TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"OBTENCIÓN DE BIOL DE CALIDAD A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBICA DE RESIDUOS LÍQUIDOS DE CAMAL A ESCALA PILOTO, LIMA – PERÚ, 2019-2020"

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Maria Antoinette Nieuwland Venero (0000-0002-4077-1833)

Asesor:

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

Lima – Perú

2022

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 23 de mayo del 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Miembro: Mg. Ing. Wilfredo Baldeón Quispe
Miembro: Mg. Blga. Catherine Coronado León

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"OBTENCIÓN DE BIOL DE CALIDAD A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN ANAERÓBICA DE RESIDUOS LÍQUIDOS DE CAMAL A ESCALA PILOTO, LIMA – PERÚ, 2019-2020"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Maria Antoinette Nieuwland Venero**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Ing. Luis 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:

Tesista: Maria Antoinette Nieuwland Venero		Nota (en letras): 18 (dieciocho)	
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. Wilfredo Baldeón Quispe
Miembro 1

Mg. Blga. Catherine Coronado León
Miembro 2

Mg. Ing. Luis Gomero Osorio
Asesor

Docusign Envelope ID: C2631967-2E95-4B80-8810-2713946F7A2C

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, 15 de Octube del 2025

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

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

De nuestra consideración,

Yo, Maria Antoinette Nieuwland Venero, egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor Luis Gomero Osorio, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: "Obtención de biol de calidad a partir de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal a escala piloto, Lima-Perú, 2019-2020", sustentado para obtener el título 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,

Signed by:
Antoinette Nieuwland Venero
F6B7B0F70DBB447...
Firma tesista
DNI: 73686257

Firmado por:
Luis Gomero
7EEC0DE065584B2...
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. Obtención de biol de calidad a partir de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal a escala piloto, Lima – Perú, 2019-2020

Autores. Maria Antoinette Nieuwland Venero

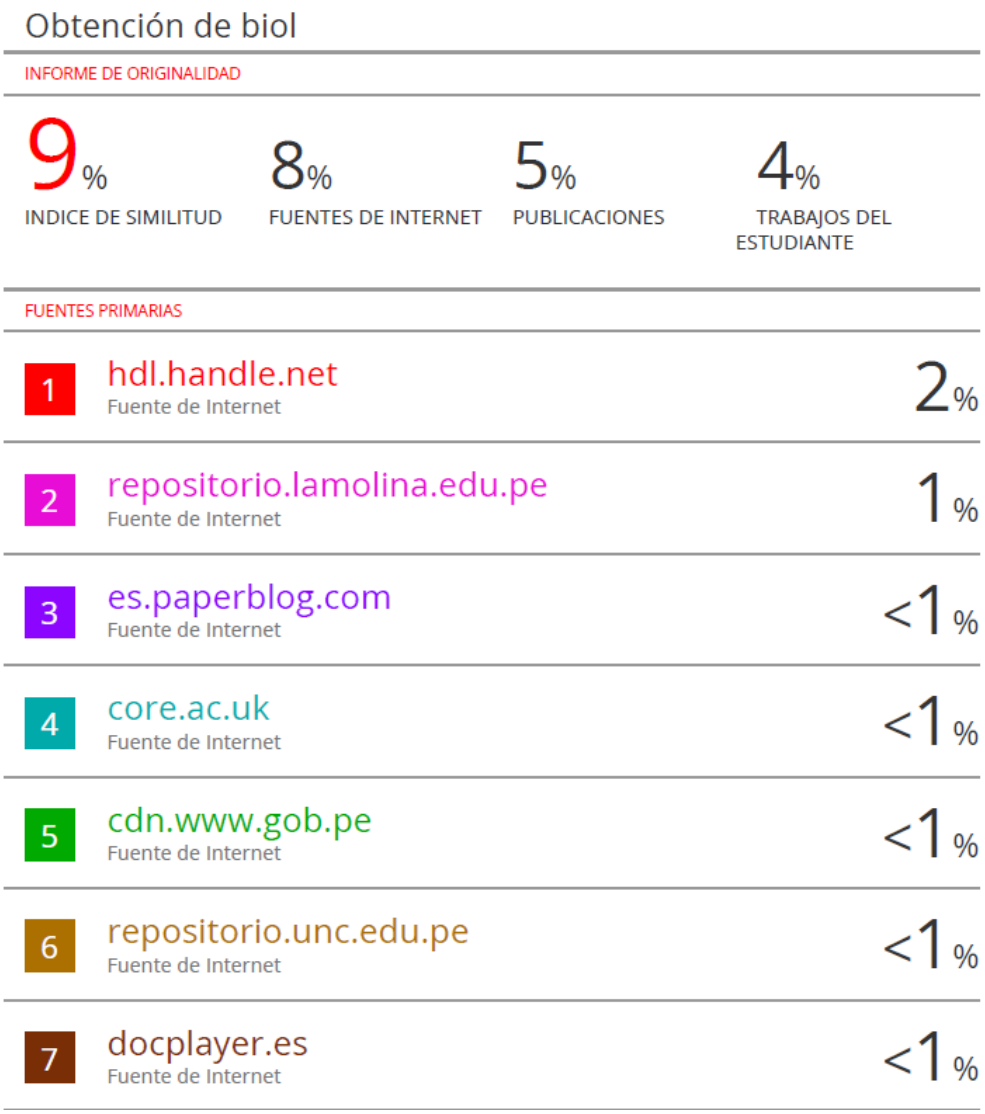
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2802544119)

Código de registro. 205-2018-PRE11

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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



Obtención de biol

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	8%	5%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	es.paperblog.com Fuente de Internet	<1%
4	core.ac.uk Fuente de Internet	<1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá y mi hermano Bernardo, por ser mi mayor soporte siempre.

A mi asesor Luis Gomero, por sus enseñanzas, guiado y paciencia durante esta investigación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 2

AGRADECIMIENTOS 3

I. RESUMEN 11

II. ABSTRACT 13

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15

IV. MARCO TEÓRICO 19

1. Camales en el Perú 19

2. Contexto de la zona de estudio 20

3. Marco Legal 22

4. Residuos de camales 25

4.1. Residuos líquidos de camales 25

4.2. Residuos sólidos de camales 27

4.3. Residuos gaseosos de camales 28

5. Tratamiento de residuos de camales 29

5.1. Digestión anaeróbica 31

5.2. Biodigestores 35

5.3. Productos de la fermentación anaeróbica 38

6. El cultivo del tomate 43

7. Ensayos de germinación 44

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 46

1. Objetivo general 46

2. Objetivos específicos 46

VI. METODOLOGÍA 47

1. Tratamiento anaeróbico 47

1.1. Obtención de materiales 48

1.2. Construcción de los biodigestores 48

1.3. Tratamientos 50

1.4. Análisis de las variables operacionales 52

2. Ensayos de germinación en tomate 54

2.1. Cálculo del Índice de Germinación 58

3. Obtención del Área Foliar 59

4. Procesamiento estadístico de los parámetros 60

VII. RESULTADOS 62

1. Parámetros de campo 62

1.1. pH 62

1.2. Temperatura 63

1.3. Relación del pH y la Temperatura 67

2. Evaluación de la calidad del biol 68

2.1. Calidad fisicoquímica 68

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.2. Inocuidad 84

2.3. Ensayos de germinación 86

2.4. Área foliar 90

VIII. DISCUSIÓN 93

1. Parámetros de campo 93

1.1. pH 93

1.2. Temperatura 94

2. Evaluación de la calidad del biol 96

2.1. Calidad fisicoquímica 96

2.2. Inocuidad 107

2.3. Ensayos de germinación 111

2.4. Área foliar 113

3. Elección del tratamiento más eficiente 114

IX. CONCLUSIONES 116

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 118

XI. ABREVIATURAS 135

XII. ANEXOS 137

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 FOTOGRAFÍA DE LUGAR ASIGNADO PARA LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMAL. 47
FIGURA 2 EQUIPO PH METRO UTILIZADO MARCA HANNA MODELO HI-99163. 54
FIGURA 3 FOTO EJEMPLAR CÁLCULO DE LONGITUD RADICULAR. 57
FIGURA 4 EJEMPLAR DE RESULTADO OBTENIDO EN LA APLICACIÓN MÓVIL EASY LEAF AREA. 59
FIGURA 5 CORRELACIÓN PH Y TIEMPO..... 63
FIGURA 6 CORRELACIÓN TEMPERATURA INTERNA Y TEMPERATURA AMBIENTAL. 64
FIGURA 7 TEMPERATURA INTERNA Y TEMPERATURA AMBIENTAL EN EL TIEMPO. 66
FIGURA 8 CORRELACIÓN TEMPERATURA Y TIEMPO..... 66
FIGURA 9 CORRELACIÓN PH Y TEMPERATURA. 67
FIGURA 10 VARIACIÓN DE LA CE POR TRATAMIENTO..... 70
FIGURA 11 VARIACIÓN DE LOS ST POR TRATAMIENTO. 70
FIGURA 12 VARIACIÓN DE LA CE Y ST – MUESTREO INICIAL. 71
FIGURA 13 VARIACIÓN DE LA CE Y ST – MUESTREO FINAL..... 71
FIGURA 14 CORRELACIÓN ST Y CE..... 72
FIGURA 15 VARIACIÓN DE MO POR TRATAMIENTO. 73
FIGURA 16 VARIACIÓN DE N POR TRATAMIENTO. 75
FIGURA 17 VARIACIÓN DE P POR TRATAMIENTO. 75
FIGURA 18 VARIACIÓN DE K POR TRATAMIENTO. 75
FIGURA 19 VARIACIÓN DE CA POR TRATAMIENTO. 75

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FIGURA 20 VARIACIÓN DE MG POR TRATAMIENTO. 75
FIGURA 21 VARIACIÓN DE NA POR TRATAMIENTO. 75
FIGURA 22 VARIACIÓN C/N POR TRATAMIENTO. 77
FIGURA 23 VARIACIÓN DE FE POR TRATAMIENTO. 78
FIGURA 24 VARIACIÓN DE CU POR TRATAMIENTO. 79
FIGURA 25 VARIACIÓN DE ZN POR TRATAMIENTO. 79
FIGURA 26 VARIACIÓN DE MN POR TRATAMIENTO. 80
FIGURA 27 VARIACIÓN DE B POR TRATAMIENTO. 80
FIGURA 28 VARIACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS POR TRATAMIENTO. 82
FIGURA 29 VARIACIÓN DE ÁCIDOS FÚLVICOS POR TRATAMIENTO. 82
FIGURA 30 VARIACIÓN DE HUMINAS POR TRATAMIENTO. 83
FIGURA 31 RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO INICIAL. 85
FIGURA 32 RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FINAL. 86
FIGURA 33 IG POR TRATAMIENTO. 89
FIGURA 34 IG POR DILUCIÓN. 89
FIGURA 35 DISTRIBUCIÓN DE ÁREA FOLIAR POR TRATAMIENTO. 90
FIGURA 36 DISTRIBUCIÓN DE ÁREA FOLIAR POR DILUCIÓN. 91
FIGURA 37 CORRELACIÓN LR Y ÁREA FOLIAR. 92
FIGURA 38 CORRELACIÓN IG Y ÁREA FOLIAR. 92

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 UBICACIÓN EN COORDENADAS UTM DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE CFLSAC. 20

TABLA 2 OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS (BONILLA PADILLA, 2007). 30

TABLA 3 RANGOS DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN ANAERÓBICA (VARNERO, 2011). 34

TABLA 4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS. 52

TABLA 5 TIPOS DE PRUEBAS REALIZADAS A LOS TRATAMIENTOS. 53

TABLA 6 DILUCIONES APLICADAS EN LAS PRUEBAS DE GERMINACIÓN EN TOMATE. 56

TABLA 10 CONCENTRACIONES INHIBIDORAS (CARHUANCHO, 2012, PAUCAR & QUISPE, 2015). 102

TABLA 37 MICRONUTRIENTES PRIMARIOS. 141

TABLA 38 MACRONUTRIENTES SECUNDARIOS. 142

TABLA 39 MICRONUTRIENTES. 142

TABLA 40 OTROS ELEMENTOS ESENCIALES PARA LAS PLANTAS. 143

TABLA 18 TEMPERATURA SEMANAL POR TRATAMIENTO Y TEMPERATURA AMBIENTAL. 181

TABLA 19 CORRELACIÓN DE PEARSON – TEMPERATURA AMBIENTAL Y TEMPERATURA INTERNA. 181

TABLA 29 RESULTADOS ENSAYOS DE GERMINACIÓN – DILUCIÓN 2. .. 186

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. 137

ANEXO 2 MAPEO DE PROCESOS DE BENEFICIO DE GANADO EN CFLSAC Y LOS TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS. 139

ANEXO 3 PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS MINERALES EN LAS PLANTAS (AEDES, 2006). 141

ANEXO 4 LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS. 144

ANEXO 5 RECOLECCIÓN DE ESTIÉRCOLES EN EL FUNDO HECOSAN.. 145

ANEXO 6 CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES. 146

ANEXO 7 MODELO DE BIODIGESTOR CONSTRUIDO (MEDINA ET AL., 2015). 148

ANEXO 8 PUNTO DE ACOPIO DE RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. 149

ANEXO 9 PRODUCCIÓN DE TRATAMIENTOS. 150

ANEXO 10 CERTIFICADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO. 152

ANEXO 11 ARMADO DE MACETAS PARA ENSAYOS DE GERMINACIÓN. 178

ANEXO 12 RESULTADOS 180

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. RESUMEN

La presente tesis tuvo el objetivo de obtener biol de calidad a partir de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal con diversos estiércoles a escala piloto. Para ello, se realizaron cinco tratamientos, cada uno con tres repeticiones, conformados al 90% por residuos líquidos de camal y 10% de estiércoles de vacuno, caprino, gallinaza y la mezcla de los anteriores. Los tratamientos fueron almacenados por 3 meses en biodigestores tipo Batch. La calidad de los bioles fue determinada mediante el análisis previo y posterior de los parámetros fisicoquímicos e inocuidad de los tratamientos sometidos a fermentación anaeróbica. Asimismo, se llevó a cabo un ensayo de germinación en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y seis diluciones de los bioles obtenidos, cada una con tres repeticiones. Dicho ensayo tuvo una duración de 2 meses y permitió la medición del índice de germinación (IG), longitud radicular (LR) y área foliar de las plántulas, los cuales complementaron los resultados de la calidad fisicoquímica e inocuidad de los bioles para determinar el tipo de biol más eficiente de esta tesis.

Los bioles obtenidos mantuvieron características fisicoquímicas competentes respecto a bioles de similar naturaleza, destacando los Tratamientos 2 y 4 por su alto contenido nutricional. Respecto a la inocuidad de los bioles, todos los tratamientos redujeron significativamente su contenido de coliformes, *Escherichia coli* y *Salmonella sp.,* sin embargo, el Tratamiento 4 fue el único que cumplió con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua- Categoría 3 (D.S. N°004-2017-MINAM), lo cual significa que puede ser utilizado para riego de vegetales de consumo directo, mientras que el resto de tratamientos deberá

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

someterse a desinfección previa para ser administrado. En los ensayos de germinación, los IG de las diluciones 2, 3 y 4 superaron a la dilución 1 (control), mientras que las diluciones 5 y 6 inhibieron la iniciación radicular debido a su alta concentración de biol, y consecuente conductividad eléctrica (CE). Los tratamientos con mayor IG fueron los Tratamientos 1 y 3, y la dilución óptima para la aplicación de biol en tomate fue la dilución 2 (0.1/100). Respecto al área foliar, los Tratamientos 2 y 3 en la dilución 3 (1/100) produjeron más desarrollo foliar. Se concluyó que todos los bioles presentan una calidad competente y responden a diversas necesidades agronómicas de acuerdo a su contenido nutricional e inocuidad. Sin embargo, el tratamiento 4 fue considerado como el biol más eficiente por ser el único biol dentro de la normativa aplicable.

Los resultados de esta tesis marcan un antecedente del tratamiento de residuos líquidos de camal en el Perú y su potencial para ser reaprovechados en forma de biol. Asimismo, esta investigación promueve un modelo de fermentación anaeróbica sencillo y replicable, que puede ser utilizado en escenarios similares con el fin de reducir los impactos ambientales del beneficio animal y crear valor económico a partir de un residuo poco explorado científica y legalmente.

Palabras clave: Residuos líquidos de camal, Biol, Fermentación anaeróbica, Biodigestor.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

II. ABSTRACT

This thesis was aimed to obtain quality digestate out of the anaerobic fermentation of slaughterhouse liquid waste with various manure types on a pilot scale. In order to do so, five treatments were carried out, each one with three repetitions, consisting of 90% liquid slaughterhouse waste and 10% of cow, goat, or chicken manure, and the mixture of them. The treatments were stored for three months in batch-type biodigesters. The quality of the digestate was determined through the analysis of their physicochemical and microbiological parameters before and after the anaerobic fermentation. Moreover, a Germination test was carried out in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and six dilutions of the obtained digestate, each with three repetitions. This test lasted two months and allowed the measurement of the Germination Index (GI), Root length and Leaf area of the seedlings, which complemented the physicochemical and microbiological quality results of the digestate to determine the most efficient type of biol of this thesis.

The obtained digestate maintained competent physicochemical characteristics with respect to other digestate of a similar nature, being highlighted both Treatments 2 and 4 for their high nutritional content. Regarding the microbiological quality of the digestate, all the treatments significantly reduced their content of coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella sp.*, however, Treatment 4 was the only one that met the Environmental Quality Standards for Water- Category 3 (D.S. N°004-2017-MINAM), which means that it can be used to irrigate vegetables for direct consumption, while the rest of the treatments must undergo prior disinfection to be administered. In the Germination tests, the GI of the dilutions 2, 3 and 4 exceeded dilution 1 (control), while dilutions 5 and 6

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

inhibited root initiation due to their high concentration of biol, and consequent electrical conductivity. The treatments with the highest GI were Treatments 1 and 3, and the optimal dilution for the application of biol in tomato was dilution 2 (0.1/100). Regarding the foliar area, Treatments 2 and 3 in dilution 3 (1/100) produced the biggest foliar development. It was concluded that all digestate have a competent quality and respond to various agronomic needs according to their nutritional and microbiological content. In addition, Treatment 4 was considered the most efficient biol because it was the only biol within the applicable regulations.

The results of this thesis mark a precedent for the treatment of liquid slaughterhouse waste in Peru and its potential to be reused in form of biol. Furthermore, this research promotes a simple and replicable anaerobic fermentation model, which can be used in similar scenarios in order to reduce the environmental impacts of animal's slaughter and create economic value from a residue that has been little explored scientifically and legally.

Keywords: Slaughterhouse liquid waste, Biol, Anaerobic fermentation, Biodigester.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad ganadera es una de las actividades económicas de mayor relevancia en el Perú debido a que satisface las necesidades alimentarias de la población tanto urbana como rural (Paredes & Escobar-Mamani, 2018). Para el año 2017, esta actividad generaba empleo para 1,800,000 familias alrededor del país, y representaba el 40.2% del Valor Bruto de la Producción (VBP) del sector Agropecuario (Resolución Ministerial N° 0297-2017-MINAGRI, 20 de julio de 2017). Asimismo, el subsector pecuario ha mostrado una tasa de crecimiento anual de 5.2% durante el periodo 2007-2016, cifra que el recientemente implementado "Plan de Desarrollo Ganadero 2017-2027" buscará ampliar por medio de la capacitación y el desarrollo tecnológico de las principales zonas ganaderas del país (MINAGRI, 2017).

Si bien la promoción del consumo de carne en el país se traduce como una mayor seguridad alimentaria y la generación de más empleos para la población, esto también significa el aumento del volumen de estiércol y purines depositados en el medio ambiente (Beyli et al., 2012; Gonzálvez et al., 2018). Esta situación trae consigo diversos problemas de contaminación por el incremento de la densidad de animales y la ineficiencia en el tratamiento de sus residuos (Trejo Lizama et al., 2014).

El estiércol animal contiene un alto nivel de materia orgánica (MO) y nutrientes, razón de su alta demanda agronómica (Peralta-Veran et al., 2016). Sin embargo, su falta de tratamiento contamina el suelo por sobrecarga de sales; el aire por

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

las emisiones de amoniaco (NH_3), gases de efecto invernadero (GEI) como metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O); y el agua por la lixiviación de nutrientes hacia la capa freática (Paredes & Escobar-Mamani, 2018). Según el Modelo Global de Evaluación Ambiental de la Ganadería (GLEAM 2.0) de la FAO, las emisiones de GEI derivadas de la cadena de producción ganadera superan el 18% del total de sectores económicos (Mottet et al., 2018) lo cual, a juzgar por la falta de normativa para la mitigación, aún no ha sido priorizado por las autoridades peruanas.

Por otro lado, los residuos líquidos del beneficio animal (sangre, grasas, purines, agua, etc.) (Franke-Whittle & Insam, 2013) son un derivado más de la cadena ganadera que carece de precedentes legales sobre su tratamiento y disposición final. La normativa peruana no ha establecido límites máximos permisibles de agua para este sector productivo, por lo cual los camales deben adoptar estándares de calidad que no se ajustan a su naturaleza, creando vacíos para su fiscalización. A esta realidad se suma la informalidad de la mayoría de camales que poseemos en el país, razón por la cual se puede afirmar que no se poseen los conocimientos ni tecnología para la gestión ambiental de estos residuos.

En el presente proyecto, se plantea el tratamiento de los residuos líquidos de un camal de la ciudad de Lima, adicionando diferentes tipos de estiércol. El tipo de tratamiento que se propone en este caso es la fermentación anaerobia, una medida de bajo costo que puede adaptarse a diversas condiciones de trabajo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(López, 2003), por lo cual puede replicarse en distintos modelos de beneficio animal.

La fermentación anaerobia es un tipo de tratamiento en el cual el material biodegradable es descompuesto en ausencia de oxígeno para dar lugar a nuevos productos como el biogás, biosol y biol (Varnero, 2011). Estos tres productos poseen diversos potenciales que pueden ser aplicados en la agricultura y en el suministro de energía. En este caso, el tratamiento de los residuos líquidos de camal y la obtención de biol a partir de ello fueron los objetivos finales. El biol fue evaluado para determinar el tratamiento de mejor calidad agrícola. Para lograr esto, se plantea como objetivo general de este proyecto fue obtener biol de calidad a partir de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal a escala piloto, en tanto que los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Caracterizar previa y posteriormente la calidad de los tratamientos sometidos a fermentación anaeróbica.
- Determinar el efecto de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal en la inocuidad y calidad fisicoquímica del biol.
- Determinar el efecto de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal en los ensayos de germinación.
- Determinar el tratamiento más eficiente para los residuos líquidos de camal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

El resultado final servirá como antecedente para la mitigación de los impactos ambientales que la empresa esté generando e incluso como una nueva opción de negocio. De esta forma, se estaría otorgando un segundo uso a los residuos cuya disposición inicial generaba daños a la población, al medio ambiente y serios procesos sancionadores. Asimismo, se espera que los resultados obtenidos en esta tesis sirvan de impulso para la adopción de metodologías de tratamiento de residuos en los diversos camales del país.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IV. MARCO TEÓRICO

1. Camales en el Perú

Conforme a Real Academia Española (s.f.), camal es un término utilizado en Perú, Bolivia y Ecuador que hace referencia a la palabra matadero, siendo este aquel sitio donde se mata y desuella el ganado destinado al mercado. Esta actividad pertenece al sector agropecuario peruano, el cual aportó 29 867 millones de soles al PBI nacional durante el año 2020 (INEI, 2021).

El ente rector de esta actividad económica en el Perú es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), el cual se encuentra adscrito al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). Hasta el año 2019, el SENASA fue el organismo público con la competencia exclusiva de administrar y fiscalizar la inocuidad de productos agropecuarios, basándose legalmente en el D.S. N° 015-2012-AG Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto (Coloma Vásquez, 2019). Sin embargo, a partir del 04 de mayo del 2019, las funciones de supervisión, fiscalización y sanción del sector agricultura y riego fueron transferidas al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), adscrito al Ministerio de Ambiente (MINAM), a través de la Resolución de Consejo Directivo N° 019-2019-OEFA/CD (24 de abril de 2019).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Contexto de la zona de estudio

CAMAL FRIGORIFICO LURIN S.A.C. (CFLSAC) es una empresa industrial privada que brinda el servicio de beneficio de ganado vacuno y porcino para el mercado local y regional. La empresa inició sus actividades en el año 2006 y se encuentra ubicada en la zona industrial de Santa Genoveva, Jr. Mártir José Olaya MZ "A" LT 3 Pozo 1, aproximadamente en el Km 34.5 de la Panamericana Sur, Distrito de Lurín, Provincia de Lima, Departamento de Lima. La empresa CFLSAC pertenece al Grupo ganadero Leocar, el cual concentra diversas sedes de crianza y beneficio de animales de consumo en el centro y norte del Perú.

Respecto a la capacidad de la planta para beneficio de ganado vacuno, esta es de 2,500 res/mes, mientras que para el ganado porcino es de 18,500 cerdos/mes.

Tabla 1 Ubicación en Coordenadas UTM de la Planta de Beneficio de CFLSAC.

VÉRTICE	COORDENADAS UTM – WGS 84 Z18	
	ESTE	NORTE
V1	298 669	8 640 834
V2	298 679	8 640 846
V3	298 854	8 640 683
V4	298 649	8 640 709

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La planta está ubicada en una zona de uso industrial y el predio posee una zonificación compatible con la actividad industrial que realiza (Véanse Anexos N° 1.A y 1.B). Asimismo, de acuerdo a las consideraciones ambientales y productivas establecidas en el DIA de CFLSAC (EHS, 2014), este establecimiento considera como áreas de influencia las siguientes instalaciones:

- Área de influencia directa: Líneas de beneficio vacuno y porcino.
- Área de influencia indirecta: Instalaciones administrativas del Camal, la Av. Mártir José Olaya y el AA.HH. Nuevo Lurín al oeste, y al norte y noroeste, terrenos baldíos y centros de engorde.

La empresa ha afirmado, a través de su Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2019 (EHS, 2019), que el 100% de los residuos sólidos que genera son comercializados con dos empresas productoras de alimento para animales. Otra realidad se enfrenta para los residuos líquidos, los cuales son vendidos parcialmente a dichas empresas en forma del biol que actualmente se produce. La problemática se encuentra en la escasa calidad agronómica de este producto (por tanto, su bajo precio y demanda), razón por la cual los gastos de comercialización son mayores que su disposición final. La disposición final de este producto se ha realizado de manera informal por muchos años y no existe marco legal que haga referencia a la calidad con la que los residuos de esta naturaleza deben ser dispuestos o vertidos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los análisis realizados con anterioridad a la calidad de agua de los efluentes muestran que estos no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de agua (ECA Agua - D.S. N°004-2017-MINAM) ni los Valores Máximos Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario (VMA – D.S. N° 021-2009-VIVIENDA). Esto significa que el actual tratamiento físico y biodigestión de MO útil está siendo ineficiente e infringe las normas ambientales y sanitarias, situación común en el sector dado a la ausencia de regulación específica aplicable a efluentes de camal. Respecto a los procesos involucrados en el beneficio de animales en CFLSAC, ver Anexo N° 2: Mapeo de procesos de beneficio de ganado en CFLSAC y los tipos de residuos generados.

3. Marco Legal

El Perú carece de normativa legal respecto a los estándares de calidad de fertilizantes orgánicos como el biol o el compost. Actualmente, el biol proveniente del CFLSAC es calificado como efluente, por lo que se fiscaliza bajo los ECA Agua o VMA, dependiendo de su disposición final. A pesar de ello, dichos estándares no poseen especificaciones para efluentes de mataderos, y aún no se aprueban los Límites Máximos Permisibles (LMP) para esta actividad económica. La producción y manejo interno de efluentes de camal debe ser acondicionado conforme a la normativa impuesta tanto por SENASA, MIDAGRI y MINAM. Las normas legales nacionales relacionadas al manejo y tratamiento anaeróbico de residuos líquidos en camal son las siguientes:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Ley Nº 27314, Ley General de Residuos Sólidos.
- Decreto Legislativo Nº 1065, modificatoria de la Ley General de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo Nº 057-2004-PCM, Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.
- Decreto Legislativo N°1278, aprobación de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Legislativo N° 1501, modificatoria de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Ley Nº 26842, Ley General de Salud.
- Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009 MINAM y sus modificatorias.
- Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Decreto Supremo N° 016-2012-AG, Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario.
- Decreto Supremo N° 019-2012-AG, Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Decreto Supremo N° 015-2012-AG, Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto.

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y disposiciones complementarias.

- Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, aprobación de Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

- Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA, Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Respecto al Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario (D.S. N° 016-2012-AG), su propósito es “regular la gestión y el manejo de los residuos sólidos generados en el sector agrario, en forma sanitaria y ambientalmente adecuada, de acuerdo a los principios de prevención y minimización de riesgos ambientales, así como la protección de la salud y el bienestar de las personas, contribuyendo al desarrollo sostenible nacional” (EHS, 2019). Conforme a su descripción, se entendería que esta norma fuera la rectora del tratamiento ambiental y disposición final de los residuos de camal, sin embargo, en la práctica ésta es utilizada como referencial dado a que omite a las actividades de Beneficio animal. Dicho esto, camales como CFLSAC deben adaptar sus planes de manejo ambiental a normativas no específicas a sus

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

procesos, resultando en impactos ambientales no valorizados y una fiscalización deficiente.

4. Residuos de camales

Apaza (2013) señala que el faenado de animales produce un volumen significativo de residuos orgánicos, los cuales, en la mayoría de camales, son descargados sin tratamiento previo en las redes de alcantarillado, ductos o cauces abiertos, degradando los suelos y fuentes de agua donde son vertidos directamente. Para más información sobre los residuos generados por proceso en CFLSAC, ver Anexo N° 2: Mapeo de procesos de beneficio de ganado en CFLSAC y los tipos de residuos generados.

4.1. Residuos líquidos de camales

Las aguas residuales de los camales pueden representar una problemática ambiental de no ser tratadas adecuadamente. Por ello, a continuación se detalla el contenido de los residuos líquidos de camal conforme a las etapas del proceso de sacrificio de ganado descritas por Ruiz (2013):

- Recepción de animales y limpieza de vehículos: En este caso, los residuos líquidos poseen restos orgánicos por la orina y deyecciones del ganado, así como productos químicos de limpieza.
- Estabulación: El residuo líquido de esta etapa posee un alto contenido de compuestos nitrogenados producto de las deyecciones de los animales.
- Aturdido: El estrés que genera esta operación produce que el animal libere

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

grandes cantidades de orina, por lo que el residuo líquido mantendrá una alta concentración de compuestos nitrogenados.

