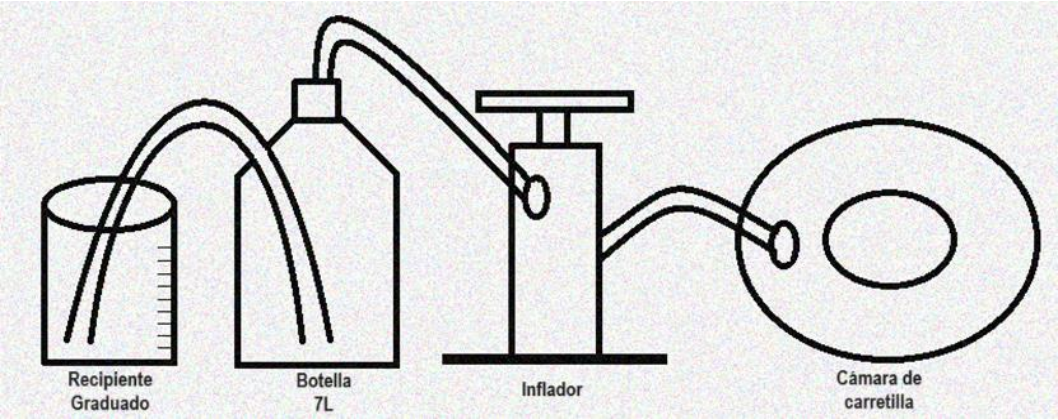


Figura 2. Proceso para calcular el volumen de biogás

Evaluación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Medición del pH y temperatura

Se evaluó la temperatura y pH dos veces por semana, utilizando un pH metro marca HANNA modelo HI98128. Cada uno de los biodigestores presentaba una llave en la parte inferior (Figura 1), por donde se obtenía 10 ml de muestra en un frasco para su posterior evaluación.

Conteo de coliformes fecales

El análisis de coliformes fecales fue realizado al inicio y al final del experimento. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Para ello, se evaluó 500 ml de muestra homogenizada obtenida en cada repetición. El número de coliformes fecales se llevó a cabo mediante la técnica del número más probable (NMP) establecida por la International Commission on Microbiological Specifications for Foods.

Evaluación de materia orgánica

La finalidad fue evaluar la calidad de abono líquido obtenido. Se obtuvieron muestras de 1 litro, el cual fue filtrado con telas y colocado en envases de vidrio. Los 12 envases se llevaron al laboratorio de la UNALM para evaluar el contenido de macronutrientes primarios (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), secundarios (Calcio, Magnesio y Sodio) y materia orgánica. Los análisis se desarrollaron según la **Tabla 2.**

Tabla 2. Métodos empleados por el laboratorio de la UNALM

ELEMENTO	MÉTODO	REFERENCIA
N	Método de Kjeldahl	Goyal et al. (2022)
P	Espectrofotometría de absorción atómica	Koga et al. (2006)
K	Espectrofotometría de absorción atómica	Koga et al. (2006)
Ca	Espectrofotometría de absorción atómica	Koga et al. (2006)
Mg	Espectrofotometría de absorción atómica	Koga et al. (2006)
Na	Espectrofotometría de absorción atómica	Koga et al. (2006)
MO	Método Walkley y Black	Yarce et al. (2014)

Análisis estadístico

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los resultados obtenidos de los análisis fueron evaluados mediante la prueba de análisis de varianza (ANOVA), para evaluar la diferencia entre tratamientos y control (p value <0.05). Se realizó la prueba tukey para identificar las diferencias significativas entre cada tratamiento y el control. También se comparó las diferencias de los tratamientos al inicio y final del experimento, para ello, se realizó una comparación mediante la prueba de t student. Los análisis fueron realizados mediante el programa Info Stat 2020 (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de biogás

Después del periodo de 70 días se ha obtenido el biogás en los diferentes tratamientos. El tratamiento 3 presentó el mayor volumen de biogás acumulado (208l ± 3.63), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (178.3 ± 3.54, 140.7 ± 8.64, 92.4 ± 11.39, respectivamente (Tabla 3). Los tratamientos presentan diferencias significativas (p value < 0.05). La comparación de medias entre tratamientos presenta diferentes grupos. Además, se observa que el control, el cual se encuentra formado por 65l de exudado de cacao y 6kg de cal, también fue capaz de producir biogás (92.4l), pero su producción es inferior a los tratamientos (Figura 2).