- Sangrado: El efluente resultante posee una carga alta de MO debido al volumen de sangre expedido, a pesar del funcionamiento de sistemas de recolección de sangre, por lo que el control y tratamiento de la fracción sanguínea del efluente constituye la estrategia más relevante para minimizar el impacto ambiental producido por los residuos líquidos provenientes de camales. (Ruiz, 2013; Ruiz Sánchez, 2018).
- Escaldado (caso porcino): Los residuos líquidos generados en esta etapa son grasas, estiércoles, sólidos suspendidos, proteínas, sangre, y otros compuestos orgánicos.
- Depilado y chamuscado (caso porcino): El uso de agua caliente en la depiladora produce efluentes que, por contener pelos y restos de piel, poseen un alto nivel de materia orgánica (Apaza, 2013).
- Eviscerado, lavado y triperías: El agua utilizada para limpiar las canales y los cortes de carne genera residuos líquidos caracterizados por su alto contenido de grasa y materia orgánica (Ruiz, 2013).
- Lavado: Los efluentes de esta operación conforman el volumen mayor de residuos de camal debido al empleo de grandes cantidades de agua para la limpieza final del área de faenado (5 L/m^2 diarios según Ruiz (2013)), lo cual aporta sustancias orgánicas, grasas, restos de detergentes y productos desinfectantes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Respecto a la carga orgánica del efluente de mataderos, la contribución más significativa proviene de la sangre seguida por la grasa. Asimismo, la sangre también aporta nitrógeno significativamente. La sal y el fósforo (P) se originan por los estiércoles y el contenido estomacal; mientras que las variaciones de pH se deben al contenido de productos de limpieza cáusticos o ácidos (Hansen et al., 2000), por lo que la calidad del residuo líquido de camal dependerá de la magnitud en la cual sean tratados la sangre, grasa, estiércoles y contenido estomacal previo a su disposición final.

4.2. Residuos sólidos de camales

Chávez Revelo (2012) señala que cerca del 25% del peso vivo de los animales sacrificados corresponde a residuos de camal. De igual manera, se ha estimado que en el caso de porcinos y bovinos se generan entre 2 y 3,5 kg y entre 7,5 y 30 kg de estiércol, respectivamente; de 4 a 6 L y de 30 a 35 L de sangre; entre 9 y 66 kg de huesos; así como entre 0,4 y 1,6 kg y de 40 a 80 kg de contenido estomacal (Ruiz, 2013). Estos materiales son fuentes ricas en proteínas, grasas y nutrientes minerales como N, P, K y Ca. Los residuos sólidos más significativos en volumen de producción e impacto son el estiércol y el contenido ruminal, los cuales serán detallados a continuación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Estiércol es un término general para referirse a cualquier mezcla de heces, orines y desperdicios (Arellano et al., 2014). Asimismo, las características fisicoquímicas del estiércol dependerán de cada producción agropecuaria; por ejemplo, el tipo de ganado, dieta, entre otros (Steinfeld et al., 2009).

De acuerdo a Antola (2016), el contenido ruminal es el alimento que el animal consumió previo a su faena y que permaneció en su estómago al ser sacrificado. Este se genera en un proceso intermedio dentro del sistema digestivo del animal en el cual no se contamina a diferencia del estiércol, que se produce después de pasar por el tracto intestinal (donde actúan diversas bacterias) y por proceso de fermentación, que le otorga olor. El volumen del contenido ruminal en vacunos es de 48 litros o 15-21% del peso corporal (Araujo Febres & Vergara-López, 2007). Por otra parte, Phillipson (1970) indica que los contenidos ruminales en vacunos se encuentran en un peso de 30-60 kg, lo cual varía de acuerdo a la dieta y velocidad de viaje en el tracto digestivo.

4.3. Residuos gaseosos de camales

Los camales no suelen presentar aspectos ambientales significativos en este ámbito, salvo por los problemas de olores. Asimismo, las emisiones de ruido y vapores (chamuscado porcino) no suelen ser representativos (Ruiz, 2013).

Operaciones como la estabulación, el almacenamiento de residuos y tratamiento de efluentes son los principales generadores de olores en los camales y su

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

impacto depende de las medidas de protección personal que se brindan a los trabajadores para dichos procesos y la proximidad del camal a centros poblados (Chuya Plascencia, 2018). Asimismo, la contaminación atmosférica por la quema de residuos o crematorios a ciclo abierto, así como la liberación de CH_4 proveniente de residuos sin un proceso adecuado de descomposición, deben ser tomados en consideración. Signori et al. (2006) y Chávez Revelo (2012) recomiendan que los rastros no se construyan dentro de los centros poblados, sino que mantengan una distancia mínima de un kilómetro respecto al área urbana.

Los ruidos más significativos son generados por las instalaciones de frío para la conservación de la carne ya que los motores de dichas máquinas requieren tamaño y potencia mayores para producir bajas temperaturas y mantener impermeabilizadas las cámaras (Signori et al., 2006).

5. Tratamiento de residuos de camales

Los procesos biológicos, tales como el compostaje y la digestión anaeróbica, permiten recuperar nutrientes si el compost o el digestato se utilizan en suelos agrícolas o como base para sustratos de cultivo (Apaza, 2013). Si no se destinan a estos fines, deben someterse a un pretratamiento antes de su disposición en rellenos o incineración. La Tabla N.° 2 detalla las principales opciones de gestión recomendadas para cada categoría de residuo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El compostaje es un proceso biológico en condiciones de oxígeno, realizado por bacterias termófilas en un rango de 45 °C a 80 °C. Estas descomponen aproximadamente la mitad de la materia orgánica y liberan agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2), elevando la temperatura (Beyli et al., 2012; Apaza, 2013; FAO, 2013). Asimismo, los procesos mesófilos en condiciones anaeróbicas, con temperaturas entre 30°C y 40°C, tales como la digestión anaeróbica, producen gases como CH_4 y CO_2, además de olores desagradables debido a la presencia de sulfuro de hidrógeno (Zandvliet, 2009 citado por Apaza, 2013).

Tabla 2 Opciones de tratamiento para el manejo de residuos (Bonilla Padilla, 2007).

	Compostaje	Biodigestión	Planta de rendimiento	Relleno Sanitario	Incineración	Encalado y enterrado
Sangre		✓	✓			
Residuos de Alimentos	✓	✓				
Contenido gástrico/ ruminal	✓	✓				
Grasa y pedacería	✓	✓	✓			
Cuernos, pezuñas y restos no comestibles			✓	✓		
Órganos decomisados					✓	✓
Ganado muerto					✓	✓

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Dentro de las alternativas de tratamiento biológico, el compostaje destaca como la opción más frecuente para la gestión de residuos orgánicos, en especial aquellos procedentes de vegetales y madera (SEC (2008) 2936, 03 de diciembre de 2008). Sin embargo, para el caso de grandes volúmenes de residuos y poco espacio, principalmente se adopta el tratamiento de biodigestión (Ruiz, 2013). En situaciones donde la generación de residuos es limitada, la implementación de sistemas tecnológicos complejos no es sostenible a nivel económico, por lo que se sugiere el compostaje. Por otro lado, métodos cerrados como la digestión anaerobia son más rápidos y estrictos respecto al control de emisiones, además de requerir menos espacio, sin embargo, son más caros (Arhoun, 2017). La digestión anaerobia es particularmente adecuada para tratar biorresiduos húmedos, incluyendo grasas (Arhoun, 2017).

5.1. Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica consiste en la descomposición biológica de la MO contenida en sustratos de origen animal o vegetal. La transformación en biomasa ocurre gracias a microorganismos cuya actividad requiere la ausencia total de oxígeno, ya que su presencia los inhibe (Parra Huertas, 2015). De esta manera, es posible obtener subproductos útiles a partir de residuos vegetales, estiércoles y efluentes industriales (alimentos, papel, productos químicos y fermentativos). Como señala Varnero (2011), en la digestión anaerobia la mayor parte de la energía obtenida —cerca del 90%— se canaliza hacia la producción de CH_4. Solo una fracción menor, cercana al 10%, se utiliza en el desarrollo bacteriano,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

lo que contrasta con los sistemas aeróbicos, donde este proceso puede llegar a demandar hasta la mitad de la energía disponible.

De acuerdo a Soria-Fregoso et al. (2001), la digestión anaerobia está presente tanto en el tracto digestivo de los animales como en cuerpos de agua sin oxigenación, como los pantanos, y puede ser replicado en sistemas artificiales. Para ello se emplean contenedores herméticamente sellados que permiten controlar el proceso y capturar íntegramente los subproductos de la descomposición anaerobia, pues su ambiente interior oscuro y sin oxígeno es el medio óptimo para el cultivo intensivo de bacterias anaeróbicas. La digestión anaeróbica se clasifica como fermentación o respiración anaeróbica, dependiendo del tipo de aceptor de electrones involucrado en el proceso (Corrales et al., 2015).

a. Fundamentos

Las fases de la digestión anaeróbica, desde los puntos de vista bioquímico y microbiológico, se basan en la intervención de una gran cantidad de bacterias de tipo facultativas y anaerobias estrictas, por lo que inicialmente se conoce una fase no metanogénica y una fase metanogénica (Mejía, 1996). De la fase no metanogénica se distinguen la hidrólisis y acidogénesis, que transforman las moléculas que conforman la MO para obtener compuestos más simples. Los productos de estas primeras actividades bacterianas conforman el sustrato para los microorganismos que intervienen en la segunda fase, caracterizada por la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

producción del CH_4. A continuación, se describe cada una de las etapas de la digestión anaeróbica (Osorio Arce & Segura Correa, 2013):

- Hidrólisis: La hidrólisis es una transformación llevada a cabo por enzimas extracelulares en la que las moléculas orgánicas complejas son reducidas a compuestos aptos como fuente energética para los microorganismos.
- Acidogénesis: Esta etapa implica la transformación bacteriana de los compuestos producidos en la hidrólisis a otros compuestos de peso molecular intermedio como el H_2 y CO_2, compuestos nitrogenados como metilamina y amoniaco, además de ácidos orgánicos, alcoholes alifáticos y sulfuro de hidrógeno (Rodrigo-Ilarri, Rodrigo-Clavero, & Fernández González, 2014).
- Acetogénesis: En este caso, los ácidos y alcoholes de la acidogénesis son convertidos por las bacterias en ácido acético, hidrógeno y CO_2.
- Metanogénesis: Consiste en la obtención de CH_4 a partir de CO_2 e hidrógeno, obtenidos a partir de la transformación bacteriana de los ácidos acético y fórmico de la acetogénesis.

b. Parámetros de control

El adecuado desarrollo del ciclo biológico de las bacterias en la digestión anaeróbica depende de la presencia de diversos factores bajo parámetros óptimos (Soria-Fregoso et al., 2001):

- Temperatura: Este parámetro condiciona el tiempo de cumplimiento del ciclo biológico de las bacterias mesófilas y termofílicas. Las bacterias mesófilas aseguran su ciclo biológico entre 15 y 40 ºC, siendo 35 ºC su

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

temperatura óptima. Asimismo, las bacterias termofílicas se desarrollan en un rango de 35 a 60 ºC, siendo la temperatura óptima de crecimiento, los 55 ºC (Soria-Fregoso et al., 2001) (Ver Tabla N° 3).

Tabla 3 Rangos de Temperatura y Tiempo de fermentación anaeróbica (Varnero, 2011).

Etapa de fermentación	Rango mínimo	Rango óptimo	Rango máximo	Tiempo de fermentación
Psicrofílica	4-10 °C	15-18 °C	20-25 °C	Más de 100 días
Mesofílica	15-20 °C	25-35 °C	35-45 °C	30 a 60 días
Termofílica	25-45 °C	50-60 °C	75-80 °C	10 a 15 días

- Hermetismo: El tanque de fermentación deberá estar herméticamente cerrado para que la digestión sea eficiente, sin influencia de factores externos como las condiciones climatológicas, el ingreso de oxígeno o la intromisión de insectos.
- Tiempo de retención: Hace referencia al tiempo de permanencia de la carga orgánica en el sistema digestivo microbiano. Con tiempos cortos se favorece una mayor generación de biogás, aunque los subproductos resultan de baja calidad por la digestión parcial. En cambio, periodos largos disminuyen el rendimiento de biogás, pero permiten obtener un efluente más estabilizado y rico en nutrientes (Varnero, 2015).
- Relación C/N: Si la relación C/N es baja (10:1), se pierde nitrógeno disponible y el biol se vuelve de menor calidad. En cambio, con una relación alta (40:1), el desarrollo microbiano se limita por ausencia de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

nitrógeno. El equilibrio C/N adecuado corresponde a una relación 30:1 (Soria-Fregoso et al., 2001).

- Porcentaje de sólidos: Para garantizar un tratamiento eficiente, la mezcla debe presentar un contenido de sólidos dentro del intervalo óptimo de 7–9%, el cual puede obtenerse al diluir el contenido orgánico en agua.
- pH: En biodigestores con estiércol vacuno, el intervalo ideal de funcionamiento oscila entre valores de 6.7 y 7.5 con límites mínimos y máximos de 6.5 y 8.0, respectivamente (Vargas, 2010).
- Agitación: Su importancia radica en la mejora del contacto de las bacterias con el substrato a digerir.

5.2. Biodigestores

Cuchillo (2015) define a un biodigestor como un contenedor sellado, hermético e impermeable en el cual el contenido orgánico a digerir es depositado a una dilución específica para que se produzcan CH_4 y fertilizantes orgánicos ricos en nutrientes a partir de la fermentación anaerobia, además de reducirse el potencial contaminante de los excrementos.

El biogás producto de la fermentación puede almacenarse en la parte superior de este depósito, la cual se llama campana de gas (Varnero, 2011). La cubierta de gas puede ser tanto fija como móvil, y en algunas configuraciones se coloca separada del sistema de digestión (FAO, 2019).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los biodigestores poseen una entrada para el material orgánico, un compartimento para su fermentación y salidas para el gas y el biol. También puede tener adheridos cámaras de carga y nivelación del efluente previas al reactor, dispositivos para la captación y almacenamiento del biogás, y cámaras de hidrogenación y postratamiento del biol a la salida del reactor (Sevillano Padilla & Méndez Rivero, 2016). Los biodigestores pueden ser construidos bajo o sobre el suelo con materiales como ladrillos o cemento. De igual modo, la cubierta, o campana, puede fabricarse en metal, en madera plastificada o cubierta con ferrocemento; y las zonas de carga y descarga pueden funcionar a gravedad o por bombeo (CEPAL, 2019).

Uno de los beneficios más relevantes de la biodigestión es la disminución de la carga contaminante de los excrementos animales y humanos, reduciendo la DQO y DBO hasta en un 90%, dependiendo del diseño y operación del biodigestor, así como del control del pH, presión y temperatura en el tiempo (Pérez Martín et al., 2016).

a. Tipos de biodigestores

Los biodigestores varían en complejidad y tipos de uso, sin embargo, la forma más básica de clasificarlos es de acuerdo al proceso de carga realizado, distinguiéndose los siguientes grupos:

- Continuos: Cuando la fermentación del digestor es ininterrumpida, el volumen del efluente equivale al del afluente y existe una producción uniforme de biogás (Paucar & Quispe, 2015). Se usan en el tratamiento

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

de aguas residuales y corresponden a plantas industriales de gran tamaño con equipos especializados para su alimentación, calefacción, agitación y control (Varnero, 2015).

- Semi continuos: La primera carga introducida en el biodigestor tiene un alto contenido de MO y cuando va reduciendo la producción de gas, se agregan cargas frescas calculadas a partir del tiempo de retención hidráulica (TRH) y la capacidad total del reactor (Apaza, 2013; Paucar & Quispe, 2015). En este caso, el efluente que se descarga es de la misma cantidad del afluente. Este tipo de biodigestor es utilizado de forma doméstica en zonas rurales, destacando los modelos chino e hindú (Varnero, 2011).
- Batch o discontinuos: En este caso, los biodigestores son cargados con las materias primas en un solo lote. Así, cuando la MO se reduce y decae el rendimiento del biogás, se vacía los biodigestores por completo y se da inicio a un nuevo proceso de fermentación (Guevara, 1996).

b. Carga utilizable

Yepes (2010), citado por García Pérez (2013), afirma que, para un biodigestor tipo batch (modelo utilizado en la presente tesis), la carga deberá estar formada por un 75-80% de agua/efluente y un 20-25% de material orgánico. Respecto a la carga a degradar (en este caso, residuos líquidos de camal), no es conveniente que esté muy concentrada ni muy diluida, por lo que es recomendable mantener una concentración del 5 al 10% (Guevara, 1996). Asimismo, el material de carga para la fermentación anaeróbica se puede

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

clasificar en dos grupos: La materia rica en carbono y la materia rica en nitrógeno (Paucar & Quispe, 2015). Es así que, mientras que el nitrógeno sirve para el desarrollo celular, el carbono sirve como fuente de energía.

5.3. Productos de la fermentación anaeróbica

Los productos generados a partir de la fermentación anaeróbica se llaman biogás, biosol y biol. Los tres productos son beneficiosos a nivel energético y agronómico, ya que generan energía por medio del biogás y aportan un alto contenido nutricional a través del biol y el biosol. Los tres productos reaprovechan los beneficios del estiércol, que por lo general es desechado, además de aportar a la mejora en la calidad de vida de las poblaciones rurales al promover la producción de calor y fertilizantes sin contaminación (caso contrario a la quema de leña y el uso de agroquímicos).

El biogás se genera a partir del metabolismo de bacterias metanogénicas que descomponen MO en biodigestores (Varnero, 2011). Su producción depende de factores como la temperatura, TRH, las bacterias, la relación C/N, el pH, y el contenido de sólidos y sustancias tóxicas (FAO, 2019). Asimismo, el biogás representa una fuente de energía al estar compuesto al 55-70% por CH_4, CO_2 al 30-45%, y trazas de otros gases (Deublein & Steinhauser, 2011).

De acuerdo a FAO (2019), posterior a la obtención del biogás también se genera MO estabilizada rica en minerales. Conforme a la carga y proceso de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

biodigestión utilizados, la MO se puede presentar en forma líquida y sólida. La fracción sólida del lodo residual se denomina biosol y la fracción líquida, biol. Ambos productos, son considerados buenos acondicionadores o mejoradores de los suelos, ya que aportan un nivel considerable de MO (Aparcana Robles & Jansen, 2008).

El biosol es la fracción sólida resultante del lodo residual del biodigestor. De acuerdo a la tecnología empleada, el biosol puede alcanzar entre 25% y 10% de humedad (Díaz Camares, 2017). Asimismo, puede ser empleado solo o acompañado con compost o fertilizantes químicos (Aparcana Robles & Jansen, 2008).

a. Biol

El biol es un fertilizante líquido y fuente de fitorreguladores que conforma aproximadamente el 90% del material resultante de la biodigestión, pudiendo variar el porcentaje de acuerdo a la carga a fermentar y las condiciones de la digestión (Paucar & Quispe, 2015). Asimismo, el biol promueve al enraizamiento de las plantas, incrementa la base foliar, floración, y brote de semillas, contribuyendo a un mayor rendimiento agrícola (Guanopatín Chicaiza, 2012).

Según Palacios (2005), citado por Quipuzco Ushñahua et al. (2011), la calidad del biol se debe evaluar a través del análisis de los parámetros pH, sólidos totales (ST) y volátiles, coliformes fecales (CF), parásitos, N orgánico y amoniacal, K, Ca, magnesio (Mg), manganeso (Mn), hierro (Fe) y zinc (Zn).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El biol cumple diversas funciones en las plantas, clasificándose en tres tipos de acuerdo a su finalidad y forma de aplicación (Carhuancho, 2012):

- Biol biocida: El cual sirve para controlar plagas y enfermedades. Este tipo de biol suele ser aplicado en las semillas y posteriormente en el suelo, tallo y hojas.
- Biol para suelos y hojas: Utilizado con fines de nutrición a la planta y para devolver los nutrientes perdidos al suelo, estimulando la recuperación de la fertilidad.
- Biol abono foliar: Aplicado directamente en las hojas del cultivo, nutre a la planta de manera más inmediata, acelerando el crecimiento de las plantas.

Para su uso directo en el suelo, Carhuancho (2012) recomienda aplicar una dilución de 10-30% del biol en el agua de irrigación, mientras que para el uso foliar se debe aplicar una dilución de 1-10% a las hojas de cultivo, repitiéndose de tres a cuatro veces durante el desarrollo vegetativo. Asimismo, a continuación, se explican los componentes que debe tener el biol para promover el crecimiento de las plantas e incrementar su rendimiento.

b. Nutrientes esenciales

En el aspecto químico, las plantas requieren una nutrición balanceada con los elementos fundamentales para el proceso de la fotosíntesis. Estos elementos se clasifican como minerales y no minerales (AEDES, 2006). Los elementos no minerales se encuentran en la atmósfera y el agua, por lo que, en su mayoría,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

están disponibles permanentemente. En esta tesis son considerados como macronutrientes secundarios. Por otro lado, los elementos minerales se clasifican como nutrientes mayores, secundarios y menores, de acuerdo a la proporción requerida por las plantas (AEDES, 2006). Los nutrientes mayores, en esta tesis macronutrientes primarios, son los primeros en ausentarse en el suelo debido a la adsorción vegetal, mientras que los demás nutrientes son requeridos en menores cantidades y su ausencia no es tan relevante (micronutrientes). Para más información sobre las propiedades específicas de los nutrientes esenciales, ver Anexo N° 3.

c. Sustancias húmicas

Las sustancias húmicas o humus son compuestos de estructura compleja y elevado tamaño molecular que se caracterizan por ser coloidales e hidrofílicas. Estas poseen una notable capacidad de intercambio iónico (adsorción y desorción), lo que asegura el suministro gradual de nutrientes a lo largo del tiempo (Rodríguez, 2015; Velarde Valdivia, 2018).

De acuerdo a Avendaño (2016), las sustancias húmicas conforman entre el 65% y 75% de la MO del suelo. Por lo que, el aporte directo de fertilizantes orgánicos (altos en sustancias húmicas) al suelo es la forma más eficaz de elevar su contenido de MO. Asimismo, se recomiendan los abonos con un índice alto de humificación (≥40%) debido a que contiene un alto nivel de compuestos orgánicos precursores de sustancias húmicas (Rodríguez, 2015). Las sustancias húmicas se clasifican de acuerdo a la solubilidad de sus componentes a diferente

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

pH. De esta forma, resultan tres fracciones: Huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

Las huminas son las sustancias húmicas más resistentes a la descomposición, ya que no son solubles en medios alcalinos ni ácidos. Algunas de sus funciones son la capacidad de retener la humedad, la formación y estabilización del suelo, y la capacidad de intercambio iónico (Oliver, 2009).

De acuerdo con Velarde Valdivia (2018), los ácidos húmicos constituyen una fracción de las sustancias húmicas caracterizada por su solubilidad en condiciones alcalinas y su insolubilidad en ambientes ácidos. Debido a su estructura ramificada y flexible, posee una gran capacidad de absorción de agua. Asimismo, pueden mejorar la disponibilidad de cationes gracias a su facilidad de quelatación y capacidad de intercambio catiónico (Velarde Valdivia, 2018).

Mientras los ácidos húmicos forman la porción de las sustancias húmicas que es soluble en medios alcalinos, los ácidos fúlvicos conforman la parte soluble en ambos medios ácido y alcalino. A la vez, representan la menor proporción de las sustancias húmicas. Los ácidos fúlvicos son muy reactivos a nivel químico y poseen alto potencial de intercambio catiónico gracias a la gran cantidad de grupos carboxilos e hidroxilos que presenta (Oliver, 2009). Asimismo, debido a su pequeño tamaño, es más probable que los ácidos fúlvicos sean absorbidos por las plantas, tanto por raíces como por las hojas (Rodríguez, 2015).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

6. El cultivo del tomate

El tomate es un fruto originario de los andes peruanos que pertenece a la familia Solanaceae, siendo su nombre científico *Solanum lycopersicum* L. (Oliver, 2009). Morfológicamente, es una planta perenne y arbustiva cultivada en climas templados de forma anual, con un tiempo de vida de hasta dos años. Sin embargo, la biotecnología y el cultivo en invernadero han favorecido su producción a lo largo del año, así como su adaptación a diversas condiciones (Oliver, 2009).

Actualmente, el tomate se considera uno de los cultivos hortícolas e mayor relevancia a nivel mundial por su alto valor nutritivo y económico (Rivas-García et al., 2021). Este cultivo posee una alta demanda tanto industrial como por su consumo en estado fresco, el cual bordea los 5 kg per cápita al año (Reyes-Pérez et al., 2020).

Debido a su tiempo de desarrollo relativamente corto, la planta del tomate es idónea para fines de investigación. Esto unido a su gran disponibilidad, bajo precio y alto valor nutritivo para la dieta peruana, determinaron su utilización como testigo en esta tesis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

7. Ensayos de germinación

Estos ensayos hacen referencia a pruebas estáticas en las que, después de 120 h de exposición mínima, se evalúa la fitotoxicidad de una sustancia en la germinación de semillas y desarrollo vegetal durante los primeros días de crecimiento (Buchelli Gómez, 2014). Para efectos de esta investigación, indicadores como la inhibición de la elongación de la radícula y el hipocótilo, facilitan el analizar el impacto biológico de ciertos compuestos en el desarrollo de plántulas. Esto se debe a que, a pesar que el compuesto tenga una concentración baja que no sea suficiente para impedir que las semillas broten, sí puede retrasar o incluso detener por completo los mecanismos de elongación (Carhuancho et al., 2015).

La base de este ensayo es la determinación del IG. Según Varnero, Rojas & Orellana (2007), este indicador “es el más completo para describir el potencial fitotóxico de una sustancia orgánica”. Para ello, se requieren los datos de las semillas germinadas y la LR por concentración y del control.

Carhuancho et al. (2015) indica que los bioensayos de toxicidad (en esta tesis, de germinación) han sido recomendados y aplicados por diferentes organismos internacionales para evaluar la toxicidad de los plaguicidas sobre las especies no objetivo, condicionando la aprobación de los plaguicidas en las autoridades ambientales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Asimismo, Varnero et al. (2007) interpretó los valores del IG de la siguiente manera:

- Los valores de IG ≥ 80% demuestran la ausencia de sustancias fitotóxicas o una reducida concentración de estas.
- Los valores que varían del 50% al 80% significan que existen sustancias fitotóxicas a nivel moderado.
- Cuando el IG ≤ 50%, este indica un alto contenido de sustancias fitotóxicas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Objetivo general

Obtener biol de calidad a partir de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos del Camal Frigorífico Lurín SAC a escala piloto.

2. Objetivos específicos

1. Caracterizar previa y posteriormente la calidad de las mezclas de residuos de camal y estiércol sometidos a fermentación anaeróbica.
2. Analizar el efecto de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal en la inocuidad y calidad fisicoquímica del Biol.
3. Determinar el efecto de la fermentación anaeróbica de residuos líquidos de camal en los ensayos de germinación en tomate.
4. Establecer la mezcla más eficiente para los residuos líquidos de camal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. METODOLOGÍA

1. Tratamiento anaeróbico

El proyecto se llevó en el interior de CFLSAC, a espaldas de la planta de beneficio vacuno, frente al biodigestor de la empresa (Véase Figura N° 1). Este espacio fue asignado por la misma empresa. Asimismo, el estiércol requerido para el armado de los tratamientos fue recolectado en el Fundo Hecosan, de propiedad del asesor de este proyecto, el MSc. Luis Gomero, con dirección Carretera Lima – Canta Km. 43, Macas, Santa Rosa de Quives, Lima – Perú.

El tratamiento anaeróbico de residuos líquidos de camal duró un periodo de 12 semanas entre los meses de julio y octubre del 2019, que corresponden a las estaciones de invierno y primavera en la ciudad de Lima.



Figura 1 Fotografía de lugar asignado para los tratamientos en el camal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

1.1. Obtención de materiales

Los materiales especificados en el Anexo N° 4 fueron financiados por la tesista del proyecto, el Fundo Hecosan y CFLSAC. El Fundo Hecosan financió los materiales para la construcción de los biodigestores, debido a la posibilidad de darle un uso posterior a los equipos. Asimismo, todos los estiércoles fueron recolectados por la tesista en el Fundo Hecosan y alrededores. Finalmente, CFLSAC otorgó de manera gratuita los residuos líquidos requeridos, los equipos de monitoreo semanal y asumió parcialmente los costos por análisis en laboratorio con la tesista, a fin de custodiar una copia de la investigación para su difusión y aplicación en la empresa (Véase Anexo N° 5: Registro fotográfico-recolección de materiales).

1.2. Construcción de los biodigestores

Previo a la ejecución de la parte experimental se construyeron 15 prototipos de biodigestor tipo Batch en cilindros herméticos de 80 L de capacidad. Se realizaron cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Se eligió realizar este prototipo de biodigestor discontinuo porque el volumen diario de residuos líquidos que se produce en el camal depende de las dimensiones y cantidad de los animales, y a su tipo de disposición. Diariamente, el camal vende un volumen variable de estos residuos para ser transformados en comida para animales. Los residuos restantes serían los que ingresarían al biodigestor. Sabiendo esto, no se podría establecer una carga fija diaria pero sí trabajar en base a un promedio a lo largo de un tiempo mayor.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La preparación de estos prototipos se llevó a cabo en el Fundo Hecosan y la casa de la tesista para luego ser transportados con un camión a CFLSAC, donde se realizó el experimento (Véase Anexo N° 6: Registro fotográfico construcción biodigestores). La construcción de estos prototipos se realizó conforme a los estándares propuestos por González (2011):

- Para acondicionar los cilindros se realizaron dos perforaciones con un taladro. Cada orificio corresponderá a la salida del biol y la salida del biogás. Los biodigestores de esta tesis se construyeron sin agitador.
- Para la salida del biol, el orificio se realizó con una distancia aproximada de 1/3 de la altura del cilindro (26 cm de distancia desde la base del envase). Además, para la construcción de la válvula de salida se utilizaron un niple, una llave de paso, dos tuercas, dos empaquetaduras y un juego de adaptadores; todos de 1” de espesor.
- Para permitir la salida del biogás, se hizo un orificio en la tapa y se utilizaron los siguientes accesorios de ½” de espesor: Dos niples, una llave de paso, dos tuercas, dos empaquetaduras y un juego de adaptadores. Asimismo, se estableció una conexión entre los biodigestores y flotadores para contener el biogás producido.
- Para unir los accesorios se utilizó cinta teflón de ½”. Como medida preventiva de fugas, se sellaron las zonas con 4 vueltas de cinta y dispositivos de seguridad entre las tapas. Posteriormente, los accesorios fueron resellados con silicona.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El Anexo N° 7. Modelo de Biodigestor construido, muestra los prototipos de biodigestor construidos, basados en la experiencia de Gonzáles (2011).

1.3. Tratamientos

Para la producción de biol, se sugiere aplicar 4 partes de parte líquida por 1 parte de MO (20% y 80%), alegando al agua como parte líquida y estiércol como parte orgánica (Paucar & Quispe, 2015). Sin embargo, esta investigación plantea la creación de un biol a partir de los residuos líquidos de camal, los cuales contienen una serie de inóculos ya disueltos en agua (Apaza, 2013), por lo que, para efectos de la presente investigación, los tratamientos 2, 3, 4 y 5 se basaron en 9 partes de residuo líquido por 1 de estiércol (10% y 90%). El tratamiento 1 consistió en 100% residuo líquido.

Para este caso, los residuos líquidos fueron proporcionados por el Camal, por lo cual solo fueron transportados a nivel interno desde su punto de acopio hasta el área proporcionada para la fase experimental dentro de la planta. Por temas de accesibilidad y seguridad industrial, la recolección de dicho material y su transporte fue facilitado por el personal del camal, que utilizó un vehículo de carga de apoyo y extrajo el efluente en baldes de plástico (Véase Anexo N° 8: Registro fotográfico de Residuos líquidos en el área de estudio).

El estiércol fue recolectado por la tesista y su asesor en sacos con apoyo de palas. Acto seguido, los sacos fueron incorporados en bolsas de polipropileno y rotulados para luego ser trasladados al área designada en CFLSAC. El suelo de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

dicha área poseía una capa de impermeabilizante y un sistema colector de líquidos en caso de contingencias.

Como medidas de bioseguridad durante la manipulación del estiércol, residuos líquidos y el monitoreo del proyecto, la tesista utilizó cofia, guantes de látex, calzado de protección y bata, en adición a los Equipos de Protección Personal (EPP) exigidos para el desplazamiento dentro de la planta.

Los tratamientos permanecieron en condiciones anaeróbicas dentro de los biodigestores por un periodo de tres meses (Ver Anexo N° 9: Producción de tratamientos). Fueron muestreados previa y posteriormente a la fase experimental. Asimismo, durante la fase experimental, se realizó el monitoreo de los tratamientos una vez por semana. A continuación, se muestra la estructura de los tratamientos realizados:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 4 Descripción de los tratamientos estudiados.

Tipo de tratamiento	Descripción del tratamiento	Repeticiones
Tratamiento 1 (Control)	• 100% Desecho líquido.	• T1A • T1B • T1C
Tratamiento 2	• 90% Desecho líquido. • 10% Estiércol bovino.	• T2A • T2B • T2C
Tratamiento 3	• 90% Desecho líquido. • 10% Estiércol caprino.	• T3A • T3B • T3C
Tratamiento 4	• 90% Desecho líquido. • 10% Estiércol de pollo.	• T4A • T4B • T4C
Tratamiento 5	• 90% Desecho líquido. • 10% Mezcla de tres estiércoles.	• T5A • T5B • T5C

1.4. Análisis de las variables operacionales

a. Muestreo inicial y final de residuos líquidos del Camal y estiércoles

Previo a la ejecución de la fermentación anaerobia, se realizó un muestreo inicial en los tratamientos, tomando en cuenta las medidas de bioseguridad mencionadas anteriormente. Para ello, se examinaron los siguientes parámetros:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 5 Tipos de pruebas realizadas a los tratamientos.

Tipo de prueba	Parámetros
Microbiológica	• Coliformes fecales. • Coliformes totales. • *Escherichia coli*. • *Salmonella sp.*
Fisicoquímica	• pH. • Temperatura. • Conductividad eléctrica. • Materia orgánica. • Carbono – Nitrógeno. • Reguladores de crecimiento. • Micronutrientes. • Macronutrientes. • Ácidos húmicos. • Ácidos fúlvicos. • Carbono orgánico.

Asimismo, una vez transcurrido el tiempo de retención otorgado para la fermentación anaerobia de estos tratamientos, se volvió a extraer muestras en envases de plástico de primer uso de 1 L de capacidad para las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas finales de cada tratamiento. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (en adelante LASPAF) y el Laboratorio Marino Tabusso para su análisis y la posterior discusión de resultados de este proyecto. Los métodos utilizados para analizar los parámetros mencionados en la Tabla N° 5 se encuentran detallados en el Anexo N° 10: Certificados de análisis LASPAF y Marino Tabusso.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

b. Monitoreo durante el tratamiento

Durante el proceso de fermentación anaerobia, se realizó un monitoreo semanal a cada uno de los tratamientos, el cual consistió en la medición del pH y temperatura con el equipo pH metro que CFLSAC prestó a la tesista (Véase Figura N° 2).



Figura 2 Equipo pH metro utilizado marca HANNA modelo HI-99163.

2. Ensayos de germinación en tomate

Este apartado corresponde a las pruebas que se realizaron una vez obtenido el biol de cada uno de los tratamientos. Se trata de ensayos de germinación que fueron realizados en semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Esta planta fue seleccionada debido a su rápida germinación, accesibilidad y para la generación de nuevo material de discusión, ya que previamente se han utilizado otras plantas de objetivo en los ensayos de toxicidad de abonos orgánicos de Enríquez-Peña, Suzán-Azpiri, & Malda-Barrera (2004), Celis, Sandoval, Zagal, &

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Briones (2006), Varnero et al. (2007), Buchelli Gómez (2014), Carhuancho et al. (2015), Medina, Quipuzco, & Juscamaita (2015) y Peralta-Verán et al. (2016).

Para esta experiencia, se adaptó la metodología introducida por Sobrero & Ronco (2004) al biol y a las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en lugar de las semillas de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). A continuación, los pasos para la fase experimental.

Se utilizaron 900 semillas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*), las cuales fueron distribuidas en 90 recipientes de plástico con 10 semillas cada uno. Se generaron seis diluciones de cada tratamiento (cinco en total) y sus repeticiones (tres en total). Asimismo, la primera dilución consistió en un control de agua destilada (Ver Tabla N° 6). Esta etapa experimental fue realizada en el invernadero de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur y tuvo una duración de ocho semanas (diciembre 2019 a febrero 2020), a diferencia de Castillo Morales (2004), que utilizó 120 h. La razón por la cual se empleó más tiempo del recomendado en esta etapa fue para contrastar los resultados con el área foliar de las plantas, la cual es considerada representativa después de dos meses de desarrollo vegetativo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 6 Diluciones aplicadas en las pruebas de germinación en tomate.

Nombre	Dilución de biol
D1	Agua destilada (control)
D2	0.1/100
D3	1/100
D4	5/100
D5	10/100
D6	50/100

Para el armado de los recipientes se procuró usar un suelo pobre en MO, por lo que se obtuvo “tierra de chacra” del mercado de abastos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Dicha tierra fue transportada al invernadero de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur y fue tamizada para uniformizar la tierra y evitar la presencia de piedras. El objetivo de utilizar este tipo de tierra fue la obtención de resultados notoriamente influenciados por la adición de los bioles. Se sostuvo la hipótesis que un suelo rico en MO no iba a permitir la distinción del efecto de la dosificación del biol.

Una vez tamizada, la tierra fue añadida a los 90 envases de plástico previamente acondicionados con agujeros de drenaje, una capa de tul para contener la materia y rótulos por tratamiento, repetición y dilución. Los envases fueron llenados a ¾ de su capacidad, se colocaron sus 10 semillas y se procedió a cubrirlos hasta el tope. Finalmente, se humedeció la tierra con agua y se dejó reposar por 3 días (Ver Anexo fotográfico N° 11: Armado de macetas).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Las macetas fueron regadas dos veces por semana, los días martes y viernes al final de la tarde. Los días martes se regaba con las diluciones de biol y los días viernes sólo se aplicaba agua. El volumen aproximado de agua o biol utilizado para el riego de cada maceta era de 50 ml por día.

Al final del periodo experimental, se calculó la LR de cada plántula de tomate con hojas milimetradas (Ver Figura N° 3). Para ello, se desmoldaron las plantas de cada maceta sumergiéndolas en agua y separando las raíces con cuidado. Posteriormente, se dejó secar las plántulas en papel toalla y se colocaron en las hojas milimetradas. Para la medición de la radícula se consideró el trayecto desde el nudo hasta el ápice radicular (Carhuancho et al., 2015). Esta labor fue realizada en el Invernadero de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur.



Figura 3 Foto Ejemplar cálculo de longitud radicular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.1. Cálculo del Índice de Germinación

A continuación, se presenta el orden de cálculos que conllevan al IG. Siguiendo el modelo expuesto por Medina et al. (2015), se consideró a la dilución 1 como el testigo.

a. Porcentaje de Germinación Relativa (PGR)

$$PGR = \frac{N° \ de \ semillas \ germinadas \ en \ el \ tratamiento * 100}{N° \ de \ semillas \ germinadas \ en \ el \ testigo}$$

b. Crecimiento de Radícula Relativo

$$CRR = \frac{Elongación \ de \ la \ radícula \ en \ el \ tratamkiento * 100}{Elongación \ de \ radícula \ del \ testigo}$$

c. Índice de Germinación (IG)

$$IG = \frac{PGR * CRR}{100}$$

En el caso de los tres cálculos, los resultados son interpretados como porcentajes (%), cuyo valor se traduce a mejores condiciones de germinación conforme sea más alto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Obtención del Área Foliar

El área foliar fue obtenida a través de la aplicación móvil Easy Leaf Area, inmediatamente después de medir la LR de las plántulas. Para ello, se dispuso un fondo blanco con hojas bond y un cuadrado rojo de 4 cm^2 que fue impreso en cartulina para servir como calibrador de la aplicación móvil.

Una vez establecido el fondo requerido para el análisis, se procedió a fotografiar cada plántula con el cuadrado rojo. Cada fotografía resultaba en una medición cuantitativa y colorimétrica del área foliar del objetivo (Véase Figura N° 4).

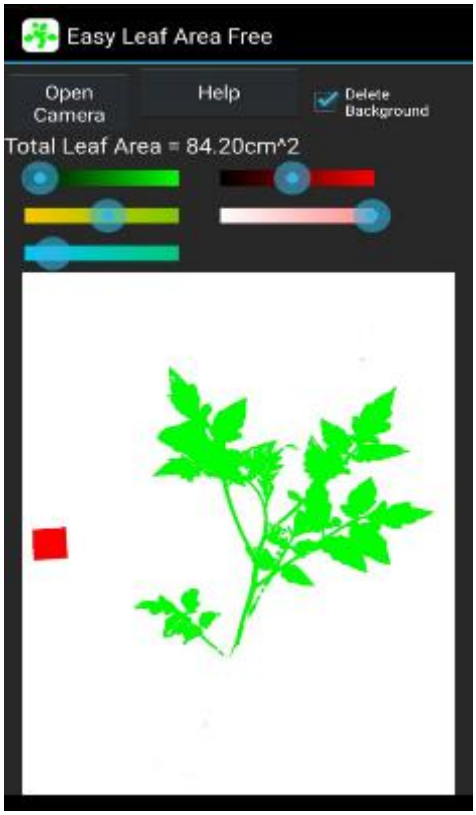


Figura 4 Ejemplar de resultado obtenido en la aplicación móvil Easy Leaf Area.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Finalmente, las plántulas examinadas fueron replantadas en las macetas, conducidas al hogar de la tesista y luego obsequiadas a estudiantes y conocidos aficionados por la hortaliza.

4. Procesamiento estadístico de los parámetros

Se realizó una investigación experimental con cinco tratamientos y tres repeticiones cada uno. Asimismo, en las pruebas de germinación se añadieron seis diluciones a las 15 unidades experimentales. Para ello, se siguió un Diseño Completamente al Azar (DCA) que fue analizado estadísticamente con el programa IBM SPSS Statistics versión 25.

Para los parámetros de monitoreo de campo, pH y temperatura, se utilizó el análisis de varianza de ANOVA para evaluar si su variación en el tiempo fue significativa. Asimismo, las relaciones entre el pH y el tiempo, la temperatura interna y ambiental, y la temperatura y el tiempo fueron evaluadas con el análisis de correlación de Pearson.

Por otro lado, los parámetros de calidad fisicoquímica, microbiológica, pruebas de germinación y área foliar, fueron analizados con las pruebas no paramétricas de Wilcoxon y Kruskal Wallis debido a que la distribución de data no cumplía con los requisitos de homogeneidad y/o normalidad para realizar pruebas paramétricas. La prueba de Wilcoxon se utilizó para determinar diferencias significativas en un mismo tratamiento en el tiempo, mientras que la prueba de Kruskal Wallis se empleó para contrastar diferencias entre los diferentes tratamientos. Finalmente, los parámetros antes mencionados fueron sometidos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

a la prueba de correlación de Pearson para evaluar potenciales relaciones y dependencias entre resultados, las cuales pueden ser útiles para realizar predicciones en futuras investigaciones.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VII. RESULTADOS

1. Parámetros de campo

1.1. pH

Los resultados de la variación del pH de los tratamientos en el tiempo se muestran en el Anexo N° 12.A. En dicho anexo se puede observar que los resultados han sido promediados por semana y por tratamiento.

De acuerdo al desempeño observado, todos los tratamientos redujeron su pH durante la primera semana. A partir de ello, los tratamientos presentaron ligeras variaciones que se mantuvieron dentro del rango neutro hasta la semana 11.

Entre las semanas 11 y 12, el pH de todos los tratamientos descendió significativamente hasta alcanzar los siguientes resultados: Tratamiento 1= 6.53; tratamiento 2= 6.49; tratamiento 3= 6.58; tratamiento 4= 5.66; tratamiento 5= 6.23. Partiendo de estos datos, se puede inferir que el tratamiento 3 obtuvo el pH más alto (6.58) y el tratamiento 4 obtuvo el pH más bajo (5.66) al final del experimento. Asimismo, este último alcanzó el mayor rango de variación de pH en el tiempo (1.25 puntos), seguido por el tratamiento 3, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 5.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, corroborando que el comportamiento del pH de los tratamientos es significativamente diferente en el tiempo ($p = 0.05$) (Ver Anexo N° 12.A). Asimismo, a través del Anexo N° 12.A y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

la Figura N° 5 se puede apreciar la correlación negativa que sustenta el comportamiento del pH en el tiempo.

El Anexo N° 12.A (Tabla N° 17) refleja la existencia de una correlación lineal negativa de -0.393 entre el pH y los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Dichas variables presentaron una significancia de p= 0.01, lo que significa que el pH tendió a descender con el tiempo.

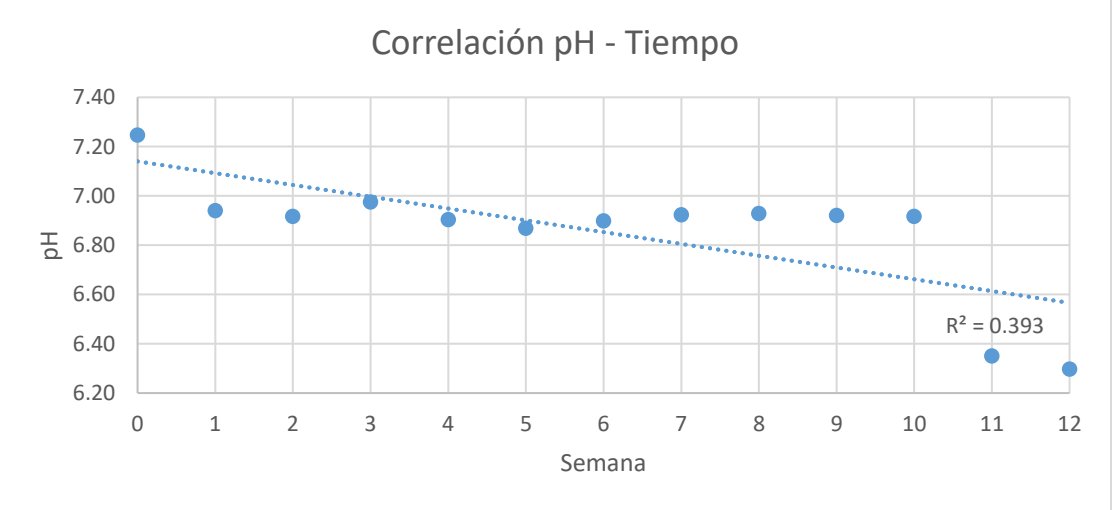


Figura 5 Correlación pH y tiempo.

1.2. Temperatura

La variación de la temperatura de los tratamientos en el tiempo se observa en el Anexo N° 12.B, la cual ha sido promediada por semana y tratamiento. Como contraste, dicha tabla contiene los datos de la temperatura ambiental monitoreada desde la estación Villa María del Triunfo del SENAMHI, de ubicación más cercana al lugar del experimento. Para ello, se tomó en

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

consideración el promedio de la temperatura ambiental entre las 13:00 y 15:00 h, rango horario bajo el cual se analizaron las muestras semanalmente.

La temperatura interna de los tratamientos sufrió variaciones a lo largo del tiempo, presentando dos auges drásticos en las semanas 5 y 9. A pesar de ello, de acuerdo al análisis estadístico (Ver Figura N° 6, y Anexo N° 12.B), estos cambios guardan una correlación lineal positiva con el comportamiento de la temperatura ambiental ($R^2 = 0.687$).

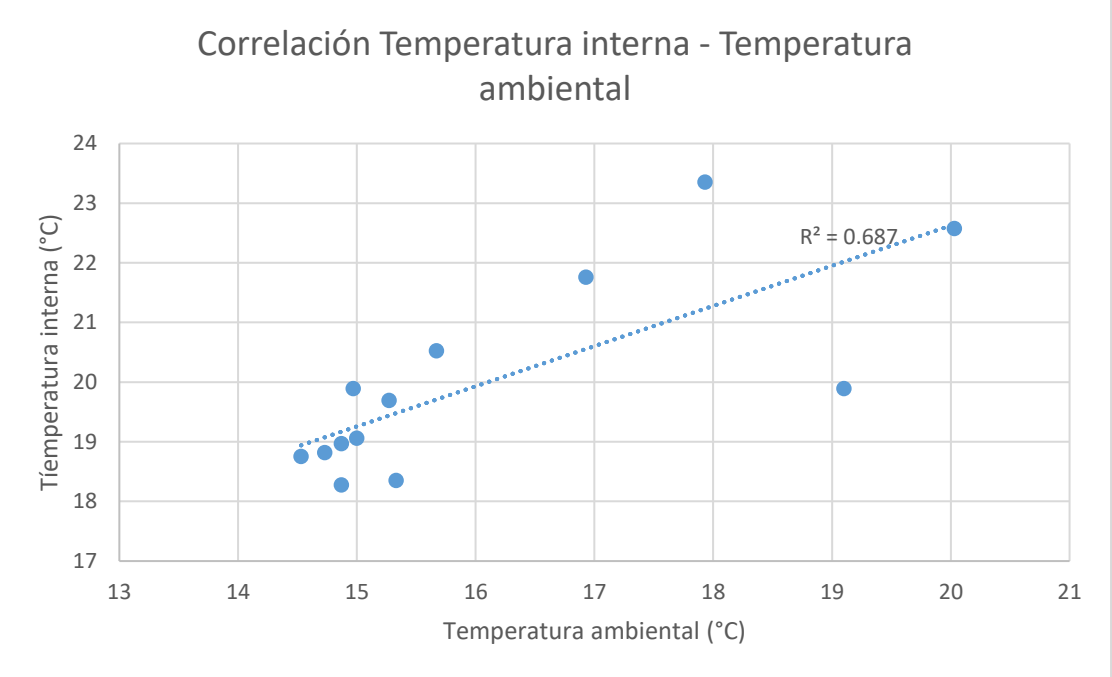


Figura 6 Correlación Temperatura interna y Temperatura ambiental.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La temperatura interna más elevada durante el tiempo de fermentación fue alcanzada por el tratamiento 4 (repetición A) en la semana 9, llegando a los 25.4 °C. La temperatura externa de dicho día fue de 17.93 °C, lo que significa una diferencia de 7.47 °C. Asimismo, de acuerdo al Anexo N° 12.B, la temperatura de todos los tratamientos presentó un incremento al final del experimento, resultando significativamente diferentes en el tiempo, con una tendencia al ascenso.

A nivel general, la temperatura de los tratamientos presenta una variación de 18 °C a 22 °C con el tiempo. A continuación, la Figura N° 7 grafica el comportamiento de la temperatura en el tiempo, mientras que la Figura N° 8 demuestra la correlación lineal positiva (R^2 = 0.517), pero no significativa, que existe entre la temperatura interna y el tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

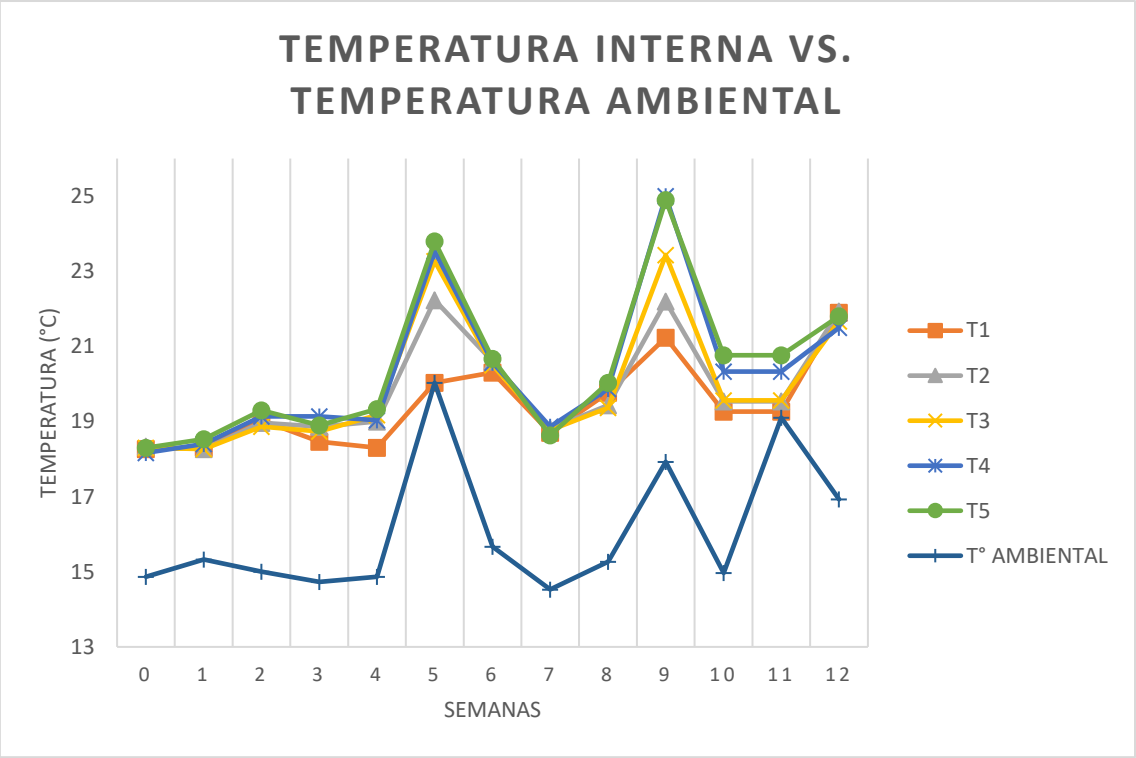


Figura 7 Temperatura interna y Temperatura ambiental en el tiempo.

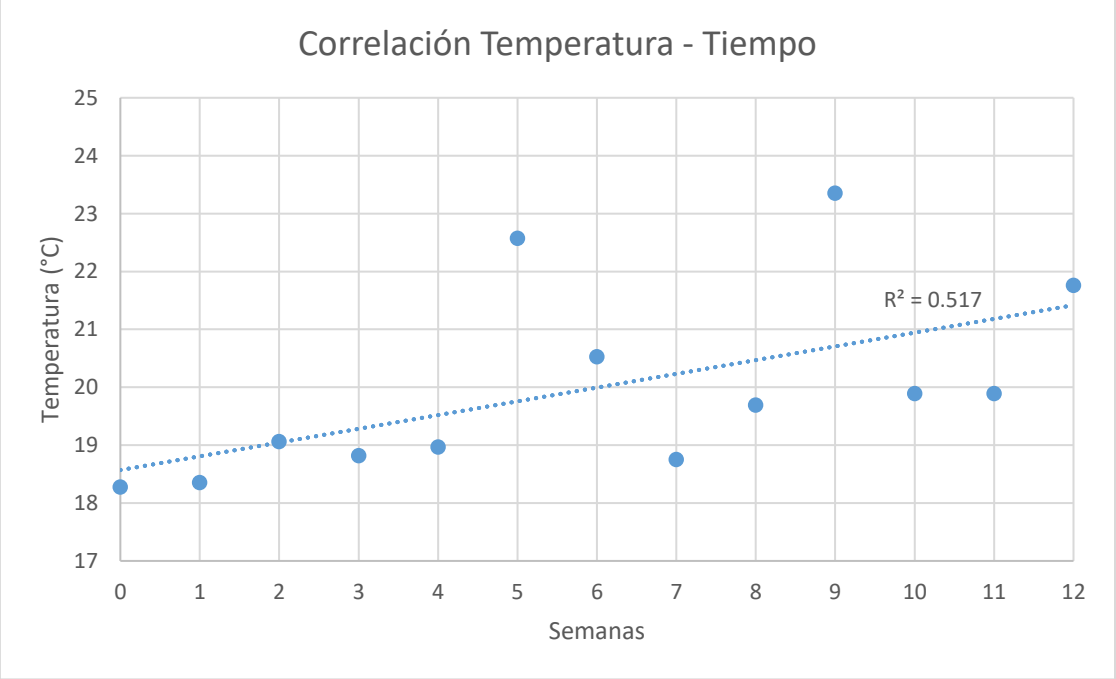


Figura 8 Correlación Temperatura y tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

1.3. Relación del pH y la Temperatura

Se aplicó la prueba de correlación de Pearson a los valores obtenidos de pH y temperatura para obtener el grado de relación que guardan ambas variables de acuerdo a las condiciones de los tratamientos. Según lo reflejado en el Anexo N° 12.C y la Figura N° 9, el resultado indica una correlación lineal negativa de coeficiente R^2 = -0.326, lo cual significa que el pH tiende a reducir conforme la temperatura aumenta.

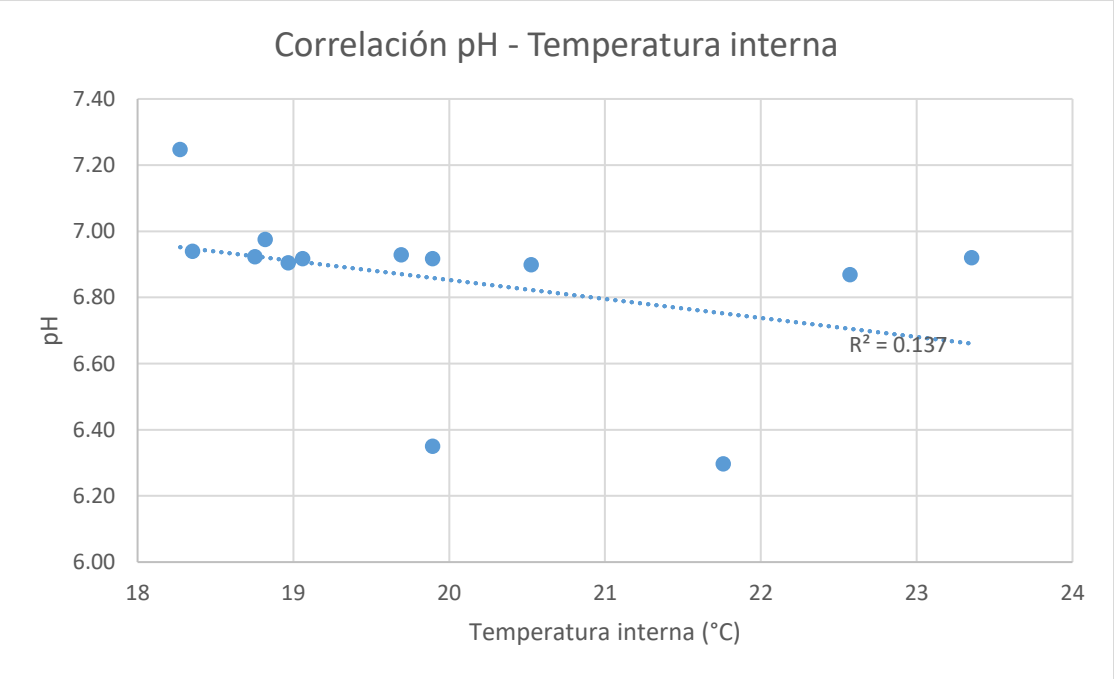


Figura 9 Correlación pH y Temperatura.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2. Evaluación de la calidad del biol

2.1. Calidad fisicoquímica

Respecto a las propiedades organolépticas de los bioles, se pudo observar que los tratamientos iniciaron el periodo experimental con un olor muy concentrado que atraía insectos. El olor era propio del estiércol fresco. Asimismo, la consistencia de estos era muy densa y su color lechoso. Conforme fueron pasando las semanas, los tratamientos comenzaron a presentar burbujas en las muestras y sus consistencias fueron aclarándose por acción de la sedimentación. Al final del experimento, los bioles ya no presentaban burbujas, su olor se tornó dulce y dejaron de atraer insectos.

Se realizó un análisis de MO completo al inicio y fin de la etapa experimental. Los parámetros evaluados fueron pH, CE, ST, MO, N total, P total, K total, Ca total, Mg total, Sodio (Na) total, Relación C/N, Fe total, Cu total, Zn total, Mn total, B total, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas. Asimismo, para establecer un orden en el análisis de resultados, estos parámetros fueron clasificados en grupos de acuerdo a su categoría. Cada categoría ha sido analizada con la prueba no paramétrica de Wilcoxon para demostrar si los parámetros han variado con el tiempo de manera significativa o no. Para expresar las diferencias entre tratamientos dentro de un mismo parámetro, se utilizó el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

La primera categoría analizada está conformada por los parámetros CE, ST y MO, los cuales pueden apreciarse en el Anexo N° 12.D. De acuerdo a dicho anexo, los valores de todos los parámetros han variado significativamente con el tiempo.