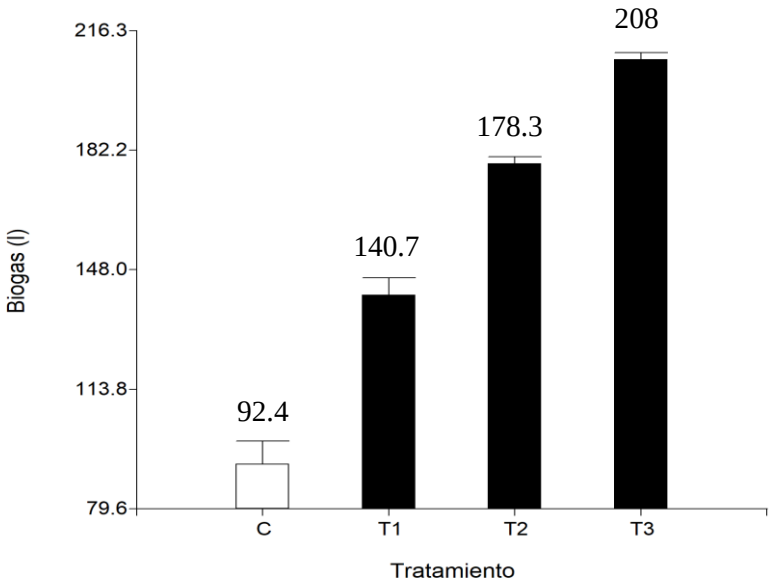


Figura 2. Producción de biogás

Los diferentes reportes (Garavito, 2018; Castillo, 2012) señalan acerca de la importancia de la optimización de los residuos orgánicos para otros fines de producción de energía. Garavito (2018) realizó ensayos para la optimización de los residuos derivados de los restos de trucha y estiércol de vacuno para la producción de biogás, obteniendo en 10 semanas de experimento como resultado 72.6 l, 95.6l, 121.6 l y 159.3l para el control, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3, respectivamente. Así también, Castillo (2012), en 10 semanas logró obtener 641.5l, 531.1 y 570.5l para el tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3, respectivamente; empleando estiércol de Gallinaza y Codornaza y, como resto orgánico, chala de maíz. Castillo (2012), ha obtenido mayor contenido de biogás con la incorporación de chala de maíz y estiércol avícola. La explicación la resalta Carhuancho (2012) en su ensayo, quien realizó un análisis de la composición química del estiércol avícola comparado con otros tipos de estiércol, teniendo como resultado que el estiércol avícola presenta mejores propiedades químicas

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

y concentración de nutrientes. Además, menciona que los cambios en la producción de biogás varían de acuerdo al tipo de estiércol, resto orgánico y la sinergia que exista entre resto orgánico – sustrato.

Existen otras experiencias en producción de bioetanol, donde se empleó el exudado de cacao como materia prima, resaltando su gran potencial energético. Nuestros resultados confirman y dan credibilidad a la producción de bioetanol, ya que tanto el bioetanol, como el biogás son considerados como energía.

Tabla 3. Volumen de biogás obtenido con la incorporación de exudado de cacao, estiércol de vaca y cal

Variable	Control	T1	T2	T3	p. value
Biogás (L)	92.4 ± 11.39^{a}	140.7 ± 8.64^{b}	178.3 ± 3.54^{c}	208.0 ± 3.63^{d}	0.0001

Nota: Valores promedio ± SD. Los resultados fueron evaluados mediante ANOVA. Los superíndices referencia a la comparación de medias mediante la prueba.

Producción de biol

Evaluación del pH y la temperatura

De la condición inicial en el experimento el pH se ha encontrado en un rango de 6.2-6.4, posteriormente al realizar la incorporación de los diferentes tratamientos el pH al final del ensayo se ha visto afectado principalmente en el control, con una reducción del pH (p value < 0.0001). De la misma forma en el tratamiento 1, se ha reducido el pH. A diferencia de los tratamientos 2 y 3, donde no ha existido gran variación, al contrario, en el tratamiento 3 se ha observado un relativo incremento en el pH al final del experimento (Figura 1). Todo ello, se debió a las proporciones que, teniendo en cuenta el pH ácido del exudado de cacao (4), mientras mayor cantidad de estiércol se presentaba, se incrementaba el pH final (Garavito, 2018).