En lo que concierne a las diferencias entre tratamientos respecto a los parámetros de la presente categoría, el Anexo N° 13.A indica que la distribución de medias de los tratamientos es significativamente diferente (p=0.05) en todos los parámetros con excepción de MO (muestreo final), de p=0.53; y ST (muestreo final), de p=0.056. Esto significa que los valores obtenidos en dichos parámetros eran similares entre tratamientos, lo cual se evidencia con las Figuras N° 10, 11 y 15.

A continuación, se presentan las Figuras N° 10, 11, 12, 13, 14 y 15, que grafican la variación de los parámetros de la primera categoría con el tiempo. La Figura N° 9 grafica la variación de la CE, con una tendencia al ascenso. Asimismo, la Figura N° 11 refleja la variación de los ST que, de manera opuesta a la conductividad, descendieron en el tiempo. Es así que las Figuras N° 12, 13, 14 y el Anexo N° 12.D, muestran la correlación que existe entre la CE y los ST de los tratamientos (R^2=0.843).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

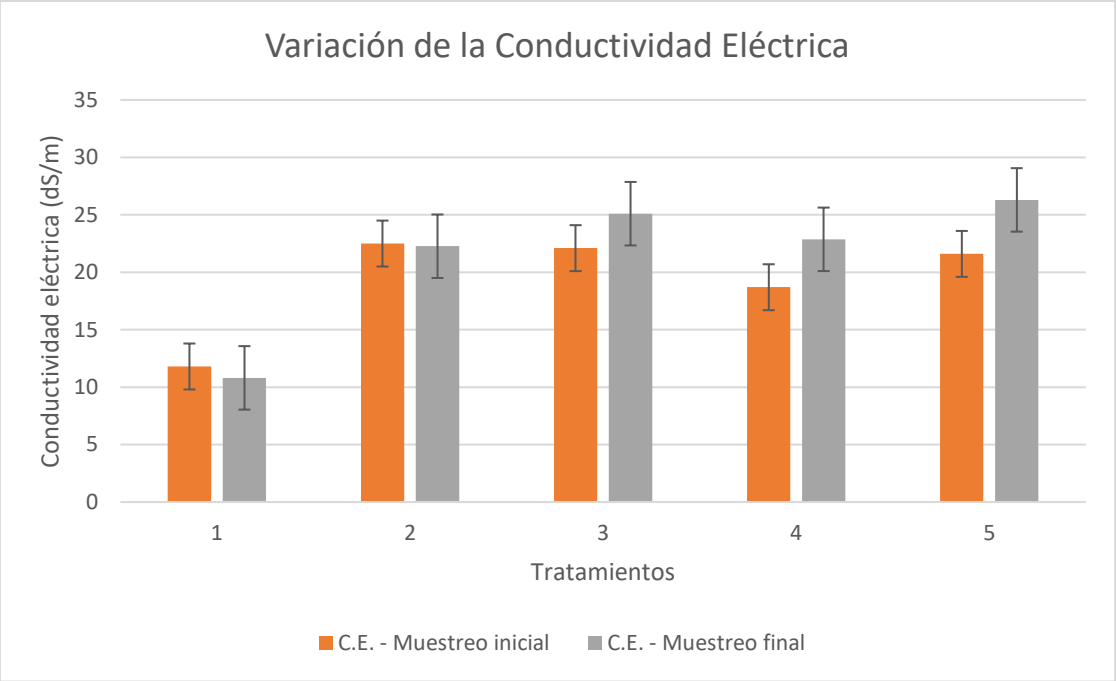


Figura 10 Variación de la CE por tratamiento.

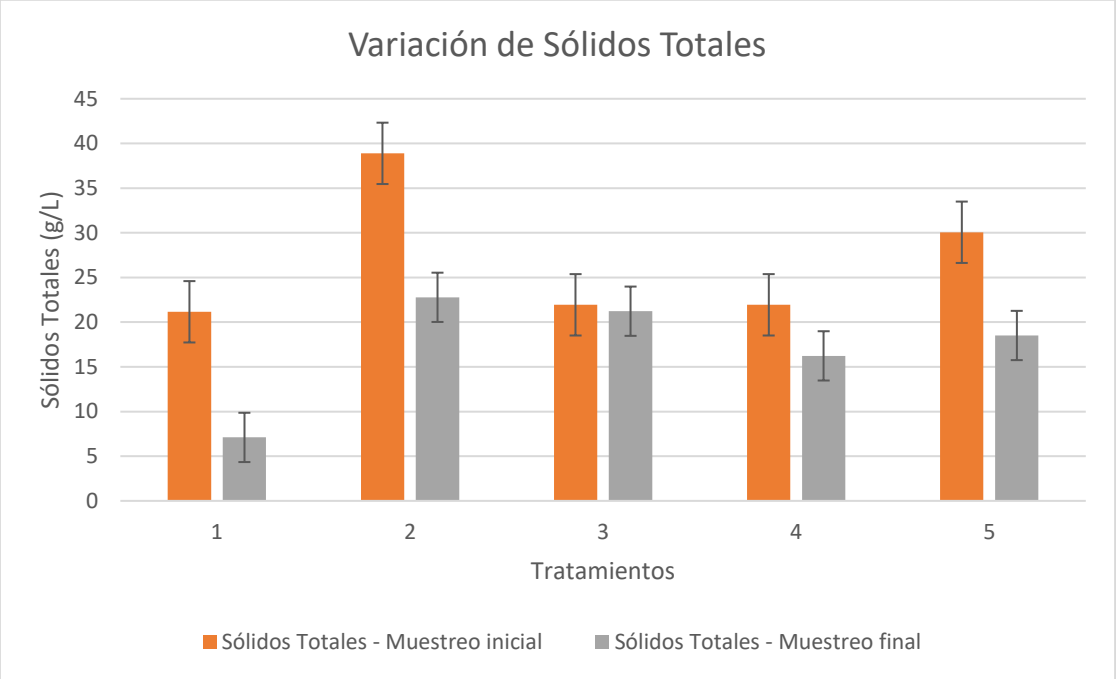


Figura 11 Variación de los ST por tratamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

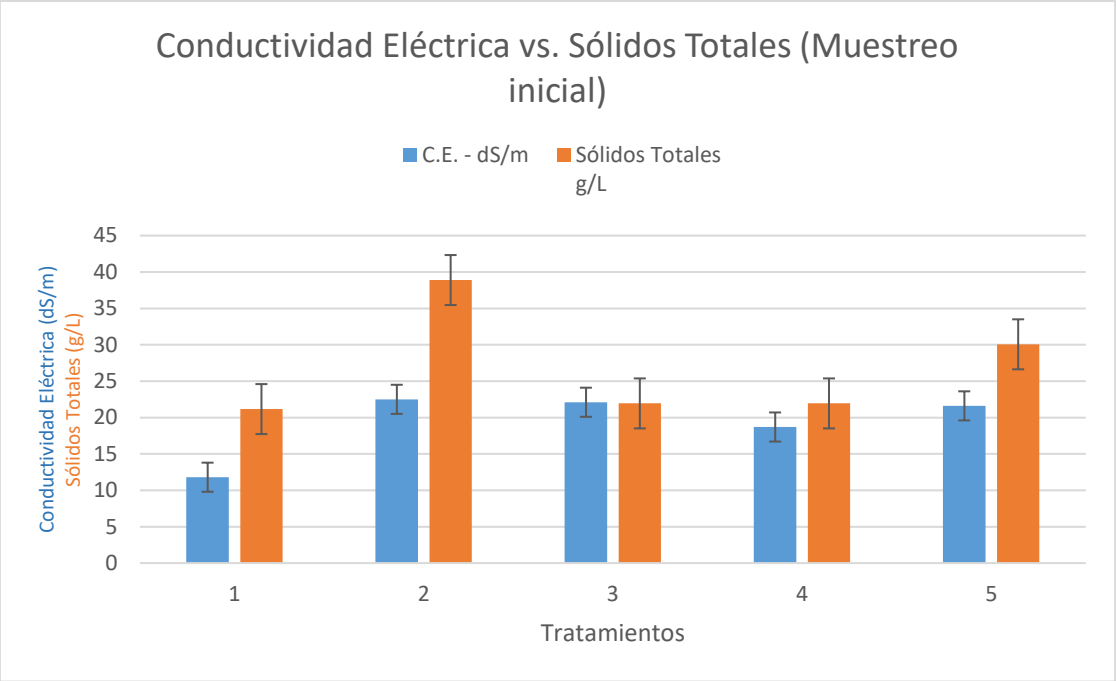


Figura 12 Variación de la CE y ST – Muestreo inicial.

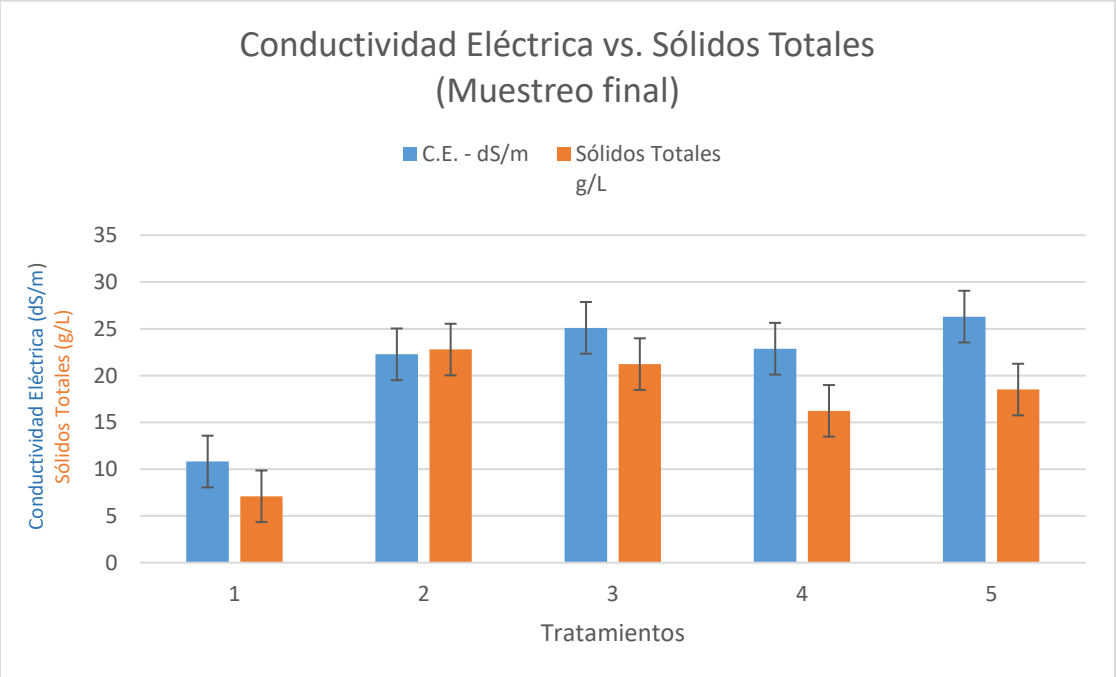


Figura 13 Variación de la CE y ST – Muestreo final.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

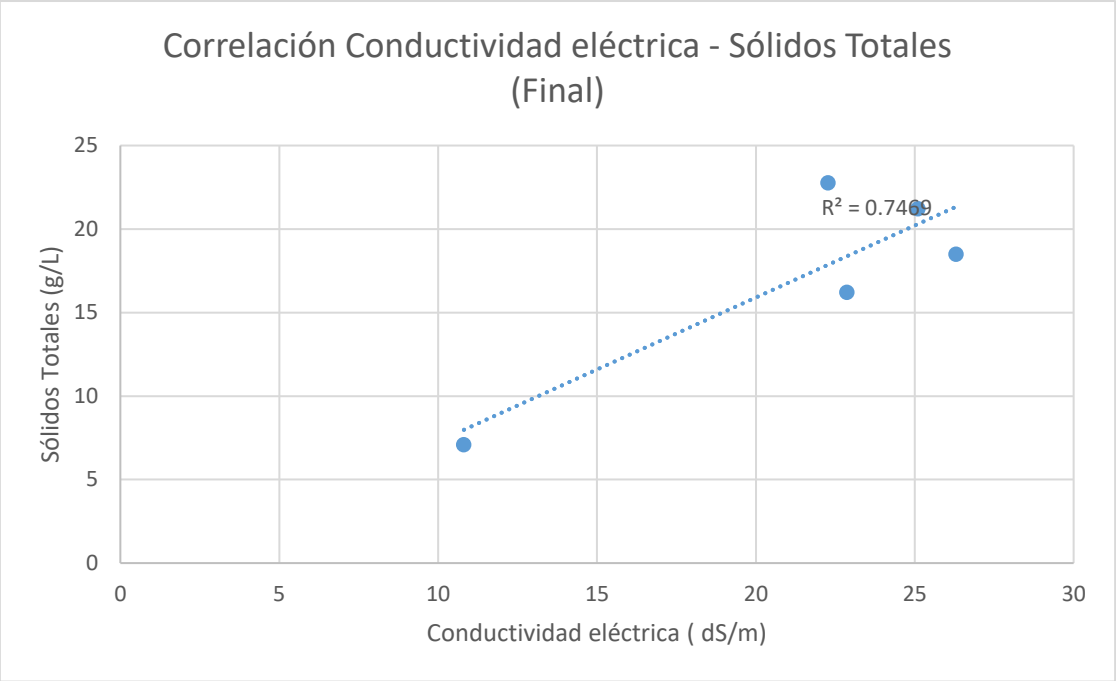


Figura 14 Correlación ST y CE.

Finalmente, los valores de MO sufrieron un descenso significativo entre ambas muestras. De acuerdo a la Figura N° 15, la MO se redujo a la mitad de sus valores iniciales, lo cual está relacionado a la capacidad de descomposición de los bioles producidos (Garavito Ruas, 2018). Este comportamiento también explica el incremento de la CE en el tiempo, ya que la descomposición de la MO aumenta la concentración de iones, y por tanto, la CE de los bioles.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

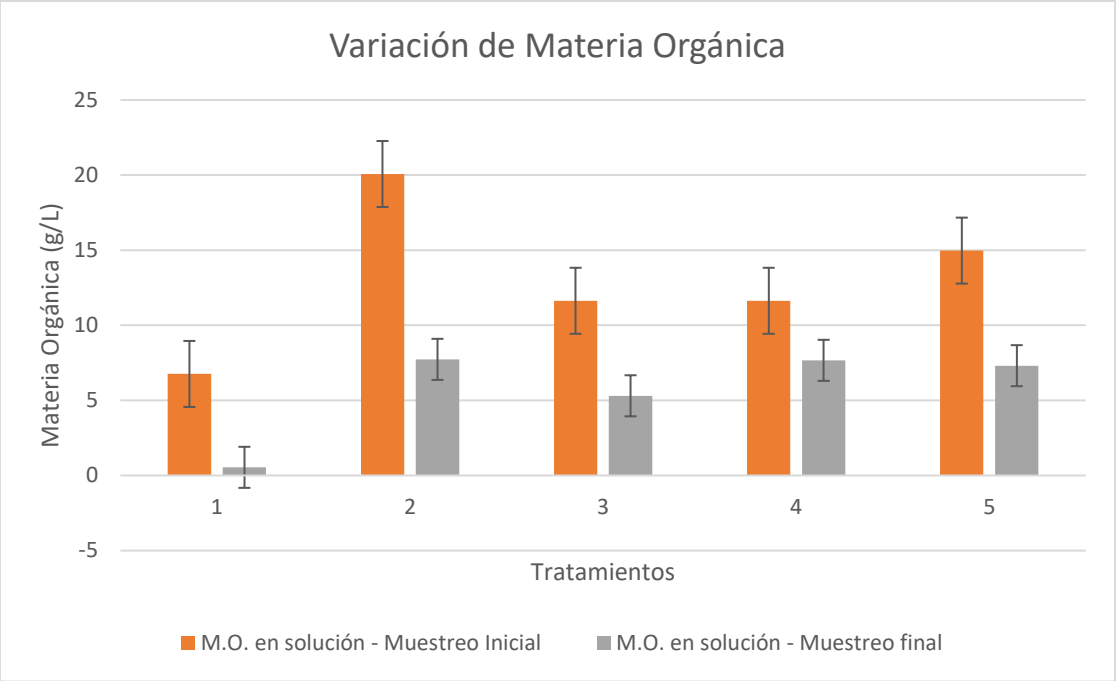


Figura 15 Variación de MO por tratamiento.

a. Macronutrientes

Esta categoría está conformada por los parámetros N total, P total, K total, Ca total, Mg total y Na total, los cuales han sido analizados estadísticamente respecto a su variación en el tiempo en el Anexo N° 12.E. Este anexo nos indica que no existen diferencias significativas en los parámetros N (p= 0.156), P (p=0.609) y K (p=0.427), mientras que las muestras de Ca, Mg y Na varían significativamente en el tiempo con significancias de p=0.041, p=0.001 y p=0.001, respectivamente. Estos resultados reflejan que, a nivel general, los valores de los tratamientos se han distribuido de manera similar en N, P y K respecto al tiempo. Asimismo, las Figuras N° 16, 17 y 18, ilustran que dichos parámetros han variado de manera tendencial entre tratamientos, mientras que

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

las Figuras N° 19, 20 y 21, el Ca, Mg y Na se han distribuido de manera heterogénea.

En el Anexo N° 13.B y 13.C se analizaron estadísticamente las diferencias entre tratamientos respecto a sus valores en cada parámetro. Los resultados indican que todos los tratamientos son significativamente diferentes entre sí salvo en los parámetros Ca (muestreo final) y Mg (muestreo final), con p=0.161 y p=0.051 respectivamente. Esto significa que, después de la etapa experimental, todos los tratamientos mantienen valores similares de Ca y Mg.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

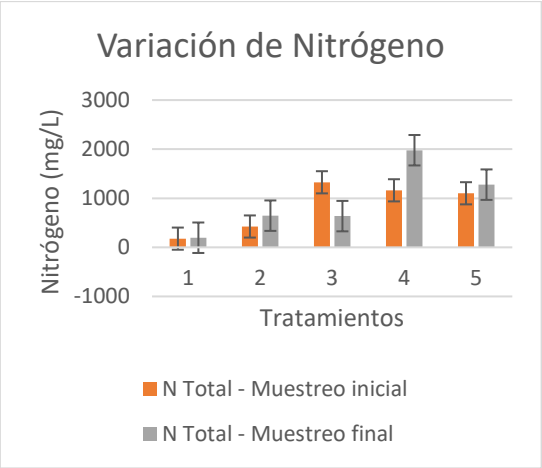


Figura 16 Variación de N por tratamiento.

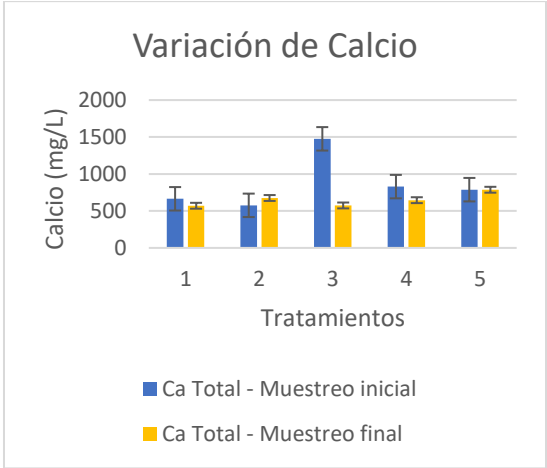


Figura 19 Variación de Ca por tratamiento.

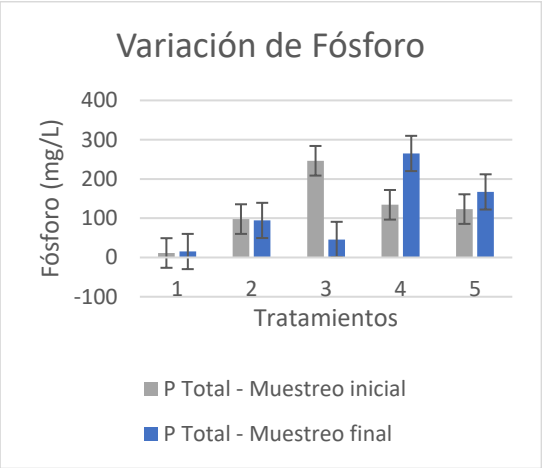


Figura 17 Variación de P por tratamiento.

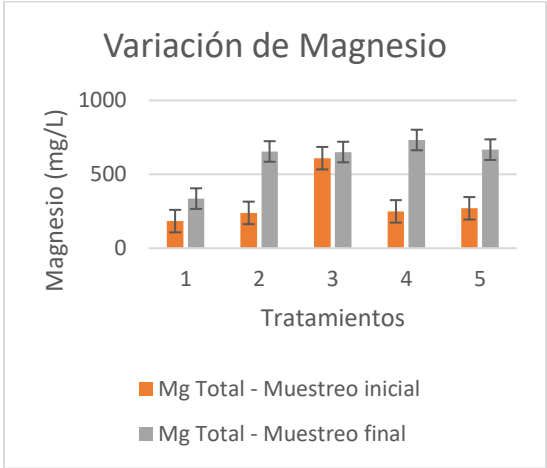


Figura 20 Variación de Mg por tratamiento.

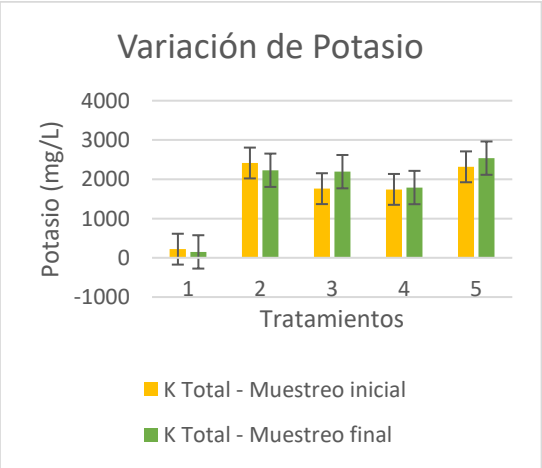


Figura 18 Variación de K por tratamiento.

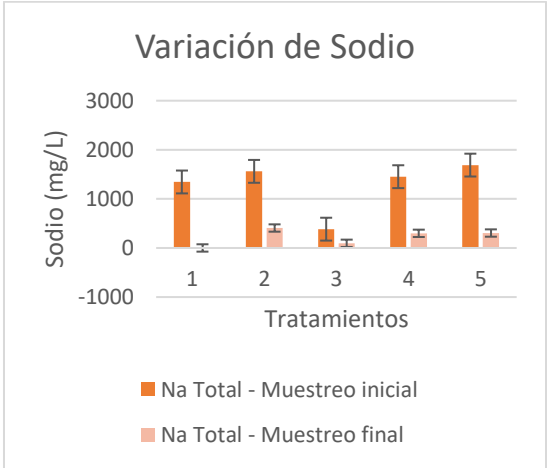


Figura 21 Variación de Na por tratamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

b. Relación C/N

De acuerdo al Anexo N° 12.F, la relación C/N de todos los tratamientos sufrió un descenso en el tiempo. Si bien este comportamiento es de esperarse para afirmar que hubo mineralización de nutrientes (por tanto, la capacidad de descomposición de MO del biol), el rango de variación de este parámetro depende principalmente de la composición de cada tratamiento. Es así que el tratamiento 1 obtuvo un mayor rango de variación, descendiendo 10.33 unidades, seguido del tratamiento 5 con un rango de 4.56 unidades, el tratamiento 3 con una reducción de 3.92 unidades, el tratamiento 4, con 3.58 unidades menos, y finalmente, el tratamiento 2, con una variación de 2.55 unidades.

A nivel estadístico, la prueba de Wilcoxon indica que la relación C/N de los tratamientos es significativamente diferente a sus valores iniciales ($p=0.001$), mientras que la prueba de Kruskal-Wallis (ver Anexo N° 13.D), refleja que la distribución de los valores de C/N entre tratamientos es significativamente diferente ($p=0.013$).

La variación de este parámetro entre tratamientos y a través del tiempo, puede apreciarse en la Figura N° 22, que grafica los resultados del Anexo N° 12.F.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

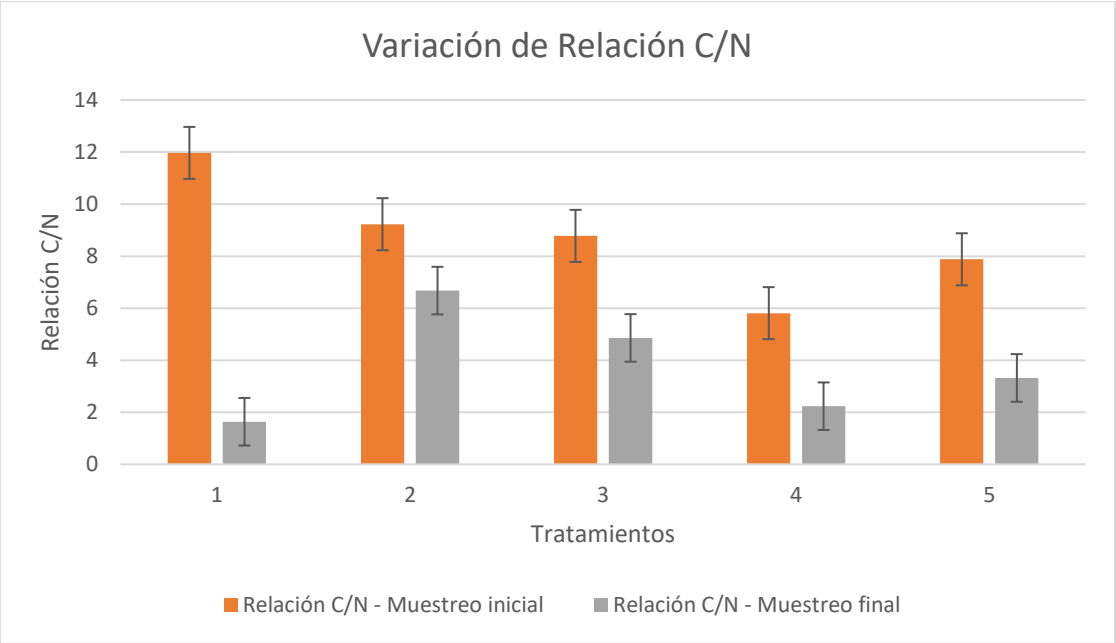


Figura 22 Variación C/N por tratamiento.

c. Micronutrientes

Los micronutrientes evaluados son Fe total, cobre (Cu), Zn total, Mn total y boro (B) total. La variación de dichos parámetros se puede apreciar en el Anexo N° 12.G. En este anexo se observa que, a nivel general, el Fe, Cu y Zn han tendido a reducir con el tiempo, mientras que el Mn tendió a aumentar. La excepción a este comportamiento se presenta en el tratamiento 5, en el cual, de manera opuesta al resto, el Zn aumentó y el Mn se redujo. Respecto al B, éste se comportó de manera heterogénea entre tratamientos, aumentando en los tratamientos 2, 4 y 5, y descendiendo en los tratamientos 1 y 3.

El análisis estadístico indica que el Fe, Cu y Zn varían significativamente en el tiempo, mientras que el Mn y B poseen una distribución de medias similar con el pasar del tiempo, con significancias de p=0.650 y p=0.061, respectivamente (Ver

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo N° 13.E). Esto quiere decir que los parámetros Fe, Cu y Zn han modificado sus valores de manera significativa respecto a su muestra inicial, mientras que el Mn y B, a pesar de haber aumentado o reducido por tratamiento, han obtenido valores similares a sus muestras iniciales de manera general.

De acuerdo al Anexo N° 13.E, se puede observar que la distribución de valores de todos los parámetros es significativamente diferente con excepción del Fe (muestra final), con p=0.189, lo cual significa que los valores finales de Fe son similares en todos los tratamientos. Las Figuras N° 23, 24, 25, 26 y 27 ilustran el comportamiento de cada micronutriente en el tiempo.