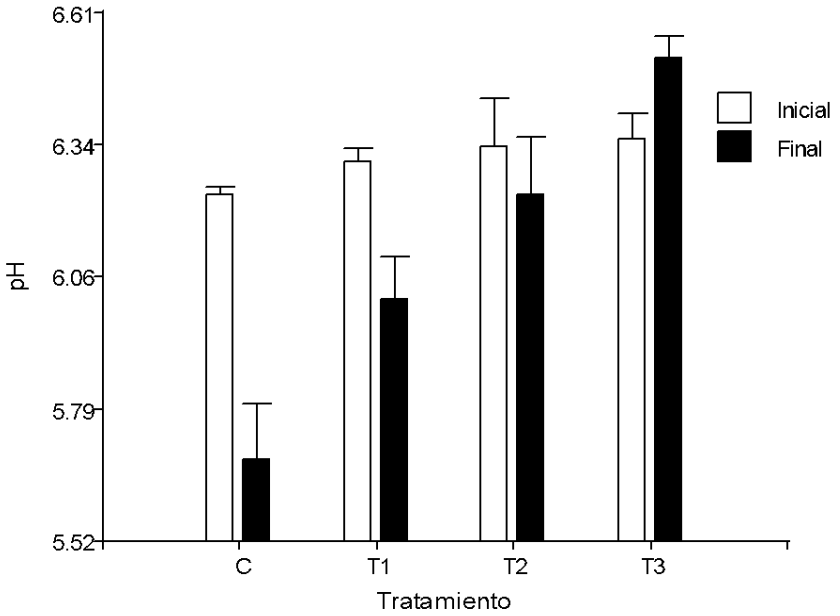


Figura 1. Comparación entre pH inicial y final según cada tratamiento

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Para el caso de la temperatura, en los diferentes tratamientos ha oscilado entre 26.06-26.41 °C. Estos valores estadísticamente no son significativos (Tabla 4). Según Luna (2018) y Barrena et al. (2017), reportan que la temperatura ambiental se ve reflejada en la temperatura de los biodigestores, la cual presenta un parámetro directamente implicado en la cantidad de biogás generado. Además, de ella depende la velocidad de degradación de sustratos y el rendimiento del proceso (Gajardo, 2013).

Mosquera et al., (2012) y Ortega (2006), reportaron que corresponde a un régimen mesofílico (20-40 °C). Si bien se da una menor velocidad de reacción que un proceso termofílico (>40 °C), finalmente resulta ser más estable y menos problemático.

Tabla 4. Efecto de la mezcla de exudado de cacao, estiércol de vaca y cal en los valores de pH y temperatura

Variable	Control (65 L)	T1 (56 L)	T2 (45 L)	T3 (38 L)	p. value
pH	5.56 ± 0.03^{a}	6.10 ± 0.27^{a}	6.33 ± 0.06^{b}	6.49 ± 0.03^{c}	0.002
Temperatura	26.06 ± 0.12^{a}	26.30 ± 0.18^{a}	26.39 ± 0.06^{a}	26.41 ± 0.2^{a}	0.0741

Nota: Valores promedio ± SD. Los resultados fueron evaluados mediante ANOVA. Los superíndices referencia a la comparación de medias mediante la prueba.

Análisis especial de materia orgánica
Macronutrientes primarios y secundarios

Los macronutrientes primarios estuvieron conformados por el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Por otra parte, los macronutrientes secundarios se encontraron conformados por Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sodio (Na). En el presente artículo se identificó la cantidad de estos elementos en el control y cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones. Cada uno de ellos fueron evaluados estadísticamente, donde se pudo notar diferencias significativas ($p<0.05$), la tabla 5. nos muestra los resultados de la prueba tukey.

En el caso del Nitrógeno (N), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de nitrógeno (2005.73 ± 307.62^{c}), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (1640.8 ± 193.75^{c}, 1023.87 ± 121.29^{b}, 462 ± 37.04^{a}), respectivamente. Los tratamientos presentaron diferencias significativas (p value = 0.0001). El tratamiento 2 y 3 no presentaron diferencias significativas entre sí (tabla 5). Además, se observa que el control (65l de exudado de cacao) presenta buen contenido de nitrógeno, sin embargo, la incorporación de estiércol de vaca, mejoró enormemente la concentración de nitrógeno obtenido. Los resultados fueron bastante elevados en comparación con los resultados de autores que emplearon diferentes restos orgánicos a descomponer. Castillo (2012) no obtuvo valores que pasaran de 1000 $mg.l^{-1}$ empleando gallinaza como sustrato. Por otro lado, Cárdenas (2012) no tuvo valores que pasen de 814.33 $mg.l^{-1}$ empleando estiércol de vaca y restos orgánicos. En el caso de los dos autores mencionados, ambos argumentaron en sus resultados que sin importar la proporción que exista entre estiércol y resto orgánico, siempre que el resto orgánico disminuyó en cantidad y el estiércol aumentó, el nitrógeno aumentó como

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

resultado, debido a que el estiércol de vaca presenta gran cantidad de nitrógeno como parte de su composición (Arellano et al., 2014). En este experimento, se obtuvieron valores de 462.00 $mg.l^{-1}$, 1023.87 $mg.l^{-1}$, 1640.80 $mg.l^{-1}$ y 2005.73 $mg.l^{-1}$ para el control, T1, T2 y T3, respectivamente. Al igual que en otras investigaciones, la concentración de nitrógeno aumentó con el incremento de estiércol, sin embargo, las concentraciones obtenidas durante este proceso resultaron ser mucho mayores, lo cual se debió a las propiedades del resto orgánico empleado (exudado de cacao).