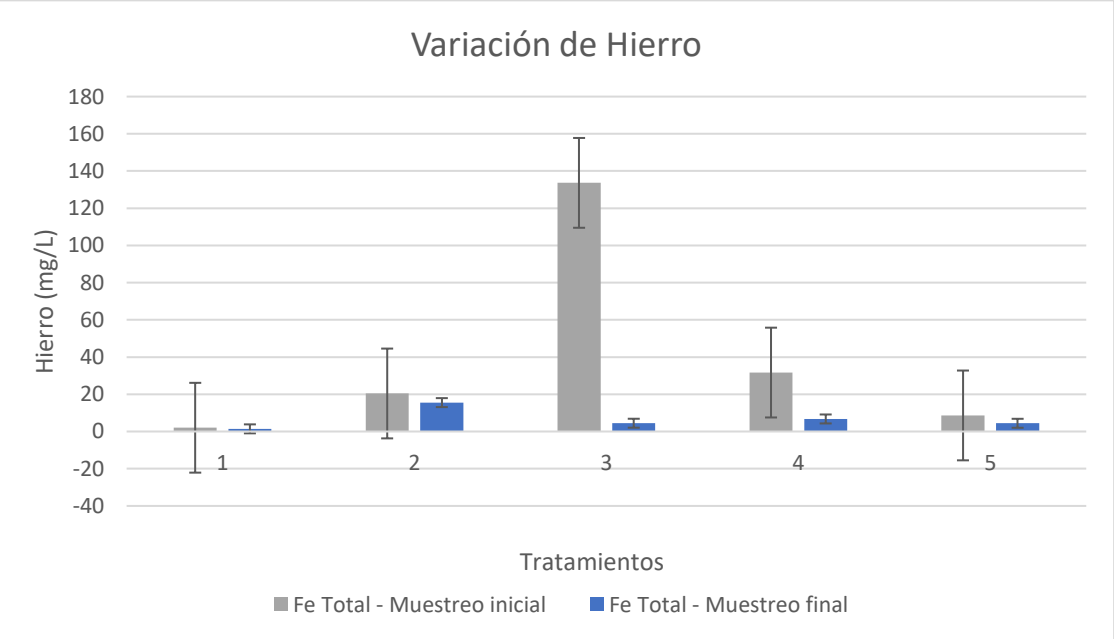


Figura 23 Variación de Fe por tratamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

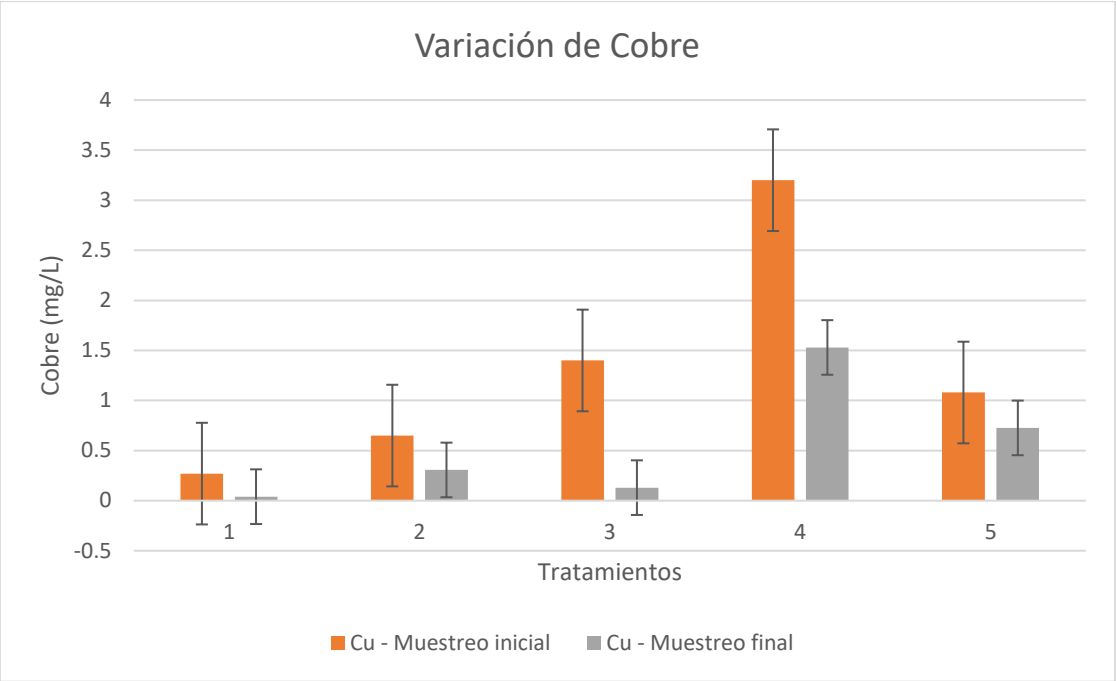


Figura 24 Variación de Cu por tratamiento.

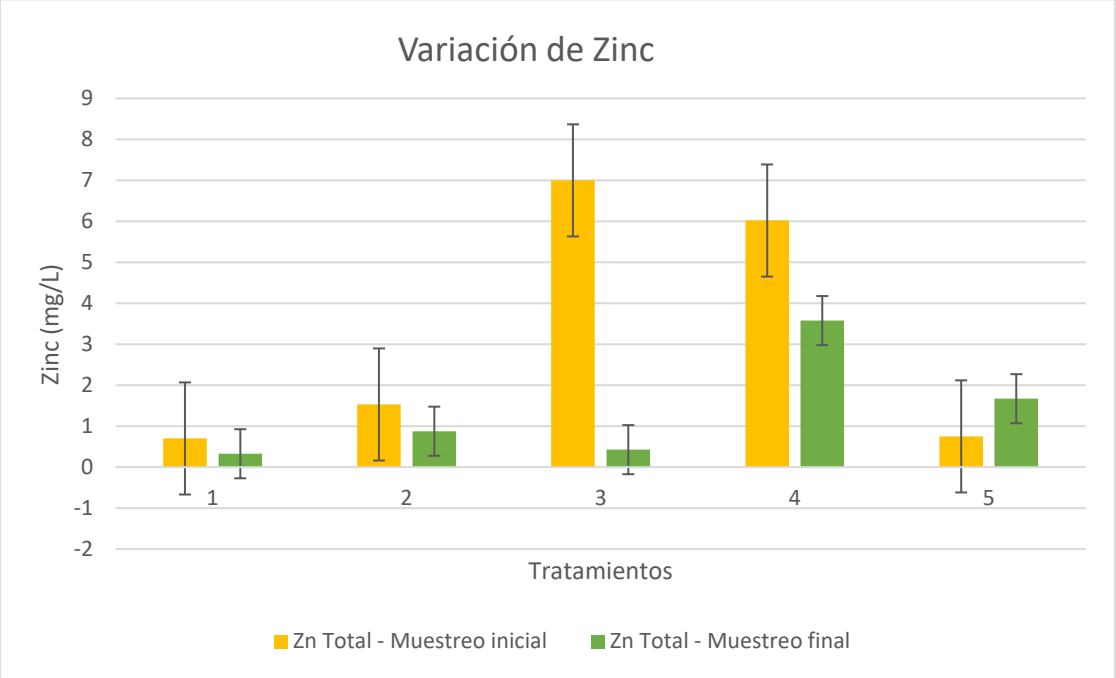


Figura 25 Variación de Zn por tratamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

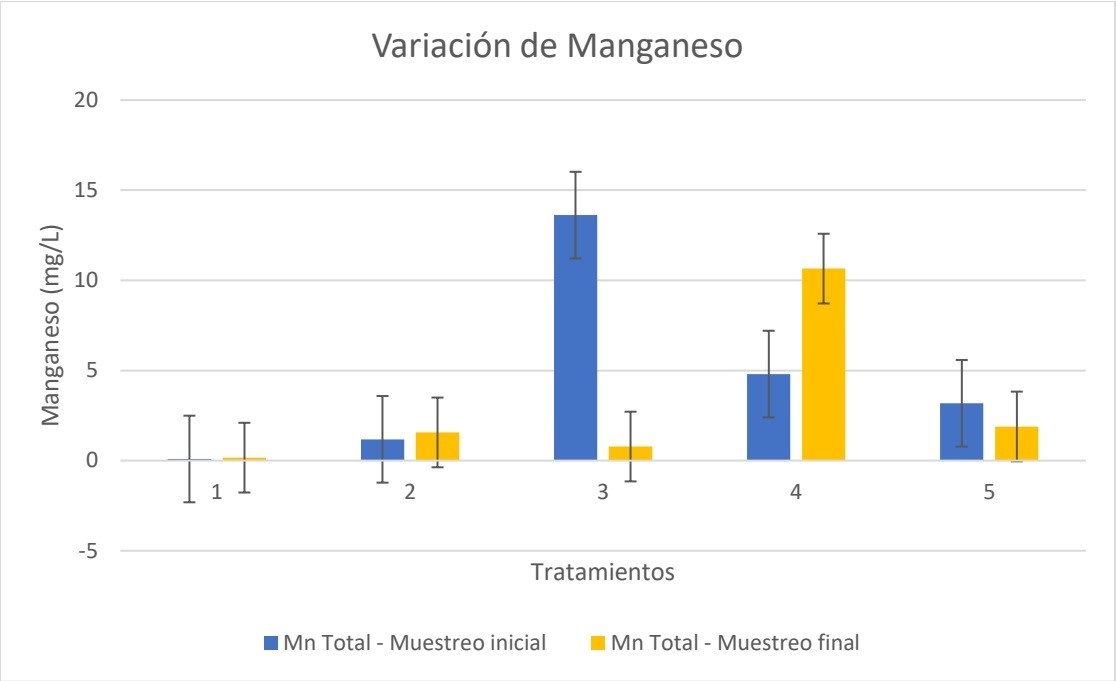


Figura 26 Variación de Mn por tratamiento.

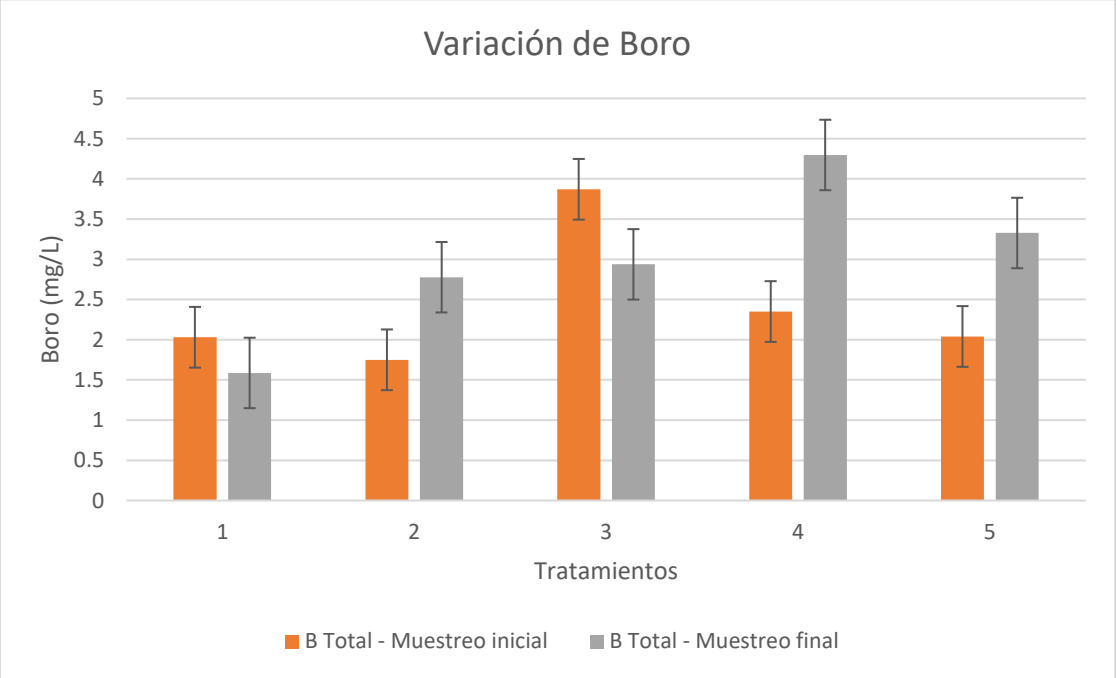


Figura 27 Variación de B por tratamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

d. Sustancias Húmicas

Esta categoría está conformada por los parámetros ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, los cuales han sido analizados en el Anexo N° 12.H. Dicho anexo indica la variación de los parámetros mencionados en el tiempo. Asimismo, muestra el análisis estadístico de Wilcoxon, que indica que la distribución de medias de los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos son similares en el tiempo, con significancias de p=0.477 y p=0.140, respectivamente. Por otro lado, la prueba estadística muestra que los valores de huminas varían significativamente en el tiempo (p=0.002), lo que explica el gran descenso de este parámetro al final de la etapa experimental.

De acuerdo a la Figura N° 28, los ácidos húmicos variaron de manera diferenciada entre tratamientos, de forma que, mientras los tratamientos 2, 4 y 5 presentaron pequeños incrementos al final de la etapa experimental, los tratamientos 1 y 3 descendieron de tal manera que el tratamiento 1 llegó a niveles no detectables.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

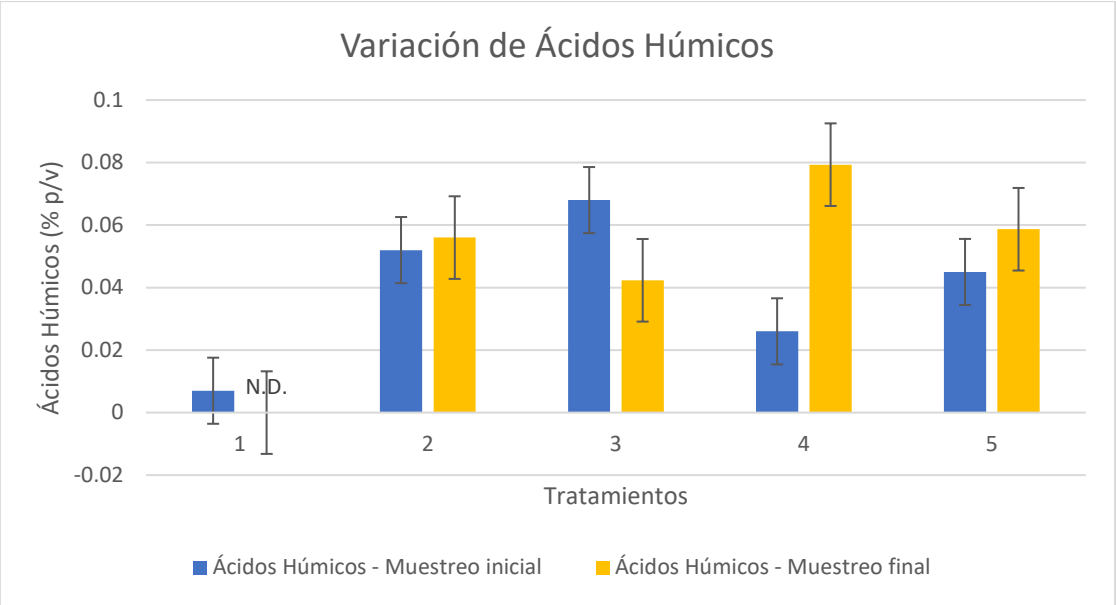


Figura 28 Variación de Ácidos húmicos por tratamiento.

Respecto a los ácidos fúlvicos, éstos siguieron el mismo comportamiento de los ácidos húmicos, incrementándose en los tratamientos 2, 4 y 5, y reduciéndose en los tratamientos 1 y 3 (Ver Figura N° 29).

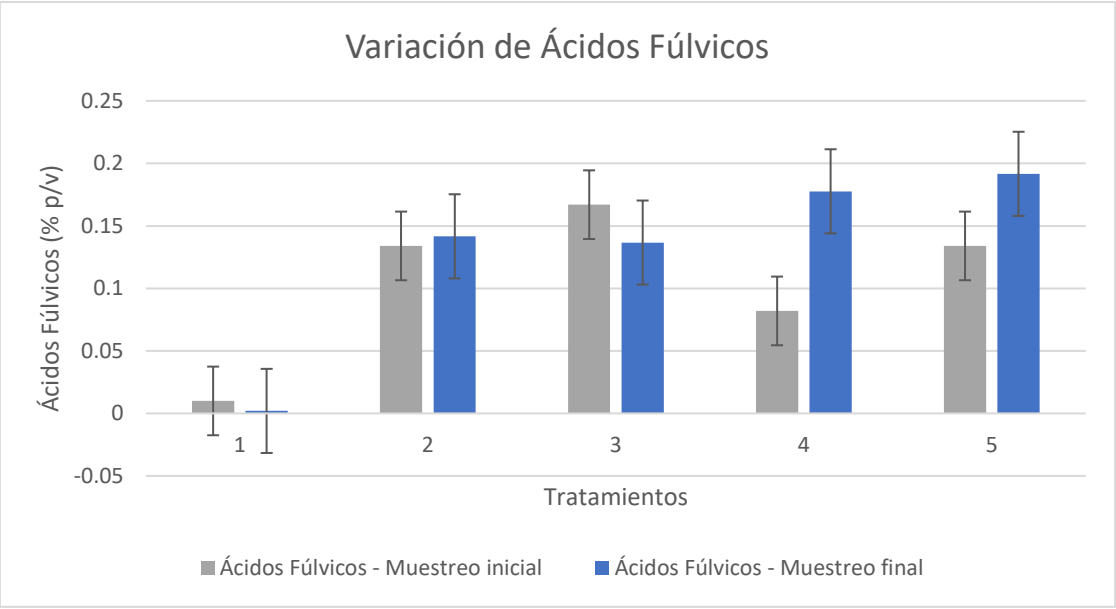


Figura 29 Variación de Ácidos fúlvicos por tratamiento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Las huminas presentaron un descenso significativo en las muestras finales de los tratamientos. De todos los tratamientos, el tratamiento 3 tuvo el mayor rango de variación (1.91 puntos), seguido del tratamiento 4 (1.08 puntos), tratamiento 5 (0.86 puntos), tratamiento 1 (0.04 puntos) y el tratamiento 2 (0.01 puntos). A continuación, la Figura N° 30 grafica la variación de los tratamientos en el tiempo.

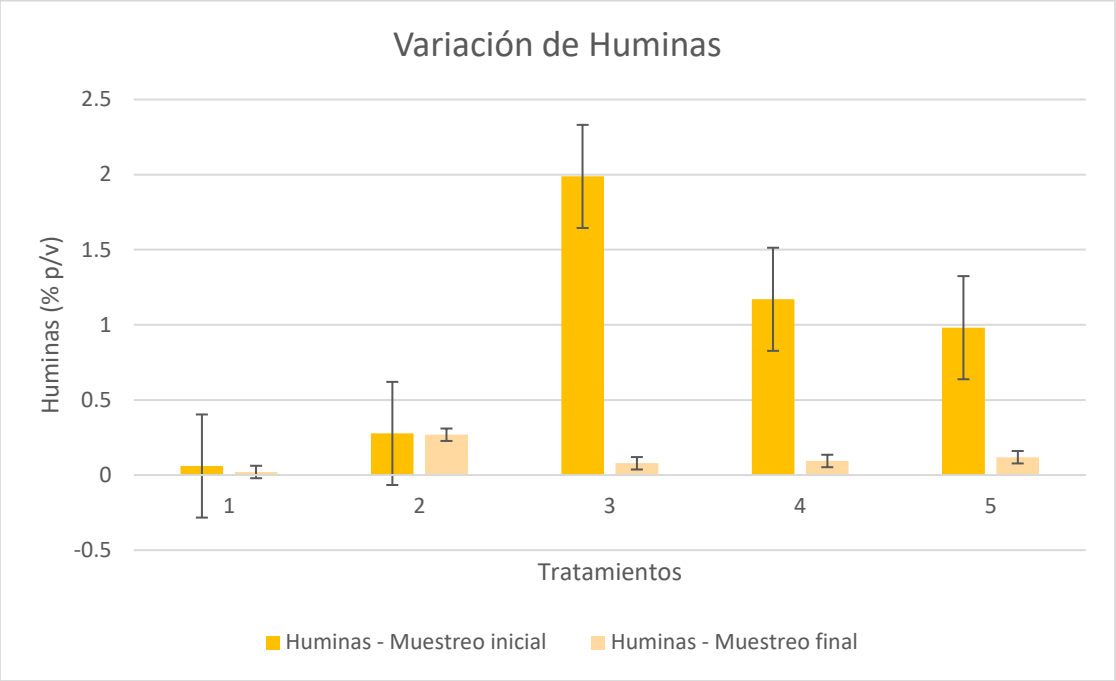


Figura 30 Variación de Huminas por tratamiento.

Para determinar las diferencias entre tratamientos, se llevó a cabo la prueba de Kruskal-Wallis en el Anexo N° 13.F. Dicho anexo expresa que los valores de ácidos fúlvicos y ácidos húmicos son significativamente diferentes entre tratamientos (p=0.03 y p=0.024, respectivamente), mientras que los valores finales de huminas son similares entre los tratamientos (p=0.051).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.2. Inocuidad

Para determinar la inocuidad de los bioles, se determinaron los valores de coliformes totales (CT), CF, *Escherichia coli* y la presencia de *Salmonella sp*. en los tratamientos. Los resultados indicaron una reducción de patógenos en todos los tratamientos, destacando el tratamiento 4 como el biol con menor presencia de coliformes y ausencia de *Salmonella sp.* El Anexo N° 12.I muestra la variación de los parámetros mencionados de acuerdo al tiempo y al tratamiento. Asimismo, indica los resultados del análisis estadístico de Wilcoxon.

De acuerdo a la prueba estadística de Wilcoxon, la distribución de las medias de CT y CF es similar en el tiempo, con una significancia de p=0.910 y p=0.394, respectivamente. Por otro lado, la distribución de las medias de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* es diferente con valores de p=0.011 y p=0.000, respectivamente, lo que significa que los valores de dichos parámetros han variado en el tiempo de manera significativa.

Respecto a las diferencias entre tratamientos, se puede observar en el Anexo N° 13.G que, si bien los valores iniciales de todos los parámetros eran significativamente diferentes entre tratamientos, posterior a la fermentación anaeróbica, los valores de cada tratamiento se redujeron a tal nivel de ser similares entre sí con una significancia de p=0.170 para CT, p=0.345 para CF, y p=0.301 para *Escherichia coli*. Esta prueba no pudo aplicarse al parámetro *Salmonella sp.* debido a que éste es de carácter nominal.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A continuación, la Figura N° 31 grafica la distribución de los valores de cada parámetro por tratamiento en la muestra previa a la fermentación anaeróbica, y la Figura N° 32 representa los resultados posteriores a la etapa experimental. En estas figuras se puede apreciar que inicialmente todos los tratamientos poseían valores muy altos de coliformes, sin embargo, el tratamiento 3 fue el menor. Al finalizar la etapa experimental, el tratamiento 4 obtuvo el valor más bajo en todos los parámetros, lo cual significa que éste experimentó una mayor capacidad de remoción de patógenos.

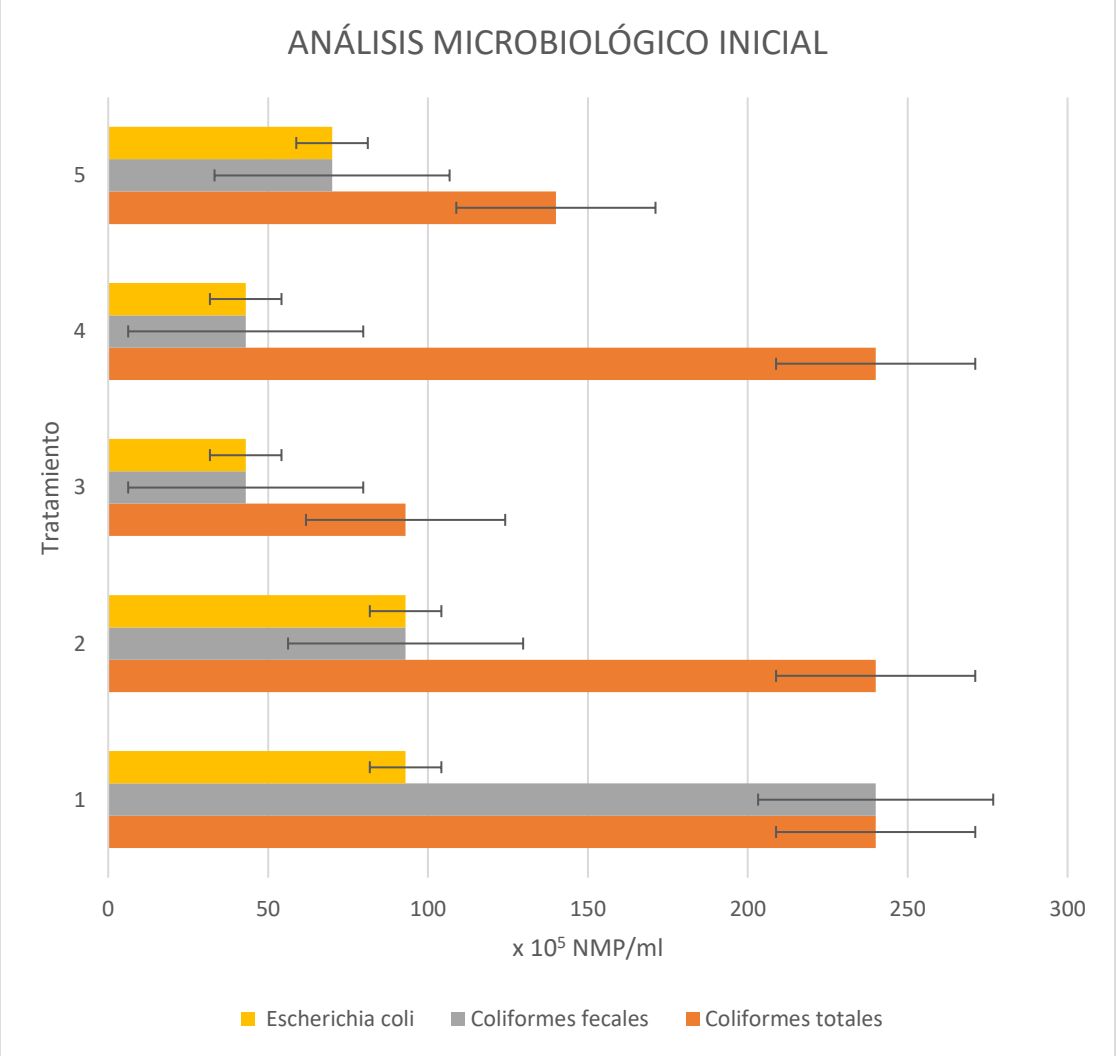


Figura 31 Resultados de análisis microbiológico inicial.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

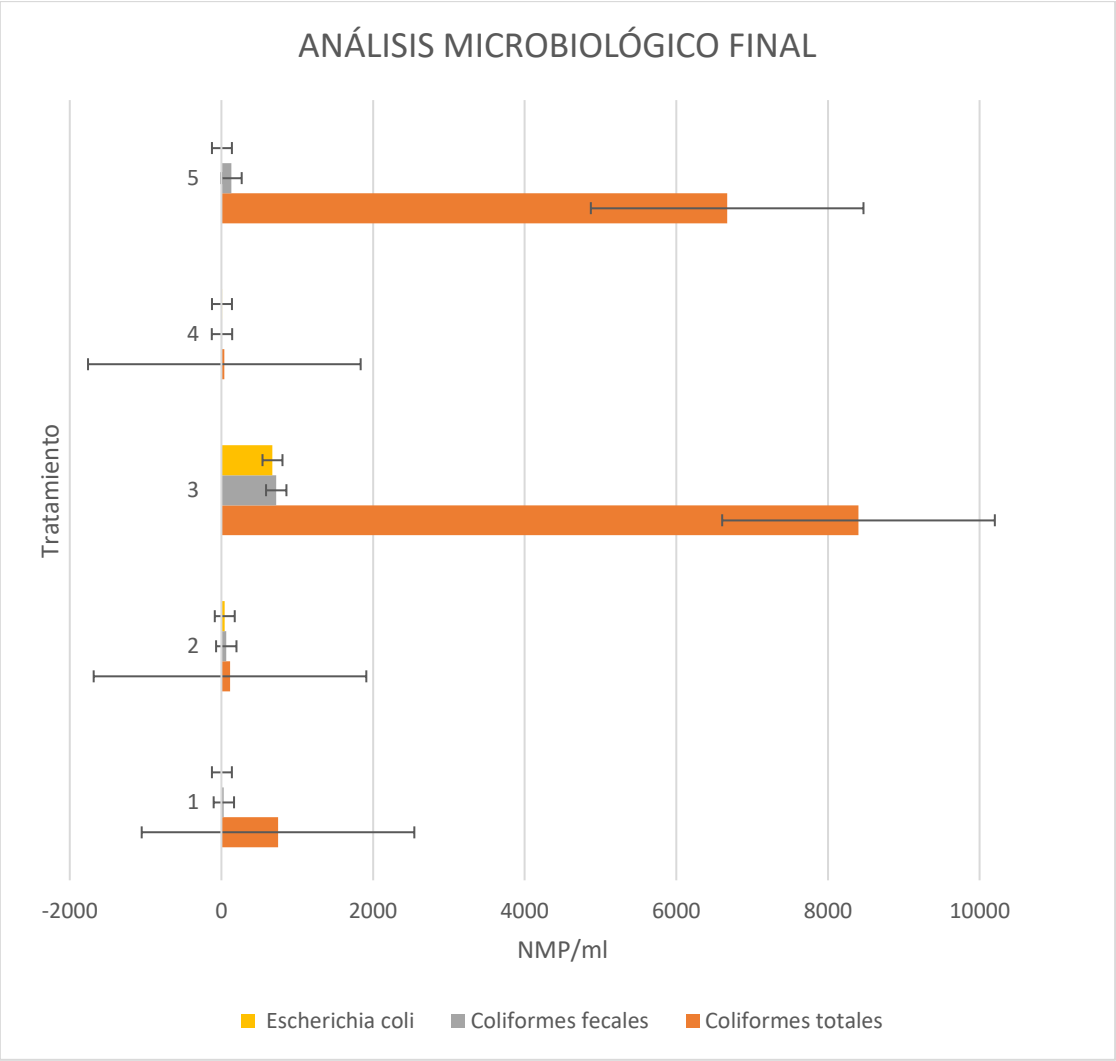


Figura 32 Resultados de análisis microbiológico final.

2.3. Ensayos de germinación

En las Tablas del Anexo N° 12.J se encuentran los resultados de semillas germinadas, el porcentaje de germinación relativa (PGR), LR, crecimiento de radícula relativo (CRR) e IG. A diferencia de la representación de los resultados anteriores, estos parámetros han sido clasificados por dilución y tratamiento, por lo que cada tabla representa a una dilución. La Tabla N° 28, que indica los resultados de la dilución 1 (control), sirve como referencia (100%) para el cálculo del IG de las demás diluciones.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La Tabla N° 29 refleja la data obtenida por el riego con la dilución 2 de cada tratamiento (0.1/100). De acuerdo a estos resultados, el tratamiento 1 obtuvo el mayor IG (296.81%), mientras que el tratamiento 5 tuvo el menor (77.99%). El IG promedio de esta dilución es de 161.18%, siendo el mayor de todas las categorías.

La Tabla N° 30 muestra los resultados de riego con la dilución 3 de cada tratamiento (1/100). Se puede apreciar que, nuevamente, el IG más alto es obtenido por el tratamiento 1 (296.47%) y el menor pertenece al tratamiento 5 (62.64%). El IG promedio de esta dilución es de 140.70%.

La Tabla N° 31 indica los datos obtenidos del riego con la dilución 4 de cada tratamiento (5/100). A partir de éstos, se puede inferir que el mayor IG se logró en el tratamiento 1 (254.55%) mientras que el menor, en el tratamiento 5 (43.39%). El IG promedio es de 123.55%.

La Tabla N° 32 presenta los resultados del riego con la dilución 5 de cada tratamiento (10/100). Los resultados obtenidos con esta dilución indican que el mayor IG se logró con el tratamiento 1 (153.73%) mientras que, a diferencia de las diluciones 2, 3 y 4, el menor IG se halló en el tratamiento 4 (30.49%). Para esta dilución, el IG promedio que se obtuvo fue de 82.88%.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Finalmente, en la Tabla N° 33 se puede apreciar la data producida por el riego con la dilución 6 de los tratamientos (50/100). A nivel general, esta dilución produjo el menor número de plantas germinadas, y por consecuencia, un IG notablemente inferior. En este caso, solo 2 tratamientos germinaron, siendo el tratamiento 1 el que obtuvo el mayor IG, con 135.04%, seguido del tratamiento 2 con 2.16%. Los tratamientos 3, 4 y 5 no germinaron, por lo que sus IG son nulos.