Para el fósforo (P), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de fósforo (331.03 ± 104.55^{b}), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (284.94 ± 37.43^{ab}, 266.79 ± 54.098^{ab}, 141.33 ± 13.89^{a}), respectivamente. Los tratamientos presentaron diferencias significativas (p value = 0.0294). El tratamiento 1 y 2 presentaron resultados muy similares, perteneciendo al mismo grupo según la comparación de medias (tabla 5). Por otro lado, observamos que el control presenta una leve producción de fósforo en comparación a los tratamientos, que con la incorporación de estiércol de vaca logró mejores resultados. Según Luna (2018), el estiércol de vacuno fresco se caracterizó por presentar un alto contenido de materia orgánica, minerales y macronutrientes (N, P y K). Por otro lado, Vásquez (2022), en su experimento empleó la mezcla de aguas mieles en litros y purín de porcino en kilogramos, donde obtuvo: 57.32 $g.l^{-1}$ (T1:70l), 186.81 $g.l^{-1}$ (T2:61.25l y 8.75kg), 318.92 $g.l^{-1}$ (T3:49l y 21kg) y 441.43 $g.l^{-1}$ (T4:35l y 35kg). De esta manera, se pudo evidenciar y precisar que, con el aumento de la cantidad de estiércol de vaca en cada tratamiento, se notó un ligero aumento en la concentración de Fósforo. En el caso del control, obtuvo el valor más bajo de Fósforo (141.33 $mg.l^{-1}$). Esto se debe a que este tratamiento trabajó sólo con exudado de cacao. Para el caso de los tratamientos 1, 2 y 3 los resultados fueron los esperados, ya que la media fue en aumento a medida que incrementaba la cantidad de estiércol de vaca.

Para el Potasio (K), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de potasio (2350 ± 170.91^{a}), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (2064 ± 199.16^{a}, 1864 ± 407.55^{a}, 1833.33 ± 8.33^{a}), respectivamente. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas (p value = 0.1023). La comparación de medias entre grupos no presentó diferencias significativas (tabla 5). Se puede notar que tanto el control como los tratamientos presentaron concentraciones elevadas de potasio, sin embargo, la incorporación de estiércol de vaca aumentó relativamente estas concentraciones. Esto, se asemeja con lo obtenido en el experimento de Quipuzco, Baldeón y Tang (2011), quienes emplearon 2 mezclas de estiércol de vaca, una con 3kg y otra con 3.5kg, la concentración de K fue de 2692.4 29 $mg.l^{-1}$ y 2930.8 $mg.l^{-1}$,respectivamente. Además, Quispe (2023), realizó su investigación empleando suero (l) y estiércol (kg) de vacuno en diferentes proporciones para el control (192l), tratamiento 1 (173l/19kg), tratamiento 2 (154l/38kg) y tratamiento 3 (134l/58kg); obteniendo 1213.33 $mg.l^{-1}$, 1320 $mg.l^{-1}$, 1380 $mg.l^{-1}$ y 1466.67 $mg.l^{-1}$, respectivamente. En el presente artículo los resultados para el Control, T1, T2 y T3 fueron de 1833.33 $mg.l^{-1}$, 1864.00 $mg.l^{-1}$, 2064.00 $mg.l^{-1}$ y 2350.00 $mg.l^{-1}$, respectivamente; siguiendo la tendencia de los autores mencionados. Esto, debido a las características fertilizantes del estiércol de vaca que, a medida que aumentó, se observó un aumento en los niveles de potasio. Además, la incorporación de cal presenta concentraciones de potasio y calcio, las cuales se notaron en los resultados del ensayo.

Para el calcio (Ca), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de calcio (8853.33 ± 280^{b}), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (6848 ± 1012.98^{ab}, 6493.33 ± 816.82^{ab}, 6000 ± 1360.20^{a}), respectivamente. Los tratamientos presentaron diferencias significativas principalmente entre el control y el tratamiento 3 (p value = 0.0277). El tratamiento 1 y 2 presentaron resultados muy similares, perteneciendo al mismo grupo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

según la comparación de medias (tabla 5). Así mismo, se puede notar que las concentraciones de calcio son bastante elevadas, sin embargo, los resultados pueden evidenciar con claridad el beneficio de la incorporación de estiércol de vaca en el aumento de la concentración de calcio. Para Garavito (2018) y otros autores, este resultado fue similar, ya que sus cantidades de calcio fueron en aumento a medida que se agregaba mayor cantidad de estiércol. Sin embargo, los rangos elevados en la concentración de calcio se deben principalmente a que en el presente experimento se empleó un resto orgánico con un pH ácido (4-4.5). Se debía alcanzar un pH mínimo de 6, de lo contrario, el experimento no tendría un resultado óptimo. Por ello, se empleó la "cal" que, al ser un fertilizante básico, aumentó el pH del sistema.