De acuerdo al análisis no paramétric0 de Kruskal-Wallis (ver Anexo N° 13.H), la distribución de las medias de los parámetros, respecto a las diluciones, es diferente, con una significancia de 0.000. Esto quiere decir que los valores de cada parámetro son significativamente diferentes de acuerdo a la dilución aplicada a los tratamientos.

Las Figuras N° 33 y 34 grafican la distribución de los índices de germinación por tratamiento y por dilución, respectivamente, concluyendo cuáles son los mejores tratamientos y diluciones para obtener una óptima germinación de tomates.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

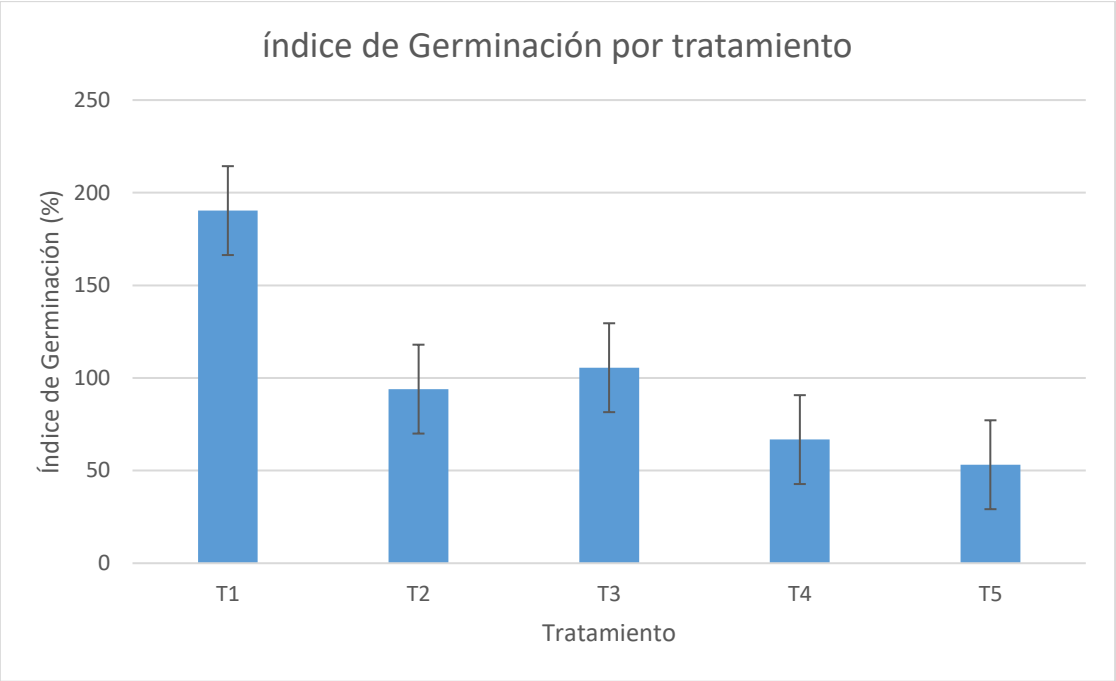


Figura 33 IG por tratamiento.

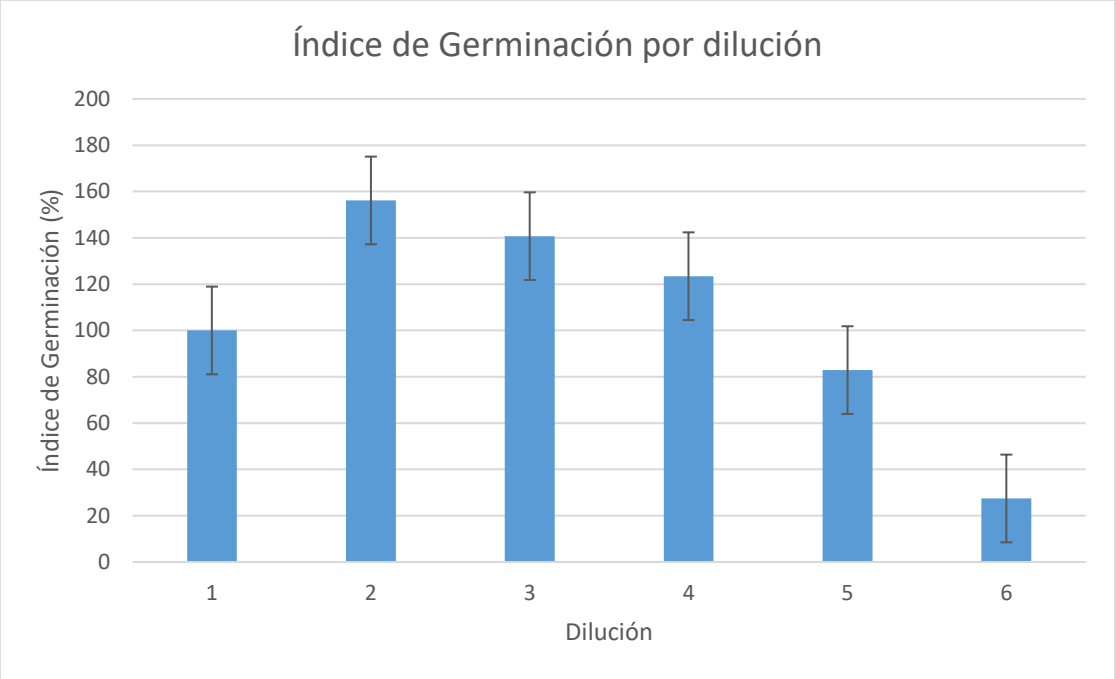


Figura 34 IG por dilución.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.4. Área foliar

Los datos del área foliar de cada tratamiento de acuerdo a su dilución, se encuentran en el Anexo N° 12.K. En este anexo se puede observar que el tratamiento 2 posee un área foliar promedio mayor al resto, seguido por los tratamientos 3,1, 4 y 5, respectivamente. La Figura N° 35 contempla la distribución del área foliar por tratamiento.

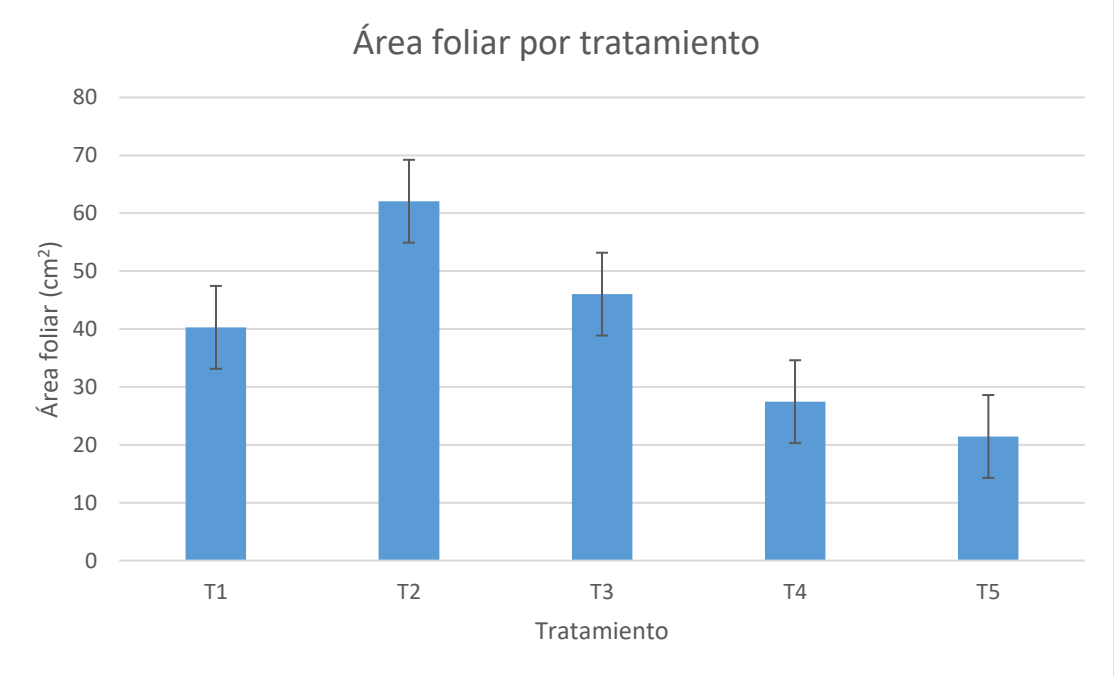


Figura 35 Distribución de Área foliar por tratamiento.

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis del Anexo N° 13.I, indica que el área foliar de cada tratamiento es diferente respecto a sus diluciones, con una significancia de p= 0.00. Esto quiere decir que el área foliar de los tomates varió significativamente respecto a la dilución que se le aplicó. En la Figura N° 36 se puede apreciar la distribución del área foliar respecto a la dilución aplicada.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

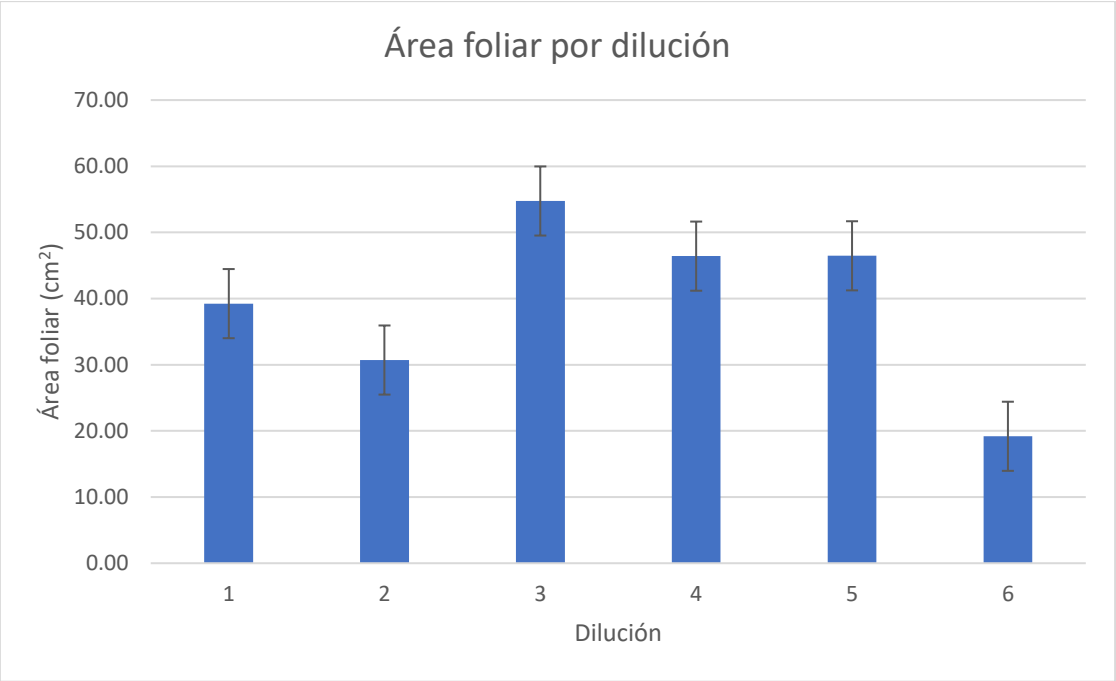


Figura 36 Distribución de Área foliar por dilución.

Después de analizar la correlación del área foliar con los parámetros de germinación, se halló que existe una correlación positiva significativa (p=0.677) entre la LR y el área foliar, mientras que el IG y el área foliar mantienen una correlación positiva débil, de p=0.193. Respecto a mencionado, el Anexo N° 12.L y la Figura N° 37 reflejan los resultados del análisis de correlación de Pearson para LR y área foliar, y la Figura N° 38 y el Anexo N° 12.L (Tabla N° 36) representan la correlación entre IG y área foliar.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

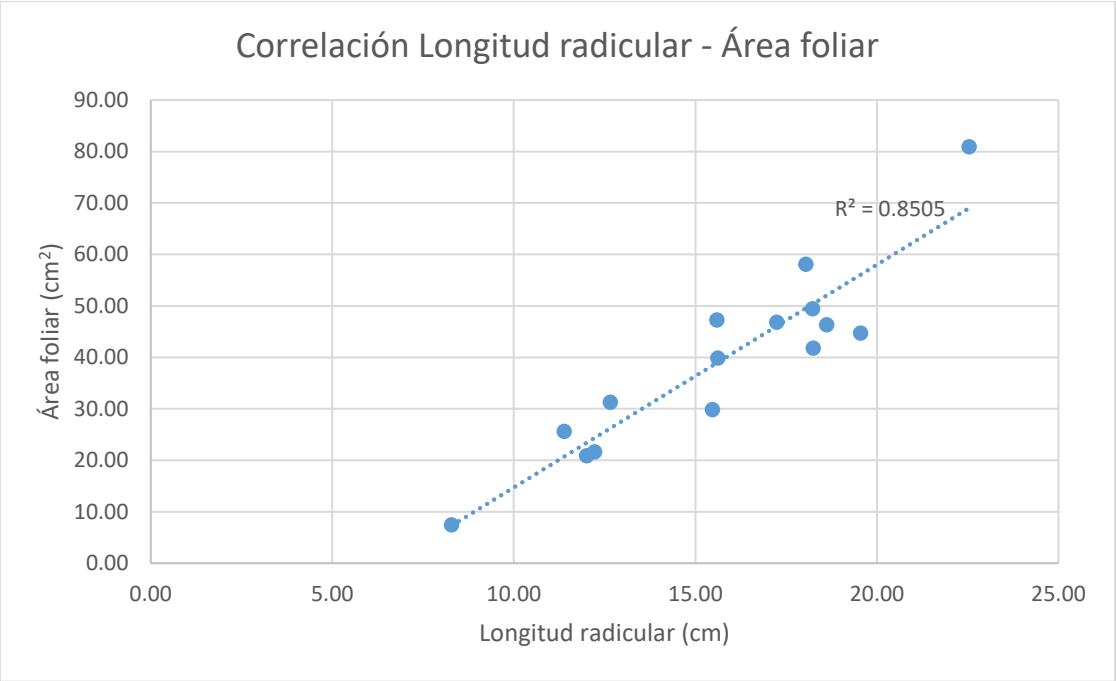


Figura 37 Correlación LR y Área foliar.

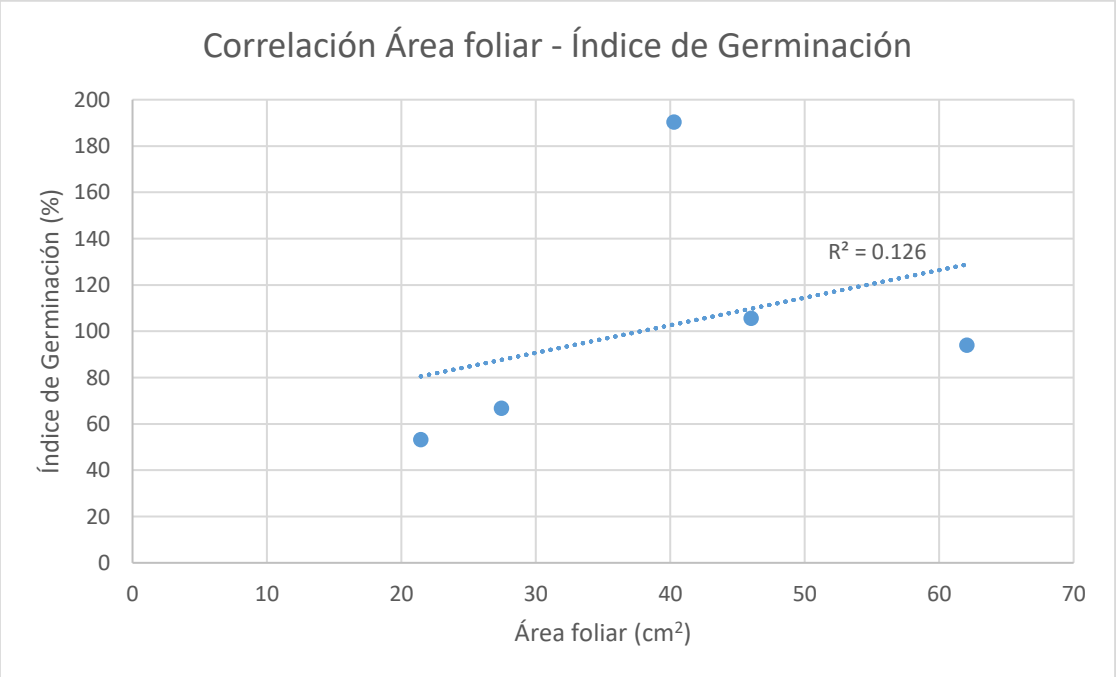


Figura 38 Correlación IG y Área foliar.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VIII. DISCUSIÓN

1. Parámetros de campo

1.1. pH

Por ser un parámetro fundamental para el desarrollo de microorganismos durante la fermentación anaeróbica, el pH debe mantenerse en un rango neutro entre 6 y 8 (Medina et al., 2015). Además, un biol con pH menor a 6 suele tener una composición de menor calidad, así como menos cualidades energéticas (Martí Ortega, 2006). De acuerdo al Anexo N° 12.A, todos los bioles alcanzaron valores dentro de dicho rango óptimo, debiéndose en parte a las características físico-químicas de los estiércoles añadidos y a la temperatura ambiental (Botero Botero & R. Preston, 1987 citado por Pachas Yarlequé, 2020). Asimismo, se puede observar un descenso drástico del pH durante la primera semana. Esto se debe a la acidogénesis que se produce durante los primeros días de fermentación (Paucar & Quispe, 2015), dando lugar a las fases de acetogénesis y metanogénesis, que fueron aumentando y neutralizando el pH en el tiempo.

En las últimas dos semanas de fermentación, y a diferencia de Medina, Quipuzco & Juscamaita (2015) y Pachas Yarlequé (2020), se experimentó un descenso moderado del pH. Esto puede deberse a diversos factores como la variación de las condiciones meteorológicas por el cambio de estación, la culminación de la etapa de maduración de los bioles, la naturaleza de los sustratos o la alteración física de los biodigestores. A pesar de ello, el último monitoreo obtuvo valores dentro del rango neutro a excepción del tratamiento 4 (gallinaza), cuyo pH resultó ácido con 5.66, tal como sucedió con Carhuancho (2012), quien atribuye el pH ácido de sus bioles al tipo de estiércol y tiempo de retención. Por otro lado,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

mientras Medina, Quipuzco & Juscamaita (2015) reportaron un biol estable y neutro (pH=6.5-7) desde el día 5 al 120 de fermentación, Pachas Yarlequé (2020) reportó un ascenso significativo de pH en sus tratamientos al final de la fermentación (de pH ±3 a pH ± 5.50). A pesar de ello, ambos autores atribuyen los cambios a factores como el tiempo, temperatura externa y los sustratos utilizados.

Según lo indicado por Martí Ortega (2006), basándonos en el periodo experimental y los valores de pH que alcanzaron los tratamientos, se puede afirmar que los grupos bacterianos presentes en este proceso de fermentación anaeróbica fueron tanto fermentativos (entre 7.2 y 7.4) como acetogénicos (entre 7 y 7.2) y metanogénicos (entre 6.5 y 7.5).

1.2. Temperatura

El desempeño de los procesos anaerobios está estrechamente condicionada por la temperatura (García Pérez, 2013), ya que esta define la tasa de proliferación de los microorganismos implicados, que a su vez condicionan la velocidad de reacción de los tratamientos (Carhuancho, 2012; Martí Ortega, 2006), ya que, a medida que aumenta la temperatura, el tiempo de retención se reduce. Conforme a la Figura N° 8, el nivel de dependencia que mantuvieron la temperatura y el tiempo fue del 52%, lo cual indica una correlación entre ambos parámetros. Asimismo, los tratamientos de Carhuancho, Ramírez & Guerrero (2015) y Pachas Yarlequé (2020) obtuvieron fuertes correlaciones entre la temperatura y tiempo de retención de 86% y 87%, respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El Anexo N° 12.B y la Figura N° 7 reflejan que la temperatura de los tratamientos ha fluctuado dentro de un rango de 17 °C a 26 °C, temperaturas en las cuales predominan bacterias psicrofílicas según Martí Ortega (2006). La presente fermentación anaeróbica psicrofílica se realizó en un periodo de 12 semanas u 84 días, considerado por Varnero (2015) como poco viable por su larga duración, pero a la vez más estable que los regímenes mesofílicos y termofílicos. La misma fuente menciona que este régimen no es recomendable porque exige biodigestores de grandes dimensiones, sin embargo, los contenedores utilizados para este piloto obtuvieron resultados bastante positivos. Asimismo, Pachas Yarlequé (2020), cuyo tiempo de retención duró 91 días, indicó que a pesar que la fermentación psicrofílica puede durar hasta 100 días, los procesos microbiológicos y de descomposición de MO se desarrollan correctamente.

En caso que el piloto se implementara con la capacidad integral del camal de estudio, el volumen de producción diaria de residuos líquidos y estiércoles demandaría una unidad de fermentación de gran tamaño, por lo que, los parámetros brindados por Varnero (2015) serían respetados.

Respecto a la agitación de los tratamientos, no fue realizada después de la adición de los sustratos en el día 0. A pesar de ello, Valladares Carnero (2017) y Pachas Yarlequé (2020) explican a través de sus experiencias que no es necesario agitar los biodigestores cuando cumplen un régimen de fermentación psicrofílica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Evaluación de la calidad del biol

2.1. Calidad fisicoquímica

Para evaluar su potencial como fertilizante, los resultados fisicoquímicos de los bioles producidos en esta tesis fueron comparados con otros bioles y fertilizantes orgánicos en la Tabla N° 7. Los valores reflejados en dichas tablas son los resultados del muestreo final de la tesis, llevado a cabo en el último día de la etapa experimental.

Tabla 7 Comparación de parámetros fisicoquímicos en diversos bioles.

Tratamiento	pH	C.E. (dS/m)	M.O. (g/L)	S.T. (g/L)
Tratamiento 1	7.23	10.81	0.54	7.10
Tratamiento 2	7.36	22.27	7.73	22.78
Tratamiento 3	7.45	25.10	5.31	21.22
Tratamiento 4	6.31	22.87	7.67	16.23
Tratamiento 5	6.91	26.30	7.31	18.51
Biol Casablanca (1)	8.20	15.30	5.40	5.40
Biol Ventanilla (2)	7.89	19.28	5.30	-
Avibiol La Calera (3)	7.20	21.30	17.20	-
Biol Codornaza levante (4)	7.12	-	-	-
Fastbiol 20 (5)	3.75	25.70	181.10	232.98
Biol gallinaza jaula (6)	5.07	20.20	18.30	30.80
Biol gallinaza piso (7)	5.08	20.60	19.60	35.00
Biol gallinaza mezcla (8)	4.97	16.30	13.90	25.10
Biol I-G (9)	7.20	-	3.10	-
Biol II-G (10)	3.66	-	108.60	-
Biofertilizante (11)	3.72	22.20	72.50	95.40
Biol vacuno (12)	7.96	-	-	-
Biol mezcla (13)	8.10	-	-	-
Biol vacuno (14)	6.70-7.90	-	-	-
Tratamiento 4 (15)	5.50	16.83	38.27	59.50

(1) Felipe-Morales & Moreno (2004) citado por Torres T. et al. (2015), (2) Ciudad Saludable (2009) citado por Medina et al. (2015), (3) Medina et al. (2015), (4) Paucar & Quispe (2015), (5) Peralta-Veran et al. (2016), (6), (7) y (8) Carhuancho (2012), (9) y (10) Medina Valdiviezo (2013), (11) Buchelli Gómez (2014), (12) Potsch (2004) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), (13) Zethner (2002) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), (14) ININTEC (1980) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), (15) Pachas Yarlequé (2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

De acuerdo a Barbaro, Karlanian, & Mata (2014), se sugiere mantener la CE en niveles inferiores a 1 dS/m, puesto que una CE reducida facilita la aplicación de fertilizantes y minimiza el riesgo de toxicidad en plantas. Respecto a dicha afirmación, todos los tratamientos se encuentran por encima de 1 dS/m, por lo que se puede decir que poseen una concentración alta de sales. El tratamiento 1 posee una CE considerablemente menor al resto, por lo cual se puede inferir que el aporte de los estiércoles (y su posterior descomposición) tuvo influencia en la obtención de valores más elevados de sales al final de la fermentación. Asimismo, el tratamiento 1 posee la menor CE en comparación con los otros bioles de la Tabla N° 7, seguido del biol Casablanca de Felipe-Morales & Moreno (2004) citado por Torres et al. (2015), con 15.3 dS/m, el biol de gallinaza-mezcla de Carhuancho (2012), de 16.3 dS/m y el biol T4 de Pachas Yarlequé (2020), con el valor de 16.83 dS/m.

La calidad del biol obtenido de excretas varía según su contenido de sólidos sedimentables totales, debido a que estos sólidos son alimento para los microorganismos que intervienen en la biodigestión (Botero Botero & R. Preston, 1987). Por esa razón, a mayor concentración de ST, mayor será el contenido nutricional del biol (Soria-Fregoso et al., 2001).

Dentro de la presente tesis, el tratamiento que contiene más ST es el tratamiento 2, con 22.78 g/L. A pesar de ello, en comparación con los otros bioles citados, el Fastbiol 20 de Peralta-Veran (2010) se destaca entre todos, con 232.98 g/L. El menor valor de este parámetro lo obtuvo el biol Casablanca de Felipe-Morales &

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Moreno (2004) citado por Torres et al. (2015), con 5.4 g/L, seguido del tratamiento 1 de la presente tesis, con 7.1 g/L. En el caso del tratamiento 1, esto se explica por la ausencia de estiércol en su contenido, ya que está hecho de 100% residuos líquidos de camal (sangre, orines, grasa y agua).

Las concentraciones de MO revelan que el tratamiento 2 presenta una cantidad de MO mayor al resto de tratamientos, con 7.73 g/L, sin embargo, posee diferencias mínimas con los tratamientos 4 y 5, de 7.67 g/L y 7.31 g/L, respectivamente. Al ser comparado con otros bioles producidos en condiciones similares y en base a otros estiércoles, se demuestra que las condiciones nutricionales del tratamiento 2 son mayores que las del biol Casa Blanca de Felipe-Morales & Moreno (2004) citado por Torres et al. (2015), de 5.4 g/L, Ciudad Saludable (2008) citado por Juscamaita-Morales & Cárdenas Reynaga (2012) , de 5.3 g/L y el biol I-G de Medina et al. (2015), de 3.1 g/L. Sin embargo, también se puede observar en la Tabla N° 7, que Peralta-Veran (2010), Carhuancho (2012), Medina Valdiviezo (2013), el biol II-G de Medina et al. (2015), Buchelli Gómez (2014) y Pachas Yarlequé (2020) reúnen mejores concentraciones de MO que los bioles obtenidos la presente tesis.

a. Relación C/N

Debido a que no existe un parámetro estándar para la evaluación de la relación C/N en bioles, diversos autores como Ventura Ramírez-Otárola Sarmiento (2007), Paucar & Quispe (2015) y Buchelli Gómez (2014) han adoptado como referencia los parámetros establecidos para compost. Es así que Atallah et al.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(1995) propone que un biofertilizante debe obtener una relación C/N con valores alrededor de 10-12 al final de su tratamiento. Asimismo, el Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente (CCME) sugiere que "la relación C/N debe ser menor a 25 para afirmar que el compost está maduro" (Buchelli Gómez, 2014). A continuación, la Tabla N° 8 expone la relación C/N de diversos bioles obtenidos por fermentación anaeróbica:

Tabla 8 Comparación de Relación C/N en diversos bioles.

Tratamiento	Relación C/N
Tratamiento 1	1.64
Tratamiento 2	6.68
Tratamiento 3	4.86
Tratamiento 4	2.23
Tratamiento 5	3.32
Biofertilizante (1)	1.38
Biol Bioabono (2)	6.50 – 3.30
Fastbiol 20 (3)	25.00
Biol Casablanca (4)	3.20
Biol con Alfalfa (5)	1.56
Biol con Chicha de jora (6)	2.14

(1) Buchelli Gómez (2014), (2) Guerrero (1993), (3) Peralta-Veran et al. (2016), (4) Felipe-Morales & Moreno (2004) citado por Torres et al. (2015), (5) y (6) LASPAF (2001) citado por Mendizábal Nieto (2003).

El tratamiento 2 (residuo líquido y estiércol vacuno), de C/N=6.68, fue el biol que obtuvo el mayor valor de este parámetro dentro de los tratamientos de esta tesis. Respecto a los demás autores, el tratamiento 2 es superior a los bioles de Guerrero (1993), Felipe-Morales & Moreno (2004) citado por Torres et al. (2015)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

y LASPAF (2001) citado por Mendizábal Nieto (2003). Esto demuestra que el biol del tratamiento 2 posee una calidad aceptable y competente a nivel nutricional.

No obstante, este tratamiento es menor al biol de Peralta-Veran et al. (2016), quien realizó sus tratamientos con la combinación de estiércol vacuno y ácido láctico. La particularidad de este producto es la fermentación homoláctica que llevó a cabo, la cual permite que el carbono se mantenga o aumente por medio del ácido láctico y a su vez, reduce la concentración de nitrógeno a sus formas nítrica y amoniacal por la degradación biológica del estiércol.

b. Macronutrientes

A continuación, la Tabla N° 9 contrapone los resultados de la presente tesis y otros autores respecto a los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y Na. Según Paucar & Quispe (2015), el biol más recomendable es aquel que posee más contenido de macronutrientes. Esto asegurará que el aporte de minerales sea apto para el crecimiento de cualquier cultivo. Asimismo, Medina Valdiviezo (2013) indica que los fertilizantes líquidos artesanales deben cumplir con los siguientes valores nutricionales: N=70 mg/L; P=170 mg/L; y K=1300 mg/L.

Por otro lado, Carhuancho (2012) advierte que hay ciertas concentraciones de nutrientes que al ser excesivas pueden resultar inhibidoras del proceso de fermentación anaeróbica. Las concentraciones inhibidoras relacionadas a los resultados de esta tesis se encuentran en la Tabla N° 10.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 9 Comparación de Macronutrientes en diversos bioles.