Lo mismo sucedió para el caso del Magnesio (Mg), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de magnesio (466.67 ± 37.17^{b}), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (397.33 ± 36.3^{b}, 321.33 ± 16.17^{a}, 260 ± 13.87^{a}), respectivamente. Los tratamientos presentaron diferencias significativas, sin embargo, entre el tratamiento 3-2 y el control-t1, no existieron diferencias significativas, perteneciendo al mismo grupo según la comparación de medias (tabla 5). Asimismo, se observa que el exudado de cacao (control) presenta como característica un buen contenido de magnesio, pero la incorporación del estiércol de vaca mejoró las concentraciones de este macronutriente secundario. Para Quipuzco, Baldeón y Tang (2011), el estiércol de vaca resultó tener una gran concentración de estos macronutrientes secundarios (Calcio, Magnesio y Sodio). Garavito (2018), respalda esta información en su ensayo, donde empleando restos de trucha y estiércol de vaca obtuvo 49.5 mg/l^{-1}, 79.67 mg/l^{-1}, 303.33 mg/l^{-1} y 563.33 mg/l^{-1}, para el control, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3, respectivamente. Los resultados del presente ensayo confirman la coherencia de los resultados obtenidos por otros autores, en donde la incorporación de estiércol de vaca tuvo una repercusión positiva en los valores obtenidos.

Para el caso del sodio (Na), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de sodio (172 ± 84^{a}), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (115.87 ± 56.03^{a}, 79.6 ± 37.32^{a}, 37.73 ± 11.03^{a}), respectivamente. Los tratamientos no presentaron diferencias significativas (p value = 0.0776). El control y los tratamientos presentaron resultados muy similares, perteneciendo al mismo grupo según la comparación de medias (tabla 5). Sin embargo, se observa que, pese a la similitud de medias, la incorporación de estiércol de vaca incrementó relativamente las concentraciones de sodio. Para Garavito (2018), las concentraciones de Sodio fueron de 358.83 mg.l^{-1}, 573.33 mg.l^{-1}, 775.00 mg.l^{-1} y 1408.33 mg.l^{-1} para C, T1, T2 y T3, respectivamente. Delgado (2017), quien empleó la mezcla de restos de truchas y estiércol de vaca en proporciones de 100%-0%, 75%-25%, 50%-50% y 25%-75% para el C, T1, T2 y T3, obtuvo resultados muy similares para cada tratamiento, los cuales lograron mejoras mínimas con la adición del estiércol de vacuno. Para la presente investigación se obtuvo 37.73 mg.l^{-1}, 79.6 mg.l^{-1}, 115.87 mg.l^{-1} y 172 mg.l^{-1} para el C, T1, T2 y T3, respectivamente. Lo cual evidencia la carencia de sodio en el exudado de cacao y confirma la mejora de los resultados con la incorporación de estiércol de vacuno.

Tabla 5. Niveles de macro y micronutrientes obtenidos con la incorporación de exudado de cacao, estiércol de vaca y cal

Nutrientes (mg.l-1)	Control	T1	T2	T3	p. value
N	462 ± 37.04^{a}	1023.87 ± 121.29^{b}	1640.8 ± 193.75^{c}	2005.73 ± 307.62^{c}	0.0001

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

P	141.33 ± 13.89[a]	266.79 ± 54.098[ab]	284.94 ± 37.43[ab]	331.03 ± 104.55[b]	0.0294
K	1833.33 ± 8.33[a]	1864 ± 407.55[a]	2064 ± 199.16[a]	2350 ± 170.91[a]	0.1023
Ca	8853.33 ± 280[a]	6848 ± 1012.98[ab]	6493.33 ± 816.82[ab]	6000 ± 1360.20[b]	0.0277
Mg	260 ± 13.87[a]	321.33 ± 16.17[a]	397.33 ± 36.3[b]	466.67 ± 37.17[b]	0.0001
Na	37.73 ± 11.03[a]	79.6 ± 37.32[a]	115.87 ± 56.03[a]	172 ± 84[a]	0.0776

Nota: Valores promedio ± SD. Los resultados fueron evaluados mediante ANOVA. Los superíndices referencia a la comparación de medias mediante la prueba.

Materia Orgánica / Bioabono

En el caso de la materia orgánica (M.O.), el tratamiento 3 presentó mayor concentración de sodio (172 ± 84[a]), seguido del tratamiento 2, 1 y el control (115.87 ± 56.03[a], 79.6 ± 37.32[a], 37.73 ± 11.03[a]), respectivamente. Los resultados presentaron diferencias significativas, principalmente entre el control y el tratamiento 1 al compararlos con el tratamiento 3 (tabla 6). Existe una gran similitud en los resultados, sin embargo, se observa que la incorporación de estiércol de vacuno presenta características beneficiosas, incrementando las medias de los resultados con su adición. Según la Tabla 6., el aumento de este fue directamente proporcional al aumento del estiércol de vaca. Los resultados de M.O. para Castillo (2012) fueron de 5.56 g/L, 8.8 g/L, 8.5 g/L y sus tratamientos de Gallinaza, Codornaza y la mezcla de ambos, respectivamente. Sin embargo, para el presente artículo se obtuvo 33.06 g/L, 40.12 g/L, 50.83 g/L y 63.12 g/L para C, T1, T2 y T3, respectivamente; esto se debió principalmente a que el estiércol de vaca como parte de su composición, presenta poco más del 88% de materia orgánica, lo cual se vio relejado en los resultados, con lo que pudimos inferir que el biol obtenido presenta buenas propiedades para zonas de cultivo teniendo un resultado de M.O. muy por encima de otras investigaciones.

Tabla 6. Contenido de materia orgánica obtenidos con la incorporación de exudado de cacao, estiércol de vaca y cal

Variable	Control	T1	T2	T3	p. value
M.O. (g/L)	33.06 ± 13.86[a]	40.12 ± 16.17[a]	55.54 ± 36.3[ab]	67.88 ± 37.17[b]	0.0046

Nota: Valores promedio ± SD. Los resultados fueron evaluados mediante ANOVA. Los superíndices referencia a la comparación de medias mediante la prueba.

Coliformes Fecales

En la tabla 7. Se puede observar los resultados al inicio y final del proyecto. Se puede observar que no existen diferencias en los resultados finales obtenidos. En la parte inicial del ensayo, se observa que el tratamiento 3 presenta mayor contenido de coliformes fecales. Asimismo, se observa que la incorporación de ganado de vacuno aumentó la cantidad de coliformes fecales según cada tratamiento. Garavito (2018), obtuvo como resultado que el T3 fue el único tratamiento que tuvo presencia de coliformes fecales antes de iniciado el experimento. Carhuancho (2012), obtuvo resultados similares al presente ensayo, donde las condiciones iniciales del T2 y T3, dieron como resultado la presencia de coliformes fecales. Esto se confirma en la presente investigación, ya que el proceso de digestión anaeróbica convierte las excretas (que contienen altos niveles de coliformes fecales) en residuos sólidos sin riesgo de transmisión de enfermedades,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

empleando los coliformes fecales como sustrato para los microorganismos que permiten el desarrollo del sistema biodigestor (Carhuancho, 2012).

Tabla 7. Enumeración de coliformes fecales

Variable		Control	T1	T2	T3
Coliformes	Inicio ($NMP.ml^{-1}$)	0	0	9	75
	Final ($NMP.ml^{-1}$)	0	0	0	0

NMP: Técnica de número más probable; <10 = ausencia de coliformes fecales

CONCLUSIONES

Es posible producir biogás y biol a partir del exudado de cacao. Los resultados señalan una producción a partir de un sistema biodigestor. Sin embargo, la producción es reducida en comparación a la adición de estiércol de vacuno, siendo el tratamiento 3 el que produjo mayor cantidad de biogás (208l ± 3.63) y el control menor cantidad de biogás (92.4 ± 11.39). Por otro lado, las características y propiedades del biol se vieron reducidas al compararlo con la combinación con estiércol de vacuno, siendo el tratamiento 3 el que produjo una mayor media para todas las variables evaluadas (N, P, K, Ca, Mg, Na y M.O.) y, siendo el control el que obtuvo una menor media **(Tabla 5 y 6).**

La capacidad del biol para mejorar la calidad del suelo y apoyar el crecimiento vegetal, junto con la producción de biogás como fuente de energía renovable, presenta una solución integrada para el manejo sostenible de residuos orgánicos. Estos hallazgos subrayan la viabilidad de la digestión anaeróbica del exudado de cacao y estiércol de vaca no solo como estrategia de gestión de residuos, sino también como contribución significativa a la sostenibilidad.

LITERATURA CITADA

Andrés Siles, F. (2012). Generación de energía eléctrica a partir de producción de biogás.

Arellano, L., & Rosales, M. C (2014). *El ESTIÉRCOL*. INECOL *(Instituto de ecología A.C., México).*

Asase, M., Yanful, E.K., Mensah, M., Stanford, J., Amponsah, S., (2009). *Comparison of municipal solid waste management Systems in Canada and Ghana: a case study of the cities of London, Ontario, and Kumasi, Ghana. Waste Manag*. 29 (10)

Ávila-Hernández, M., Campos-Rodríguez, R., Brenes-Peralta, L., & Jiménes-Morales, M. F. (2018). *Generación de biogás a partir del aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables en el Tecnológico de Costa Rica, sede Cartago. Revista Tecnología en Marcha*, 31(2), 159-170

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Barrena G, M., Olivares M, V., Taramona R, L., & Chauca R, N. (2017). *Influencia de la temperatura ambiente sobre la producción de biogas*. Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu, 4(1), 15-25

Bautista, A. D. (2008). *Un análisis económico político para México del Protocolo de Kyoto. DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, *1*(1), 1