Biol	N (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)
Tratamiento 1	196	15.19	149.8	570.07	335.5	0.35
Tratamiento 2	645.56	94.33	2228.89	675.33	654.39	406.72
Tratamiento 3	636.22	45.93	2193.33	574.22	650.45	95.12
Tratamiento 4	1978.67	264.85	1789.28	645.61	732	298.45
Tratamiento 5	1277.11	166.96	2537.78	786.67	666.72	304.5
Biol Casablanca (1)	980	121	6760	220.4	53.4	542
Biol Ventanilla (2)	1876	71.2	1940	105	27.6	3400
Avibiol La Calera (3)	1700	3800	5200	3500	1200	-
Biol Codornaza levante (4)	556.27	116.29	734.33	-	-	-
Fast biol 20 (5)	4200	744.2	17200	5200	1740	1040
Biol gallinaza jaula (6)	1708	142.08	2300	1916	408	332
Biol gallinaza piso (7)	1813	164.76	2500	2534	460	392
Biol gallinaza mezcla (8)	931	109.77	2224	1968	336	312
Biol I-G (9)	321	55.4	1993	601	243	560
Biol II-G (10)	1876	203.4	9006	1523	1044	591
Biofertilizante (11)	3546.7	955.26	5190	2440	755	755
Biol de estiércol vacuno (12)	2.63 g/kg	0.43 g/kg	2.66 g/kg	1.05 g/kg	0.38 g/kg	0.404 g/kg
Biol mezcla (13)	2.4 g/kg	1.01 g/kg	2.94 g/kg	0.5 g/kg	-	-
Biol de plátano (14)	0.2 g/kg	0.76 g/kg	4.2 g/kg	0.056 g/kg	0.131 g/kg	2.1 g/kg
Biol de estiércol vacuno (15)	0.9 g/kg	0.048 mg/kg	0.29 mg/kg	2.1 g/kg	0.14%	-
T4 (16)	2296	678.66	3001.67	1290	595	494.17

(1) Felipe-Morales & Moreno (2004) citado por Torres T. et al. (2015), (2) y (3) Medina et al. (2015), (4) Paucar & Quispe (2015), (5) Peralta-Veran et al. (2016), (6), (7) y (8) Carhuancho (2012), (9) y (10) Medina Valdiviezo (2013), (11) Buchelli Gómez (2014), (12) Potsch (2004) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), (13) Zethner (2002) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), (14) Clarke et al. (2008), (15) ININTEC (1980) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), (16) Pachas Yarlequé (2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 7 Concentraciones inhibidoras (Carhuancho, 2012, Paucar & Quispe, 2015).

Inhibidores	Concentración inhibidora (mg/L)
Na	3550-5500
K	2500-4500
Ca	2500-4500
Mg	1000-1500
Cu	100

En base de las recomendaciones descritas anteriormente, todos los tratamientos poseen valores mayores a 70 mg/L en nitrógeno, siendo el tratamiento 4, de residuo líquido y gallinaza, el que posee una concentración mayor (N=1978.67 mg/L). Asimismo, este tratamiento posee una mayor concentración de nitrógeno que su semejante, el biol gallinaza-piso de Carhuancho (2012), con N=1813 mg/L, por lo cual se puede inferir que la combinación de residuos líquidos de camal y gallinaza produce más nitrógeno que la combinación de gallinaza y chala de maíz.

Respecto a la comparación entre bioles de diferentes autores, los tratamientos de esta tesis son notablemente inferiores en este parámetro, siendo el Fastbiol 20 de Peralta-Veran (2010) el mayor con N=4200 mg/L (estiércol vacuno), seguido del biofertilizante de Buchelli Gómez (2014) con N=3546.7 (bagazo de cebada, estiércol vacuno y suero de quesería). La notable superioridad en nitrógeno del Fastbiol 20, obtenido de estiércol vacuno, melaza y consorcio microbiano ácido láctico (B-Lac), se debe a que éste se mantuvo a un pH bajo de 3.75 gracias al ácido láctico que evitó la pérdida de los nutrientes contenidos en la materia prima (Carhuancho et al., 2015).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Para el caso del P, los tratamientos 1, 2, 3 y 5 poseen concentraciones menores a 170 mg/L, de 15.19 mg/L, 94.33 mg/L, 45.93 mg/L y 166.96 mg/L respectivamente. Por consiguiente, el tratamiento 4 obtuvo los mejores resultados (P=264.85 mg/L). Al ser comparado con bioles similares de otros autores, es idéntico al biol de codornaza de Paucar & Quispe (2015), de P=265.68 mg/L, y superior al biol de gallinaza-piso de Carhuancho (2012), con P=164.76 mg/L. A pesar de ello, los valores de P en los tratamientos de esta tesis se encuentran dentro del promedio obtenido por otros autores, demostrando que la combinación de residuos líquidos de camal con estiércoles de distinta naturaleza obtiene una cantidad aceptable de este macronutriente.

Los resultados de concentración de K fueron elevados para todos los tratamientos a excepción del tratamiento 1, con 149.8 mg/L (T1), 2228.89 mg/L (T2), 2193.33 mg/L (T3), 1789.28 mg/L (T4) y 2537.78 mg/L (T5). Esto demuestra que la concentración de K aumenta con la adición de estiércol (Garavito Ruas, 2018), siendo el tratamiento con la mezcla de éstos (T5), el que obtuvo el mayor resultado. Sin embargo, de acuerdo a la Tabla N° 10, la concentración del tratamiento 5 es tan elevada que puede resultar inhibidora para el desarrollo vegetal.

Siguiendo esta premisa, el tratamiento con la concentración óptima de K vendría a ser el tratamiento 2, de residuos líquidos de camal y estiércol vacuno. Valores similares fueron obtenidos por Ciudad Saludable (2008) citado por Juscamaita-

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Morales & Cárdenas Reynaga (2012), Carhuancho (2012) y el Biol I-G Medina et al. (2015), de estiércol porcino, gallinaza y estiércol de ovino, respectivamente.

Los macronutrientes secundarios como el Ca, Mg y Na también mantuvieron una relación ascendente respecto al tratamiento 1 (control) debido al aporte de estiércoles de diversa naturaleza. Esto es corroborado por Pacheco López (2016), quien indica que el estiércol es fuente de N y, en menor cantidad, de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, por lo que su aplicación incrementa el valor nutricional de los abonos líquidos. Similar experiencia narra Quipuzco Ushñahua, Baldeón Quispe & Tang Cruz (2011) y Garavito Ruas (2018), quienes coinciden en que la aplicación de estiércol vacuno favoreció sus tratamientos al producir un efecto sinérgico beneficioso.

Respecto a la Tabla N° 10, se puede inferir que todos los tratamientos poseen concentraciones adecuadas de Ca, Mg y Na, destacando el tratamiento 5 (residuo líquido y mezcla de estiércoles) en Ca, con 786.67 mg/L, el tratamiento 4 (residuo líquido y gallinaza) en Mg, con 732 mg/L, y el tratamiento 2 (residuo líquido y estiércol vacuno) en Na, con 406.72 mg/L. Asimismo, Uribe et al. (2001) citado por Carhuancho et al. (2015) indica que si bien los valores de P y K a pH neutro suelen ser altas, las diferencias entre tratamientos también se deben al tipo de alimentación y manejo del ganado.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

La concentración de Ca, Mg y Na de los bioles de la presente tesis son similares o superiores a los valores obtenidos por Felipe-Morales & Moreno (2004), Ciudad Saludable (2008) citado por citado por Juscamaita-Morales & Cárdenas Reynaga (2012), Carhuancho (2012), Medina et al. (2015), Potsch (2004) citado por Aparcana Robles & Jansen (2008), Clarke et al. (2008) y Pachas Yarlequé (2020), con bioles a base de estiércol de cuy, estiércol porcino, gallinaza, estiércol de ovino, estiércol vacuno, restos de plátano y la combinación de restos de trucha con estiércol vacuno, respectivamente. Esto demuestra que la combinación de residuos líquidos de camal y diversos estiércoles posee un gran aporte de macronutrientes que facilita su uso como fertilizantes orgánicos (Garavito Ruas, 2018).

c. Micronutrientes

Los micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn y B) fueron calificados conforme al criterio utilizado por Carhuancho (2012), que optó por el tratamiento que más concentración tenía. Tomando en cuenta dicha premisa y el hecho de que todos los tratamientos poseen concentraciones menores a las inhibidoras (ver Tabla N° 10), el tratamiento 4, de residuo líquido y gallinaza, obtuvo mejores resultados, seguido de los tratamientos 5, 2, 3 y 1. La siguiente Tabla N° 11 compara los valores obtenidos en esta tesis con otras experiencias, respecto al contenido de Fe, Cu, Zn, Mn y B.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 11 Comparación de Micronutrientes en diversos bioles.

Biol	B (mg/L)	Zn (mg/L)	Cu (mg/L)	Mn (mg/L)
Tratamiento 1	1.59	0.33	0.04	0.16
Tratamiento 2	2.78	0.88	0.31	1.56
Tratamiento 3	2.94	0.43	0.13	0.78
Tratamiento 4	4.30	3.58	1.53	10.65
Tratamiento 5	3.33	1.67	0.73	1.89
Biol Ventanilla (1)	5.20	1.36	2.28	14.08
Fast biol 20 (2)	19.00	60.00	13.00	28.00
Biol gallinaza jaula (3)	3.92	3.64	0.64	9.84
Biol gallinaza piso (4)	5.72	3.92	0.82	10.70
Biol gallinaza mezcla (5)	4.67	2.16	0.32	8.96
Biofertilizante (6)	8.74	21.6	3.15	12.30

(1) Ciudad Saludable (2009) citado por Medina et al. (2015), (2) Peralta-Veran et al. (2016), (3), (4) y (5) Carhuancho (2012), (6) Buchelli Gómez (2014).

A pesar de ser el más óptimo respecto al resto de bioles de esta tesis, las concentraciones del tratamiento 4 son superadas total o parcialmente por Buchelli Gómez (2014), Carhuancho (2012), Peralta-Veran (2010) y Ciudad Saludable (2008) citado por Juscamaita-Morales & Cárdenas Reynaga (2012). De esta manera, se puede afirmar que los bioles producidos con residuos líquidos de camal poseen concentraciones bajas de micronutrientes, los cuales pueden incrementarse al agregar residuos vegetales o consorcios microbianos, como lo hicieron los autores mencionados anteriormente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

d. Sustancias Húmicas

Siguiendo la tendencia de los resultados obtenidos en parámetros anteriores, los tratamientos 2, 4 y 5 poseen las mejores concentraciones de sustancias húmicas. Por ello, se puede inferir que la disponibilidad de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas depende del grado nutricional del biol.

No obstante, los tratamientos de esta investigación poseen concentraciones ligeramente menores de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, respecto a los resultados obtenidos por Garavito Ruas (2018), quien trabajó con restos de trucha y estiércol vacuno. La causa radica en que el estiércol, los materiales en descomposición y las aguas superficiales de ríos y lagunas presentan mayores niveles de estos elementos (Shimabukuro Teruya, 1996). Estas últimas, hábitat de las truchas que se utilizaron como materia prima.

2.2. Inocuidad

Los resultados del análisis microbiológico inicial realizado a los tratamientos demostraron que el tratamiento 3, de residuos líquidos de camal y estiércol caprino, obtuvo las concentraciones más bajas de CT, CF y *Escherichia coli*, con 93 x 10^5 NMP/ml, 43 x 10^5 NMP/ml y 43 x 10^5 NMP/ml, respectivamente. Sin embargo, y en semejanza con la experiencia de Medina et al. (2015) que trabajó con estiércol ovino, estos valores sólo fueron inhibidos parcialmente al término de la fermentación, lo que quiere decir que el tratamiento 3 no posee una buena capacidad de remoción de patógenos. De acuerdo con Garavito Ruas (2018), esto pudo haber ocurrido por haber dejado reposar el estiércol recién extraído

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

por un par de días, hasta el inicio del proyecto. De esta forma, las condiciones ambientales pudieron haber alterado la composición del estiércol caprino.

Caso contrario fue lo ocurrido con el tratamiento 4 (residuo líquido y gallinaza), cuyos resultados del análisis final poseen las concentraciones más bajas respecto a los demás tratamientos. Esto demuestra que dicho tratamiento es el que posee la mayor capacidad de remoción de patógenos en la presente tesis. Cabe mencionar que todos los tratamientos, a excepción del tratamiento 5 (repetición C), indicaron ausencia de *Salmonella* sp. al final del proyecto, lo cual significa que la mayoría de combinaciones fueron efectivas para tratar este indicador.

El tratamiento 4 fue comparado con otros bioles de similar metodología y materia prima en la Tabla N° 12. En esta tabla se puede apreciar que el tratamiento 4 presenta una mayor concentración de patógenos respecto a la mayoría de bioles. Sin embargo, la Mezcla 1/5, biol de estiércol vacuno de Quipuzco Ushñahua et al. (2011), de 1.27 x 10^3 NMP/100ml CF, y el biol de Codornaza de levante de Paucar & Quispe (2015), de 9.2 x 10^2 NMP/100ml CF, lo superan. Por otro lado, el tratamiento 4 indica ausencia de *Salmonella typhi*, al igual que los bioles de estiércol ovino de Medina et al. (2015) y el biol de gallinaza de Carhuancho (2012), lo cual indica que el biol producto del tratamiento 4 no sólo presenta estabilidad físico-química y buena calidad nutritiva, sino también posee un nivel de inocuidad que lo hace un producto competente frente a otros biofertilizantes.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 12 Comparación de parámetros microbiológicos en diversos bioles.

Biol	C. F. (NMP/ml)	C. T. (NMP/ml)	*E. coli* (NMP/ml)	*Salmonella* sp. (Presencia)
"Tratamiento 4" de residuo líquido de camal y gallinaza	7.67	39	7.67	Ausencia
"Biol Mezcla" de 1/5 de estiércol vacuno (1)	1.27×10^3 NMP/100ml	ND	ND	ND
"Biol Piso" de gallinaza (2)	<3	<3	ND	ND
"Biofertilizante (día 30)" de estiércol vacuno, bagazo cebada y suero de quesería (3)	<3	<3	<3	ND
"Biol Codornaza de levante" de codornaza (4)	9.2×10^2 NMP/100ml	ND	ND	ND
"Biol I-G" de estiércol ovino (5)	4	1.5 x 10	ND	Ausencia
"Biol II-G" de estiércol ovino (6)	<3	<3	ND	Ausencia
"Fastbiol 20" de estiércol vacuno y consorcio B-Lac ácido láctico (7)	<3	<3	ND	ND
"Tratamiento 3" de estiércol vacuno y restos de trucha (8)	<3	ND	ND	ND

(1) Quipuzco Ushñahua et al. (2011), (2) Carhuancho (2012), (3) Buchelli Gómez (2014), (4) Paucar & Quispe (2015), (5) y (6) Medina et al. (2015), (7) Peralta-Veran et al. (2016), (8) Garavito Ruas (2018).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Determinar la inocuidad en los bioles es sumamente importante ya que la presencia de patógenos en un fertilizante podría ocasionar complicaciones en la salud de los consumidores, la calidad del suelo y de los cultivos (Medina et al., 2015). A pesar de ello, el Perú no cuenta con normativa referencial, por lo que, juzgando por el cuerpo receptor después de su aplicación en cultivos o vertido directo, se realizó la comparación de los indicadores microbiológicos de todos los tratamientos con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua del Perú (ECA Agua) – Categoría 3, "Agua para riego no restringido" (Ver Tabla N° 13) Esta categoría hace referencia al agua destinada para riego de vegetales consumibles de manera cruda, por lo cual se necesita mayor rigurosidad respecto a la inocuidad del medio y del producto. Los resultados indican que el tratamiento 4 es el único biol dentro del rango aceptable de coliformes, por lo que se puede avalar su calidad como en esta categoría.

Tabla 13 Comparación de resultados con el D.S. N°004-2017-MINAM Estándares de calidad ambiental para agua.

	ECA Agua*	**T1 NMP/ml**	**T2 NMP/ml**	**T3 NMP/ml**	**T4 NMP/ml**	**T5 NMP/ml**
Coliformes termotolerantes o fecales	10 NMP/ml	32.33	64.33	723.33	7.67	133.33
Escherichia coli	10 NMP/ml	6.67	44.33	674.00	7.67	7.00

** D.S. N°004-2017-MINAM Estándares de calidad ambiental para agua (ECA Agua) categoría 3 "Agua para riego no restringido".*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.3. Ensayos de germinación

Se realizaron ensayos de germinación para determinar los tratamientos y dosis más eficientes de esta investigación. El procedimiento estuvo basado en la metodología expuesta por Sobrero & Ronco (2004), sin embargo, a diferencia de este, Varnero et al. (2007), Carhuancho (2012), Buchelli Gómez (2014), Medina et al. (2015) y Pachas Yarlequé (2020), la presente investigación utilizó semillas de *Solanum lycopersicum* (tomate italiano) en lugar de *Lactuca sativa* (lechuga) y *Zea mays* (maíz). La decisión radica en la incompatibilidad de la temporada de siembra con el tiempo disponible para los ensayos. A pesar de ello, los resultados en tomate son prometedores al ser un fruto bastante sensible al estímulo de nutrientes (Rodríguez Dimas et al., 2009). Asimismo, la presente investigación pretende identificar las concentraciones óptimas de biol para el desarrollo de las plántulas mientras que los demás autores tuvieron como objetivo determinar los efectos fitotóxicos de sus bioles en plantas (Buchelli Gómez, 2014).

Conforme a Varnero et al. (2007) y Medina et al. (2015), cuando el IG alcanza o supera el 80%, se considera que no hay presencia de compuestos fitotóxicos ni condiciones adversas que puedan interferir en el desarrollo normal de las plantas. Asimismo, un IG inferior o equivalente a 50% significa que hay presencia de sustancias fitotóxicas y las condiciones del biol son inadecuadas para la germinación y crecimiento de *Solanum lycopersicum* (Buchelli Gómez, 2014).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En el Anexo N° 12.J se puede apreciar que el tratamiento 1 posee los mayores IG en cada una de las diluciones realizadas. Es por ello que, a pesar de ser menor que el resto de tratamientos respecto a contenido de nutrientes, se puede afirmar que sus características son óptimas para la iniciación radicular del tomate. A partir de esta premisa, también se puede interpretar que la composición química del resto de bioles (a pesar de haber obtenido IG mayores al 80%) resultó más inhibidora para la iniciación radicular de las plantas en comparación con el tratamiento 1. Es por ello que se recomienda su aplicación en bajas dosis o después que la planta haya alcanzado un tiempo de vida y tamaño específicos.

Respecto a las diluciones aplicadas, la dilución 2 (0.1/100) resultó la más óptima para cada tratamiento al ser aquella en la que se obtuvieron los mayores IG. Esta dilución también fue la más óptima para el biol jaula (95.6%) y el biol piso (106.2%) en *Zea mays* de Carhuancho (2012), y el biol II-G en *Lactuca sativa* de Medina et al. (2015). Por ello, concluye que el tratamiento 2, en la dilución 2, es el tratamiento con mayor IG. Asimismo, se puede afirmar que los tratamientos y diluciones más destacados están relacionados con la cantidad de biol adicionada y la composición del estiércol del tratamiento, pues, en ambos casos, mayores valores de contenido nutricional, CE y presión osmótica inhiben la iniciación radicular (Garavito Ruas, 2018; Pachas Yarlequé, 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.4. Área foliar

El área foliar fue calculada en cada tratamiento para complementar al IG como indicador de rendimiento del biol producido, que fue medida con la aplicación móvil Easy Leaf Area por ser un método costo-efectivo, rápido, preciso y no destructivo (Easlon & Bloom, 2014), lo cual permitió conservar las plántulas de *S. lycopersicum* posterior a los ensayos. Después de obtener valores superiores en el tratamiento 2 respecto al Área foliar (ELA) y LR, se puede inferir que la adición de estiércol vacuno al residuo líquido de camal estimula más el desarrollo vegetal de *S. lycopersicum* comparado a los demás estiércoles. Luna Murillo et al. (2016) también obtuvo resultados superiores aplicando abonos con estiércol vacuno en *S. lycopersicum*. En ambas investigaciones, los niveles de K, Ca y sustancias húmicas fueron superiores al resto de tratamientos. El aporte de sustancias húmicas, K y Ca interviene en la nutrición de las plantas, garantizando el correcto desarrollo de la altura, tamaño y frutos de la planta (Luna Murillo et al., 2016; Medeiros et al., 2011). Asimismo, Arteaga et al. (2006) y Gómez et al. (2000) citado por Chiquito-Contreras et al. (2018) alegan que *S. lycopersicum* es particularmente sensible al K, por lo que su aporte en abonos orgánicos satisface las necesidades del cultivar de tomate.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Elección del tratamiento más eficiente

La elección del tratamiento más eficaz respecto a los objetivos de esta tesis se muestra a continuación. Para ello, se compilaron los dos tratamientos que obtuvieron los resultados más óptimos en cada aspecto de calidad en la Tabla N° 14. Paso siguiente, se asignó un puntaje por parámetro de acuerdo a su relevancia, y se contabilizó el puntaje total por tratamiento. Finalmente, el tratamiento con mayor puntaje representa el más eficiente del proyecto.

El puntaje total asignado por “Calidad físico-química” y “Calidad microbiológica” es de 1, mientras que el puntaje máximo obtenido por “Germinación” y “Área foliar” es de 0.5, sumando un punto entre ambos. El criterio para clasificar “Germinación” y “Área foliar” con menor puntaje fue la premisa de la tesista que la calidad fisicoquímica y microbiológica del biol debe prevalecer ante la maximización del IG y el área foliar de las plantas. De clasificarse con igual importancia, se podría seleccionar un biol con poca calidad nutricional o alto contenido de patógenos, que a largo plazo pueden ser una amenaza para la productividad del suelo y el consumo de los cultivos. Asimismo, en el caso de calidad microbiológica, se otorgó el máximo puntaje únicamente al tratamiento 4 debido a que éste es el único que cumple con el marco legal asociado a la aplicación del biol en vegetales de consumo directo.

Cabe mencionar que el resultado final de dicha comparación no significa que el resto de bioles obtenidos no sea de calidad, pues se ha demostrado que poseen

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

características competentes respecto a otros bioles, y puede responder a diferentes contextos y requerimientos de cultivos.

Tabla 14 Análisis Multicriterio de los resultados de esta tesis.

Calidad	T1	T2	T3	T4	T5	Puntaje total
Físico-química	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	1.0
Microbiológica	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.0
Germinación	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.5
Área Foliar	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.5
Puntaje total	0.25	0.75	0.50	1.50	0.00	3.0

Conforme a la puntuación otorgada a los tratamientos, el biol más eficiente a nivel general, y de acuerdo a los parámetros evaluados por esta tesis, es el tratamiento 4, obtenido de residuos líquidos de camal y gallinaza. Este biol es seguido por los tratamientos 2, 3, 1 y 5, respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IX. CONCLUSIONES

La calidad de los tratamientos fue caracterizada previa y posteriormente, así como monitoreada durante el proceso de fermentación anaeróbica para registrar el cambio realizado en el medio y la influencia de factores internos y externos en dicha transformación.

La fermentación anaeróbica incrementó la calidad fisicoquímica e inocuidad de todos los tratamientos, constituyendo bioles competentes en comparación con la gama de fertilizantes líquidos obtenidos en experiencias locales similares.

El único biol que cumple con el D.S. N°004-2017-MINAM (ECA Agua) es el tratamiento 4, siendo el único tratamiento apto para riego de vegetales. Los demás bioles requerirán un proceso adicional de desinfección para poder ser dosificados en cultivos de consumo.

La aplicación de los tratamientos en *S. lycopersicum* resultó en IG mayores a 80% en todas las diluciones a excepción de la dilución 6, cuya concentración inhibió el crecimiento vegetal. Esto significa que todos los tratamientos permiten el desarrollo vegetal a concentraciones menores de 50/100, destacando los tratamientos 1 y 3, y la dilución 3.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Conforme al análisis multicriterio de resultados, el tratamiento más eficiente de la presente tesis es el tratamiento 4 (residuo líquido de camal y gallinaza), seguido del tratamiento 2 (residuo líquido de camal y estiércol vacuno).

La presente tesis recalca el potencial agronómico de los residuos líquidos de camal, cuyo aprovechamiento puede constituir una nueva fuente de ingreso, la reducción de los efectos ambientales del beneficio vacuno y porcino, y la transición a un modelo de negocio circular.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEDES. (2006). Manual de elaboración de abono foliar Biol. En *Serie: Cultivos Orgánicos* (Número 11). https://www.aedes.org.pe/folletos

Antola, V. (2016, abril). Contenido ruminal. *ABC Rural*. https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/contenido-ruminal---lic-victor-antola--1468245.html

Aparcana Robles, S., & Jansen, A. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso «Fermentación Anaeróbica» para producción de Biogás. En *German ProfEC*. http://www.german-profec.com/cms/upload/Reports/Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso Fermentacion Anaerobica para Produccion de Biogas_ntz.pdf

Apaza, D. E. (2013). *Compostaje y Biodigestión con Subproductos de Camal en Puno - Perú* [Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/242/EPG696-00696-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Araujo Febres, O., & Vergara-López, J. (2007). Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos latinoamericanos de producción animal*, *15*(1), 133-140. http://www.bioline.org.br/pdf?la07044

Arellano, L., Cruz Rosales, M., & Huerta, C. (2014). *El estiércol : material de desecho , de provecho y algo más ...* (A. . Instituto de Ecología (ed.); Primera ed, Número November 2014). Instituto de Ecología, A.C. https://www.researchgate.net/publication/297760569_El_estiercol_material

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

_de_desecho_de_provecho_y_algo_mas

Arhoun, B. (2017). *DIGESTIÓN Y CODIGESTIÓN ANAEROBIA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS, GANADEROS Y LODOS DE DEPURADORA* [Universidad de Málaga]. https://hdl.handle.net/10630/15500

Arteaga, M., Garcés, N., Guridi, F., Pino, J. ., López, A., Menéndez, J. ., & Cartaya, O. (2006). Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum Mill) var. Amalia en condiciones de producción. *Cultivos tropicales*, *27*(3), 95-101. https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215825015.pdf

Atallah, T., Andreux, F., Choné, T., & Gras, F. (1995). Effect of storage and composting on the properties and degradability of cattle manure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *54*(3), 203-213. https://doi.org/10.1016/0167-8809(95)00595-J

Avendaño, K. A. A. (2016). Sustancias húmicas: origen e impacto ambiental. *CienciAcierta*, *12*(47). http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/24/sustancias-humicas-origen-e-impacto-ambiental/

Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., & Mata, D. A. (2014). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf

Beyli, M. E., Brunori, J., Campagna, D., Cottura, G., Crespo, D., Denegri, D., Ducommum, M. L., Faner, C., Figueroa, M. E., Franco, R., Giovannini, F., Goenaga, P., Lomello, V., Lloveras, M., Millares, P., Odetto, S., Rodríguez

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Fazzone, M., Suárez, R., Spiner, N., & Zielinsky, G. (2012). Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. En J. Brunori, M. Rodríguez Fazzone, & M. E. Figueroa (Eds.), *FAO* (1.ª ed.). http://www.fao.org/3/a-i2094s.pdf

Bonilla Padilla, M. (2007). *Guía Para El Manejo De Residuos En Rastros Y Mataderos Municipales*. 16.

Botero Botero, R., & R. Preston, T. (1987). *Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y utilización*. https://www.produccion-animal.com.ar/Biodigestores/04-biodigestores.pdf

Buchelli Gómez, H. A. (2014). *Producción De Biofertilizante De Bagazo De Cebada, Excretas De Vacuno Y Suero De Quesería Mediante Fermentación Homoláctica* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2335/F04-B919-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carhuancho, F. (2012). *Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1769

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. https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.773

Castillo Morales, G. (2004). Ensayos Toxicológicos Y Métodos De Evaluación De

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Calidad De Aguas Estandarización, Intercalibración, Resultados Y Aplicaciones. En M. C. Díaz Báez, Y. Pica Granados, A. Ronco, M. C. Sobrero, G. Bulus Rossini, G. Feola, G. Forget, & A. Sánchez-Bain (Eds.), *Igarss 2014*. https://doi.org/1-55250-147-7

Celis, J., Sandoval, M., Zagal, E., & Briones, M. (2006). Efecto de la adición de biosólidos urbanos y de samonicultura sobre la germinación de semillas de lechuga (Lactuca sativa L.) en un suelo patagónico. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, *6*(3), 13-25. https://doi.org/10.4067/S0718-27912006000300002

CEPAL. (2019). *Evaluación e implementación de proyectos piloto de biodigestores en El Salvador*. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45026/S1901187_es.pdf

Chávez Revelo, L. M. (2012). *Uso de desechos de camal (contenido ruminal, sangre y estiércol) en la elaboración de compost con la utilización de diferentes sustratos*. https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7926

Chiquito-Contreras, R. G., Reyes-Pérez, J. J., Troyo-Diéguez, E., Rueda-Puente, E. O., Torres-Rodríguez, J. A., & Murillo-Amador, B. (2018). Growth of tomato seedlings (Solanum lycopersicum L .) treated with vermicompost humate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *20*(Abril 01-Mayo 15), 4187-4197. http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9nspe20/2007-0934-remexca-9-spe20-4187.pdf

Chuya Plascencia, C. F. (2018). *Optimización del proceso de faenamiento para mejorar el tratamiento del agua residual del camal municipal del cantón*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Sigsig [Universidad de Cuenca]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30403/1/Trabajo de titulación.pdf

Clarke, W. P., Radnidge, P., Lai, T. E., Jensen, P. D., & Hardin, M. T. (2008). Digestion of waste bananas to generate energy in Australia. *Waste Management*, *28*(3), 527-533. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.01.012

Coloma Vásquez, A. L. (2019). *MEDICIÓN DEL IMPACTO EN EL DESEMPEÑO DE ESMERALDA CORP S.A.C. DIEZ AÑOS DESPUÉS DEL REEMPLAZO DE SU SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR FREÓN R 22* [Universidad Científica del Sur]. https://hdl.handle.net/20.500.12805/998

Corrales, L. C., Antolinez Romero, D. M., Bohórquez Macías, J. A., & Corredor Vargas, A. M. (2015). Bacterias anaerobias : procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta Anaerobic bacteria : processes they perform and their contribution to life sustainability on the planet. *NOVA*, *13*(23), 55-81. http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf

Deublein, D., & Steinhauser, A. (2011). *Biogas from Waste and Renewable Resources*. https://doi.org/10.1002/9783527621705

Díaz Camares, W. A. (2017). *Propuesta de implementación de un biodigestor para minimizar el consumo de gas licuado de petróleo en el proceso escaldado en la empresa Frigorífico Industrial Valle Verde S.A.C* [Universidad Privada del Norte]. http://hdl.handle.net/11537/12938

Easlon, H. M., & Bloom, A. J. (2014). Easy Leaf Area: Automated digital image

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Applications in Plant Sciences*, *2*(7), 1400033. https://doi.org/10.3732/apps.1400033

EHS. (2014). *EVAP-DIA Línea de Beneficio Porcino del Camal Frigorífico de Lurín*.