Boada Noriega, L. A. (2004). *Análisis de toxicidad de un residuo por medio del método de extracción y lixiviación: Norma SW-846: Método 1310A (EP), Método 1311 (TCLP).*

Cano, M., Bennet, A., Silva, E., Robles, S., Sainos, U., & Castorena, H. (2016). *Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. Agrociencia*, 50(4), 471–479

Cárdenas, J. (2012). *Evaluación de la calidad de biogás y biol en digestores utilizando estiércol de vaca y residuos orgánicos del comedor pretratados con la técnica del bocashi en la UNALM. Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina*

Carhuancho, F., Ramírez, J., & Guerrero, J. (2015). *Gestión ambiental de residuos avícolas mediante digestión anaerobia para la producción de fertilizantes orgánicos líquidos. Anales Científicos*, 76(1), 125–132

Carhuancho León, F. M. (2012). *Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola.*

Castillo Faura, G. I. (2012). *Evaluación de la codornaza y gallinaza de granjas avícolas para la producción de biogás y bioabono mediante digestión anaerónica* (No. P06 C3-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Facultad de Ciencias

Chiriboga, O. (2010). *Desarrollo del Proceso de Producción de Biogás y Fertilizante Orgánico a partir de Mezclas de Desechos de Procesadoras de Frutas. Universidad San Francisco de Quito.*

Delgado Gonzales, M. D. (2017). Residuos orgánicos de truchas y estiércol de porcino para la obtención de biol en la mejora de la calidad de suelo, para el cultivo de Medicago Sativa L. en Oyón, 2017.

Delgado Noboa, J. W., Peña, J. Á., & Soler, J. (2018). *Optimización de la producción de bioetanol en procesos fermentativos del exudado de Cacao CCN–51 en un biorreactor tipo batch* (No. ART-2018-106656)

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. *Centro de Transferencia InfoStat*, FCA, *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*.

Fregoso, M., Cerrato, R., Barra, J., González, G., Santos J., Gómez, L., & Pérez, G. (2000). *Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra Latinoamericana*, 19(4), 353-362

Gajardo Alarcón, N. L. (2013). *Estudio de la producción de biogás en función de la temperatura en un biodigestor tipo chino* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile].

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Garavito Ruas, O. P. (2018). *Relación entre la producción de Biogás y Biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno.* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur, Lima (Perú)].

Goyal, K., Singh, N., Jindal, S., Kaur, R., Goyal, A., & Awasthi, R. (2022). *Kjeldahl method*. *Advanced Techniques of Analytical Chemistry*, *1*, 105-112.

Hong, T., Koo, C., Kwak, T., & Park , H. S. (2014). *An economic and environmental assessment for selecting the optimum new renewable energy system for educational facility*. *Renewable and Sustainable Energy* Reviews, 29, 286-300.

Koga, R., & García, F. (2006). *Estudio del valor nutricional e identificación de los diferentes minerales que alberga el Gryllus assimilis (Orthoptera: Grillidae).*

Luna Reyes (2018). *Potencial energético del biogás producido en biodigestores tipo batch para excretas provenientes de ganado vacuno, camélido y equino de la Universidad Científica del Sur*

Medina, A., Quipuzco, L., & Juscamaita, J. (2015). *Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. Anales Científicos,* 76(1), 116–124

Mosquera, J., & Martinez , B. (2012). *Evaluación de la Digestión Anaerobia como Alternativa de Estabilización de Biosólidos Producidos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Universidad Tecnologica de Pereira. Pereira, Colombia*

Ortega, N. M. (2006). *Phosphorus precipitation in anaerobic digestion process*. Universal-Publishers

Quipuzco Ushñahua, L., Baldeón Quispe, W., & Tang Cruz, O. (2011). *Quality assessment of biogas and biol from two cow manure mixtures in PVC tubular biodigesters.* Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas.

Quispe Apaza, N. (2023). *Aprovechamiento del efluente residual de suero de queso y estiércol de bovino en la producción de biogás y abonos líquidos orgánicos de una planta en Puno-Cabana*

Ruiz Ruiz, J. A. (2015). *Potencial energético de los residuos sólidos de caña (saccharum officinarium l) y cacao (theobroma cacao l) en las provincias de padre abad y Coronel Portillo*

Salvador Alejos, M. M., & Sánchez Zapata, Z. D. C. (2015). *Evaluación de biogás y biol en un biodigestor tipo batch utilizando residuos de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) tratado con B-LAC.*

Yarce, C., & Castillo, J. (2014). *Validación no exhaustiva del método analítico de Walkley–Black, para la determinación de materia orgánica en suelos por espectrofotometría de UV-VIS*. *Ingenium*, *8*(19), 37-46.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD

Constancia N° 056-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2021

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** (reunión ordinaria del 20 de abril de 2021).

Código de registro:	**293-2020-PRE11**
Título:	**Obtención de biogás y abono líquido mediante la descomposición anaeróbica de residuos de la fermentación del mucílago de cacao en Pucallpa - Perú**
Investigador(a):	**Raúl André Gutiérrez Espantoso**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 25 de octubre del 2022**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 26 de abril de 2021



Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación
con Animales y Biodiversidad

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 118 -2021-DACIA-DAFCA-U.CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 28 de abril del 2021

VISTO:
El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: **OBTENCIÓN DE BIOGÁS Y ABONO LÍQUIDO MEDIANTE LA DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA DE RESIDUOS DE LA FERMENTACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO EN PUCALLPA - PERÚ**, presentado por:

- **Raúl André Gutiérrez Espantoso**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: **OBTENCIÓN DE BIOGÁS Y ABONO LÍQUIDO MEDIANTE LA DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA DE RESIDUOS DE LA FERMENTACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CACAO EN PUCALLPA - PERÚ** con N° de registro: **293-2020-PRE11**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Luis Abraham Gomero Osorio** como asesor(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental

PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO CIENTÍFICO

Translate message to: English | Never translate from: Spanish

Raúl Andre Gutierrez Espantoso
To: idesia@uta.cl; contacto@idesia.cl; consultas@idesia.cl
Tue 5/16/2023 3:18 PM

Plantilla word para Tesis - ID...
976 KB

Buen día, le saluda Raúl André Gutiérrez Espantoso, bachiller de la carrera de Ingeniería ambiental de la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú). Tuve la oportunidad de contactarme con el Sr. Francisco González el pasado año 2021, en dicho momento recién empezaba a darle forma a mi investigación.

Actualmente mi artículo ya está adaptado al formato de la revista IDESIA, se encuentra finalizado con toda la estructura requerida. Por ello, quisiera presentarles mi artículo de investigación titulado: "Obtención de biogás y abono líquido mediante la digestión anaeróbica de restos de la fermentación del mucílago de cacao en Neshuya - Perú.

Me despido cordialmente, esperando su grata respuesta y sobre todo, que la investigación se encuentre a la altura de sus expectativas.

Muchas gracias, quedo atento ante cualquier comentario, duda o sugerencia.

Saludos cordiales

PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO CIENTÍFICO

CI Consultas IDESIA <consultas@idesia.cl>
To: Raúl Andre Gutierrez Espantoso
Tue 6/27/2023 10:52 AM

Plantilla word para Tesis - ID...
982 KB

Estimado Autor,

Junto con saludar, le comento que el manuscrito ha sido modificado a formato Idesia y presenta las siguientes consideraciones:

- Máximo de páginas es de 20, el artículo sobrepasa este número.
- Máximo de citas es de 25.
- Eliminar o reemplazar citas en amarillo, ya que las tesis de grado o posgrado que son rechazadas u objetadas en los procesos de evaluación retardando los procesos.
- Incorporar Título en Inglés.
- las tablas fueron ubicadas al final del texto, según formato de presentación. Revisar llamado de tabla y tipografía de gráficos (new times roman).
- Incorporar tabla 11 u ordenar correlativo.

Se sugiere además: que en la sección de material y métodos, no expresar la totalidad de materiales, sino el modelo utilizado o la variación esencial del modelo utilizado o lo específico del modelo empleado y eliminar las citas de la conclusión, ya que esta sección es netamente la contribución final del autor de la idea que investigó. También con el fin de ahorrar espacio, se sugiere presentar las figuras 7,8,9,10,11 y 12 como una figura resumen (2 x 3) ejemplo en amarillo.

En adjunto encontrar versión en formato idesia sobre la cual debe trabajar.

PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO CIENTÍFICO

Raúl Andre Gutierrez Espantoso
To: Consultas IDESIA <consultas@idesia.cl>
Fri 5/3/2024 12:28 PM

TESIS - CORRECCIÓN 03-05....
825 KB

Buenas tardes estimado Francisco,

Me comuniqué contigo el año pasado para demostrarte mi interés de publicar mi artículo científico en la revista IDESIA. Sin embargo, habían muchos detalles por mejorar. Te comento que el día de ayer mi artículo fue sustentado y aprobado en mi Universidad. Obteniendo el título de Ingeniero Ambiental. Por ello, te vuelvo a enviar mi documento titulado: "Obtención de biogás y abono líquido mediante la digestión anaeróbica del exudado de cacao". Cabe resaltar que ya se encuentra adaptado a los requirimientos de la revista. Y considerando además, las observaciones que en su momento le realizaste a mi documento. Sin más, espero que mi ensayo se encuentre a la altura y pueda ser parte de la revista IDESIA.

Muchas gracias de antemano por el apoyo a la investigación.

Saludos cordiales

Ing. Raúl André Gutiérrez Espantoso
Universidad Científica del Sur (Perú)