EHS. (2016). *Informe de Desarrollo de Fase de Indentificación para la aplicación del ECA Suelo*.

EHS. (2019). *Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos Año 2019*.

Enríquez-Peña, E. G., Suzán-Azpiri, H., & Malda-Barrera, G. (2004). Viabilidad y germinación de semillas de Taxodium mucronatum (Ten.) en el estado de Querétaro, México. *Agrociencia*, *38*(3), 375-381. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30238311

FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina. En *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. https://doi.org/10.1111/evo.12990

FAO. (2019). *Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores* (Colección). FAO. http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/GuiadeBiogasyBiodigestores-19-08-29.pdf

Felipe-Morales, C., & Moreno, U. (2004). *Primer curso de Biodigestión, Bioagricultura Casa Blanca: Finca de producción, investigación y capacitación en agricultura ecológica y agro ecoturismo*.

Franke-Whittle, I. H., & Insam, H. (2013). Treatment alternatives of slaughterhouse wastes, and their effect on the inactivation of different

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

pathogens: A review. *Critical Reviews in Microbiology*, *39*(2), 139-151. https://doi.org/10.3109/1040841X.2012.694410

Garavito Ruas, O. P. (2018). *Relación Entre La Producción De Biogás Y Biol a Partir De Restos De Trucha Y Estiercolvacuno*. Universidad Científica del Sur.

García Pérez, J. A. (2013). *Diseño de un biodigestor anaeróbico experimental para el manejo de desechos orgánicos y aprovechamiento del metano para uso doméstico* [Universidad San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2922_IN.pdf

Gómez, O., Casanova, A., Laterrol, H., & Anais, G. (2000). *Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe: Manual técnico*. Instituto de Investigaciones Hortícola «Liliana Dimitrova» (IIHLD).

González, D. (2011). *Diseño y fabricación de un prototipo para la obtención de biogás* [Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2281

Gonzálvez, V., Cifre, H., Raigón, M. D., & Gómez, M. J. (2018). *Prácticas Agroecológicas de Adaptación al Cambio Climático* (F. L. Xan Neira (ed.)). Sociedad Española de Agricultura Ecológica / Agroecología (SEAE). https://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/2018-seae_estudio-adapta-agroecologia.pdf

Guanopatín Chicaiza, M. R. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa* [Universidad Técnica de Ampato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf

Guerrero, J. (1993). *Abonos orgánicos: Tecnologías para el manejo ecológico de*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

suelos. RAAA.

Guevara, A. (1996). *Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales* (pp. 1-80).

Hansen, P. ., Christiansen, K., & Hummelmose, B. (2000). Cleaner production assessment in meat processing. *UNEP DTIE, DEPA, Denmark*, 1-101. http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Cleaner+Production+Assessment+in+Meat+Processing#0

INEI. (2021). *Agricultura, ganadería, caza y silvicultura 2007 - 2020*. PBI de las Actividades Económicas, por años. https://www1.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/pbi-de-las-actividades-economicas-por-anos-9096/

Juscamaita-Morales, J., & Cárdenas Reynaga, J. M. (2012). Biodiesel y abono orgánico a partir de vísceras de pollo. *AGRUM-La decana de las revistas agrarias*, 12-15. https://issuu.com/jschiroque/docs/agrum_37/15

López, G. (2003). Biodigestión anaerobia de residuos solidos urbanos. Alternativa energética y fuente de trabajo. *Tecnura*, *13*(2), 31-43. https://doi.org/10.14483/22487638.6187

Luna Murillo, R. A., Reyes Pérez, J. J., Espinosa Cunuhay, K. A., Luna Murillo, M. V., Luna Quintana, F. V., Celi Mero, M. V., Espinoza Coronel, A. L., Rivero Herrada, M., Cabrera Bravo, D. A., Alvarado Mendoza, A. F., & González Rodríguez, J. C. (2016). Efecto De Diferentes Abonos Orgánicos En La Producción De. *Biotecnia: Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, *18*(3), 33-36. https://www.researchgate.net/publication/312039424_EFECTO_DE_DIFER

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ENTES_ABONOS_ORGANICOS_EN_LA_PRODUCCION_DE_TOMATE_Solanum_lycopersicum_L

Martí Ortega, N. (2006). *Estudio de las estrategias de operación de la digestión anaerobia de fangos para optimizar la recuperación de fósforo en EDAR's* (Universal-Publishers (ed.)). Dissertation.com. https://books.google.nl/books?id=ICmzDqGMw6QC

Medeiros, M. A., Sevilha Harterreiten-Souza, É., Brum Togni, P. H., Gambarra Nitao Milane, P. V., Soares Pires, C. S., Guimaraes Carneiro, R., & Ryoiti Sujii, E. (2011). Principios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na Agricultura. En *EMATER-DF* (Vol. 53, Número May 2014). EMATER-DF. https://www.researchgate.net/publication/312039424_EFECTO_DE_DIFERENTES_ABONOS_ORGANICOS_EN_LA_PRODUCCION_DE_TOMATE_Solanum_lycopersicum_L

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. https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.772

Medina Valdiviezo, A. M. (2013). *Evaluación de la calidad de Biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://www.lamolina.edu.pe/ciqtobia/Presentaciones/IIISRRSSP/Tratamiento_Biodigestores/EVALUACION_CALIDAD_BIOL.pdf

Mendizábal Nieto, Y. T. (2003). *Evaluación del efecto de biol, bioactivos y*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

fertilización potásica en el rendimiento y calidad del maíz morado (Zea mays L.) cultivar PMV-581 bajo riego por goteo [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://ban.lamolina.edu.pe/search*spi/?searchtype=c&searcharg=F04+M455-T&submit=Enviar

MINAGRI. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2017-2027*. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/plan-nacional-ganadero.pdf

Mottet, A., Opio, C., Falcucci, A., Tempio, G., Martínez Rodríguez, R., Cinardi, G., Rulli, M., Teillard, F., & Uwizeye, A. (2018). Global Livestock Environmental Assessment Model. En *FAO* (5.ª ed., Número July). http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf

Oliver, M. (2009). *Efectos fisiológicos de las sustancias húmicas sobre los mecanismos de toma de hierro en plántulas de tomate* [Universidad de Alicante]. http://hdl.handle.net/10045/13432

Osorio Arce, M. M., & Segura Correa, J. C. (2013). Digestión Anaerobia. *Livestock Research for Rural Development*, 1-10. http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/DIGESTION-ANAEROBIA.pdf

Pachas Yarlequé, V. L. (2020). *Aprovechamiento de residuos vitivinícolas mediante biodigestión anaerobia con estiércol vacuno para producir abono líquido en San Antonio – Cañete* [Universidad Científica del Sur]. https://hdl.handle.net/20.500.12805/1231

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Pacheco López, H. P. (2016). *Determinación de la mejor formulación para la elaboración de biol a partir de barbasco y chicha de yuca* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6182

Palacios, O. (2005). Evaluación de un Sistema Discontinuo de Biodigestión Anaerobia para el tratamiento de desechos avicolas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, *20*(4), 105-112. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652005000400010&lng=es&tlng=es.

Paredes, P. R., & Escobar-Mamani, F. (2018). El rol de la ganadería y la pobreza en el área rural de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, *20*(1), 39-60. https://doi.org/dx.doi.org/10.18271/ria.2018.329 Journal

Parra Huertas, R. A. (2015). Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria. *Producción + Limpia*, *10*(2), 142-159. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000200014

Paucar, L., & Quispe, M. E. (2015). *PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOGAS Y BIOL EN UN BIODIGESTOR GRANJA V . A . VELEBIT S . AC . UBICADA EN EL DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2153

Peralta-Veran, L. (2010). *Determinación de parámetros óptimos en la producción de Fast biol usando las excretas del ganado lechero del establo de la*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNALM. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Peralta-Veran, L., Juscamaita-Morales, J., & Meza-Contreras, V. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología aplicada*, *15*(1), 10. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i1.577

Pérez Martín, F., Armenteros Ordóñez, T. de los Á., & Hernández Touset, J. P. (2016). SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO VILLA CLARA. *Revista Centro Azúcar*, *43*, 68-75. http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v43n2/caz07216.pdf

Phillipson, A. T. (1970). *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. Newcastle upon Tyne: Oriel press. https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000669968

Quipuzco Ushñahua, L., Baldeón Quispe, W., & Tang Cruz, O. (2011). Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de PVC. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, *14*(27), 2-9. http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/69

Resolución de Consejo Directivo N° 019-2019-OEFA/CD, de 24 de abril de 2019, que aprueba aspecto objeto del proceso de transferencia de las funciones de supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, del sector agricultura y riego, del MINAGRI al OEFA; asimismo, determinan fecha que

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

se asumirá funciones. Diario Oficial El Peruano, 1763119-1, de 25 de abril de 2019. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-aspectos-objeto-del-proceso-de-transferencia-de-las-resolucion-no-019-2019-oefacd-1763119-1/

Resolución Ministerial N° 0297-2017-MINAGRI, de 20 de julio de 2017, que aprueba el Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2017-2027. Diario Oficial El Peruano, 1546949-2, de 20 de julio de 2017. https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-plan-nacional-de-desarrollo-ganadero-2017-2027-p-resolucion-ministerial-0297-2017-minagri-1546949-2/

Rodrigo-Ilarri, J., Rodrigo-Clavero, M. E., & Fernández González, J. M. (2014). *Alternativas de valorización y eliminación de residuos sólidos urbanos*. Cátedra ACAL Ciudad Sostenible / Entornos. https://www.researchgate.net/publication/267270678_Alternativas_de_valorizacion_y_eliminacion_de_residuos_solidos_urbanos

Rodríguez Dimas, N., Cano Ríos, P., Figueroa Viramontes, U., Favela Chávez, E., Moreno Reséndez, A., Márquez Hernández, C., Ochoa, M. E., & Preciado Rangel, P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, *27*(4), 319-327. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400006&lng=es&tlng=es.

Rodríguez, F. (2015). *Sustancias Húmicas: Origen, Caracterización Y Uso En La Agricultura*. INTAGRI. https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/acidos-humicos-fulvicos-nutricion-vegetal

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Ruiz, S. D. (2013). *Plan de Gestión de Residuos del Camal del Cantón Antonio Ante* [Escuela Politécnica Nacional]. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3743

Ruiz Sánchez, P. (2018). *Impacto en la salud pública y el ambiente que producen las actividades de sacrificio de animales para consumo humano en el Camal Municipal de ciudad de Moyobamba* [Universidad Nacional de San Martín]. http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3134/SANITARIA - Paolo Ruiz Sánchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SEC (2008) 2936, de 03 de diciembre de 2008, Libro verde sobre la gestión de los biorresiduos en la Unión Europea. Comisión de las Comunidades Europeas, COM (2008) 811 final, de 03 de diciembre de 2008. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:ES:PDF

Sevillano Padilla, A. W. ., & Méndez Rivero, J. F. (2016). Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos recolectados del Complejo Arqueológico Huaca de la Luna. *Ciencia y Tecnología*, *6781*(1), 29-43. https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1358/1390

Shimabukuro Teruya, M. E. (1996). *Efecto de la aplicación de ácidos húmicos y fertilizantes foliares en el rendimiento y calidad de vainita (Phaseolus vulgaris L.) cultivar Bush Blue Lake* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://ban.lamolina.edu.pe/record=b1058861~S1*spi

Signori, M., Civit, S., Bonilla, M., Cervantes, M., Calderon, M., Perez, A., Espejel, M., Almanza, C., Porchietto, M. S., Gual, S. C., Padilla, M. B., Elena, M., Ramírez, C., Vázquez, M. C., Montecillo, A. P., & Rodríguez, C. A. (2006). *Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales*.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

https://www.gob.mx/cofepris/documentos/evaluacion-de-riesgos-de-los-rastros-y-mataderos-municipales

Sobrero, M. C., & Ronco, A. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga Lactuca sativa L. *Imta*, 55-67. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Soria-Fregoso, M. J., Ferrera-Cerrato, R., Etchevers-Barra, J. D., Alcántar-González, G., Trinidad-Santos, J., Borges-Gómez, L., & Pereyda-Pérez, G. (2001). Biodigestion of Hog Slurry to Produce Biomanure. *Terra*, *19*(4), 353-362.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado*. FAO. http://www.fao.org/3/a0701s/a0701s.pdf

Torres T., A., Quipuzco U., L., & Meza C., V. (2015). Influencia de la fermentación láctica (abono Bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo Batch. *Anales Científicos*, *76*(2), 269. https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.791

Trejo Lizama, W., Vázquez González, L. B., Uicab, A. J., Castillo Caamal, J., Caamal Maldonado, A., Belmar Casso, R., & Santos Ricalde, R. H. (2014). Eficacia de remoción de materia orgánica de aguas residuales porcinas con biodigestores en el estado de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *17*, 321-323.

Uribe, J. F., Estrada, M. M., Córdoba, S., Hernández, L. E., & Bedoya, D. M. (2001). Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. *Revista Colombiana*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

de Ciencias Pecuarias, *14*(2), 164-172. https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323763

Valladares Carnero, F. (2017). *Modelamiento del proceso de digestión anaeróbica de estiércol vacuno y cáscara de cacao* [Universidad de Piura]. https://hdl.handle.net/11042/3069%0A%0A

Vargas, M. F. (2010). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL EFLUENTE DE DOS BIODIGESTORES A ESCALA EN EL ITCR PARA SU UTILIZACIÓN COMO BIOABONO ENENSAYOS DE INVERNADERO* [Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://hdl.handle.net/2238/2876

Varnero, M. T. (2011). Manual del Biogás. En *FAO*. FAO. http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf

Varnero, M. T. (2015). Biogás y Biodigestores de pequeña y mediana escala Biodigestión anaeróbica. *7° Encuentro Red BioLAC-Universidad de Chile*, 30. https://energypedia.info/images/2/2b/CURSO_INTRODUCTORIO_Biogás_y_Biodigestores_de_pequeña_y_mediana_escala.pdf

Varnero, M. T., Rojas, C., & Orellana, R. (2007). Índices de Fitotoxicidad de residuos orrgánicos durante el copostage. *Revista ciencia del Suelo y nutrición Vegetal*, *7*(1), 28-37. https://doi.org/10.4067/S0718-27912007000100003

Velarde Valdivia, K. R. (2018). *Respuesta de Enmiendas Húmicas en el Rendimiento y Calidad de Bulbo en el Cultivo de Cebolla Amarilla Var. Century (Allium Cepa L.) en la Zona de el Pedregal* [Universidad Católica de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Santa María]. http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7333

Ventura Ramírez-Otárola Sarmiento, E. (2007). *Parámetros de calidad en compost de cuatro niveles de estiércol de ovino* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. http://ban.lamolina.edu.pe/search*spi/?searchtype=a&searcharg=Ventura+Ramírez&submit=Enviar

Zandvliet, J. P. (2009). *Proyecto Integral de la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos de Desaguadero (Bolivia y Perú)*. http://www.alt-perubolivia.org/sitio/pdf/pigars/PIGARS-compostaje.pdf

Real Academia Española. (s.f.). Camal. *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.4 en línea]. Recuperado en 27 de Junio de 2021, de https://dle.rae.es

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

XI. ABREVIATURAS

- **B:** Boro.
- **Ca:** Calcio.
- **CF:** Coliformes fecales.
- **CFLSAC:** Camal Frigorífico Lurín S.A.C.
- **CH_4:** Metano.
- **CO_2:** Dióxido de carbono.
- **DIA:** Declaración de Impacto Ambiental.
- **DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- **DQO:** Demanda Química de Oxígeno.
- **ECA:** Estándar de Calidad Ambiental de Agua.
- **FAO:** La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- **Fe:** Hierro.
- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero.
- **H_2O:** Agua.
- **IG:** Índice de Germinación.
- **K:** Potasio.
- **LMP:** Límites Máximos Permisibles.
- **LR:** Longitud Radicular.
- **Mg:** Magnesio.
- **MINAGRI:** Ministerio de Agricultura y Riego, el cual se conoce como MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego) desde julio del 2020.
- **MINAM:** Ministerio del Ambiente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Mn:** Manganeso.
- **N:** Nitrógeno.
- **N2O:** Óxido nitroso.
- **NH_3:** Amoniaco.
- **OEFA:** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- **p (por ejemplo, p=0.01):** Nivel de significancia.
- **P:** Fósforo.
- **pH:** Potencial Hidrógeno.
- **Relación C/N:** Relación Carbono-Nitrógeno.
- **SENASA:** Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú.
- **ST:** Sólidos Totales.
- **TRH:** Tiempo de Retención Hidráulico.
- **VMA:** Valores Máximos Admisibles.
- **Zn:** Zinc.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

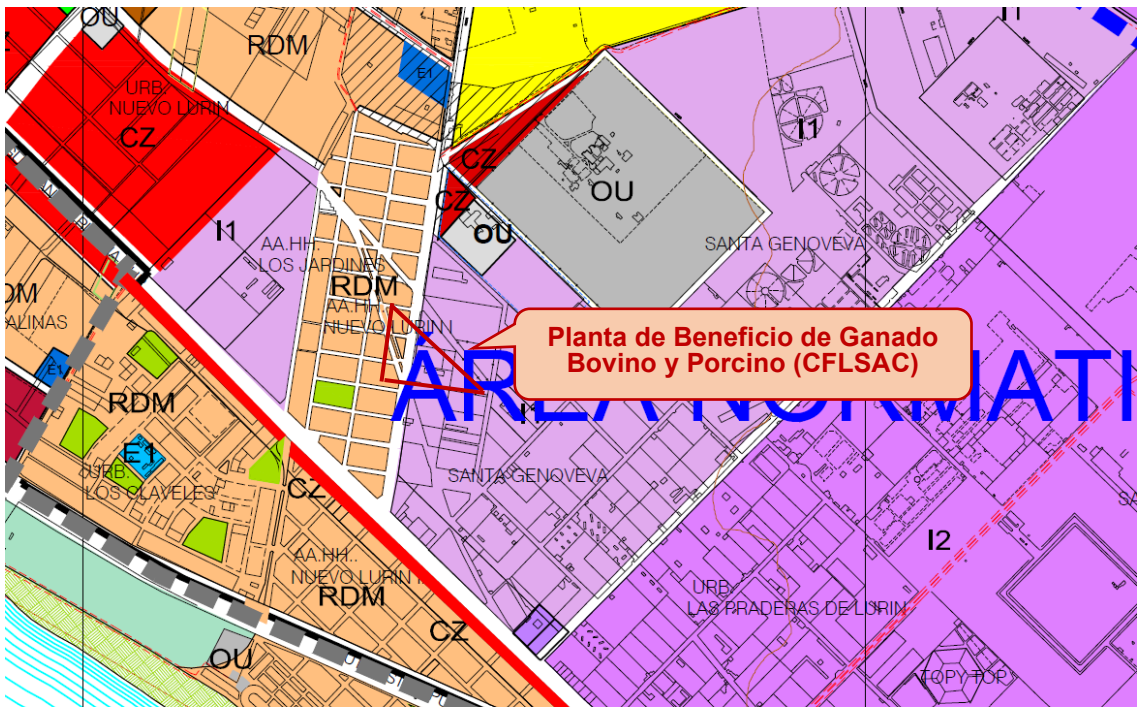
TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

XII. ANEXOS

Anexo 1 Caracterización de la zona de estudio.

Anexo 1.A Zonificación del Área de Estudio (EHS, 2016).

PLANO DE ZONIFICACIÓN



LEYENDA

RDMB	Residencial de Densidad Muy Baja	CH-1	Casa Huerta - 1	H1 H2 H3	Centro de Salud Hospital General
RDB	Residencial de Densidad Baja	CH-2	Casa Huerta - 2	OU	Usos Especiales
RDM	Residencial de Densidad Media	CPR	Centro Poblado Rural	ZRP	Zona de Recreación Pública
CV	Comercio Vecinal	AP	Agropecuaria	ZRP-pl	Recreación (playas)
CZ	Comercio Zonal	A	Agricola	ZRP-PM	Recreación (Parque Metropolitano)
I1	Industria Elemental y Complementaria	ZHR	Zona de Habilitación Recreacional	PTP	Protección y Tratamiento Paisajista
I2	Industria Liviana	ZTE	Zona de Tratamiento Especial	PTE	Protección y Tratamiento Especial
I4	Industria Pesada Básica	E1 E2 E3	Educación Básica Educación Superior Tecnológica Educación Superior Universitaria	ZRE	Zona de Reglamentación Especial
IE	Industria Especial			Límite de Area de Tratamiento Normativo	

CFLSAC

Observación

En el plano de zonificación por Ordenanza Nº 1117-MML publicada el 12 de enero del 2008, se puede observar que el área donde se emplaza la planta de beneficio, corresponde a una zona de Industria Elemental y Complementaria (I1).

MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA
INSTITUTO METROPOLITANO DE PLANIFICACION

REAJUSTE INTEGRAL DE LA ZONIFICACION DE LOS USOS DEL SUELO DE LIMA METROPOLITANA
ORDENANZA Nº 620-MML

PLANO DE ZONIFICACION DE LA CUENCA BAJA DE LURIN
DISTRITOS DE CIENEGUILLA Y PARTE DE LURIN Y PACHACAMAC

PLANO Nº : 01

APROBACION: ORDENANZA Nº 1117-MML PUBLICADA EL 12/01/08
BASE CARTOGRAFICA: IGN 1999 - COFOPRI
ESCALA: 1/30000
FECHA: DICIEMBRE 2007
ANEXO Nº

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

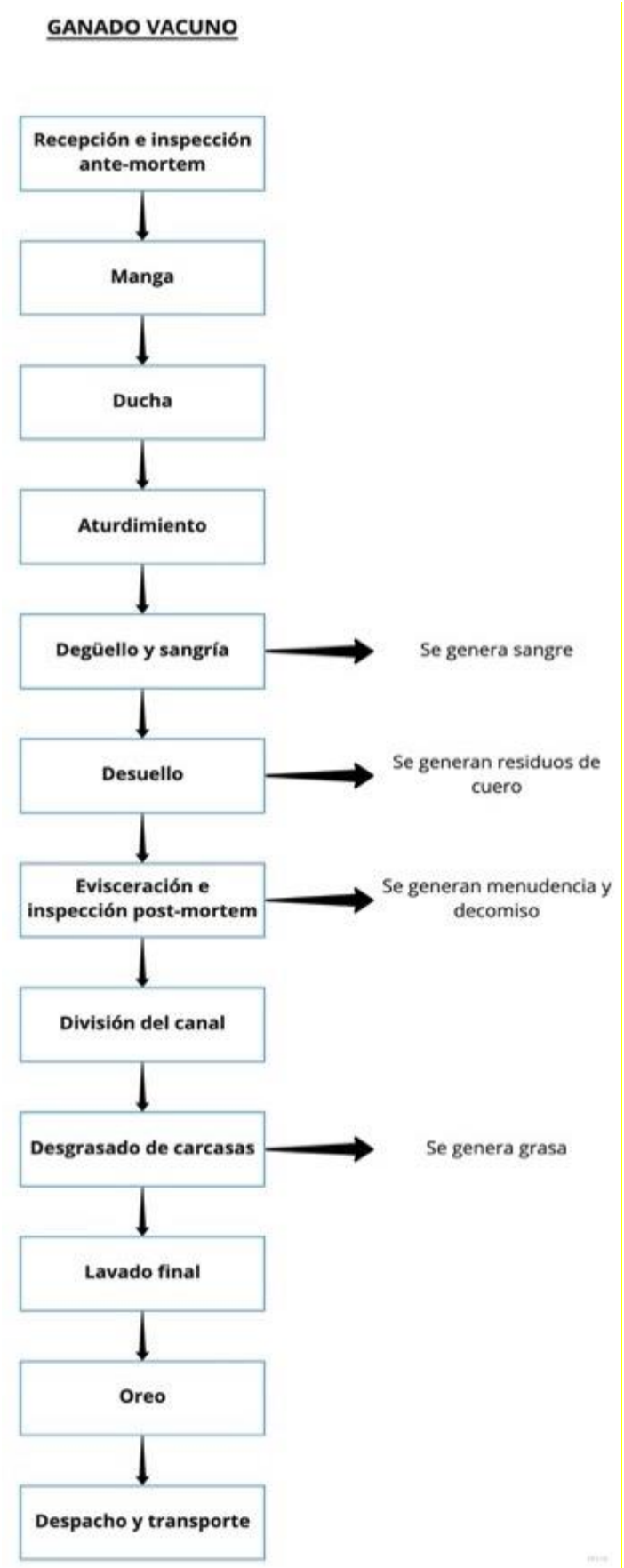
Anexo 1.B Imagen satelital de Ubicación de la Planta de Beneficio de CFLSAC.



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

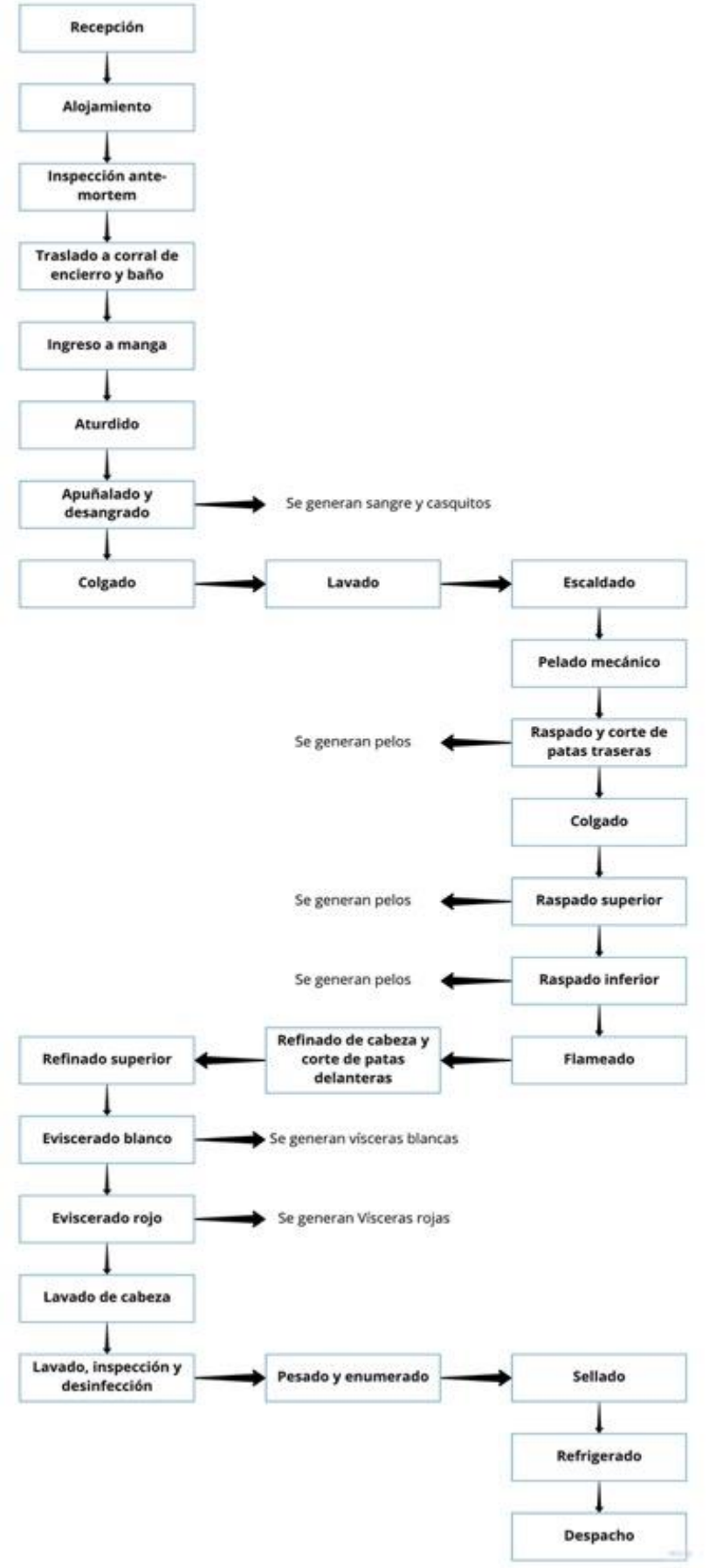
Anexo 2 Mapeo de procesos de beneficio de ganado en CFLSAC y los tipos de residuos generados.



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

GANADO PORCINO



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 3 Principales funciones de los elementos minerales en las plantas (AEDES, 2006).

Tabla 8 Micronutrientes primarios.

Nombre de Nutriente	**Elemento químico**	**Propiedades**
Nitrógeno	N	Conforma todas las células vivas.
		Forma parte de los sistemas de energía de la planta.
		Interviene en la fotosíntesis.
		Esencial en el crecimiento.
		Necesario en la síntesis de clorofila.
		Forma parte de las vitaminas y proteínas.
Fósforo	P	Permite los procesos que requieren transferencia de energía en la planta.
		Es un componente de las sustancias que forman los genes y cromosomas.
		Interviene en el tamaño, número y viabilidad de las semillas.
		Promueve la maduración de los frutos y el crecimiento de la planta.
Potasio	K	Importante en la activación de enzimas, fotosíntesis, transporte de azúcares y síntesis del almidón.
		Contribuye al aumento de la resistencia de enfermedades.
		Interactúa con casi todos los nutrientes esenciales.
		Es indispensable en la regulación hídrica y el movimiento de nutrientes.
		No forma compuestos en la planta.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 9 Macronutrientes secundarios.

Nombre de nutriente	Elemento químico	Propiedades
Calcio	Ca	Estimula el crecimiento de tallos y raíces.
		Otorga resistencia a plagas y enfermedades.
		Participa en la activación enzimática.
		Interviene en la formación de granos, semillas y frutos.
		Favorece la absorción de N.
Magnesio	Mg	Es un componente básico de la clorofila.
		Está asociado con el Ca y el K.
		Favorece la absorción de P.
		Es importante en el desarrollo de granos y frutos.
Azufre	S	Estimula la formación de sustancias de defensa de la planta.
		Estimula el crecimiento vegetal y la absorción de N.
		Junto al Mg, es importante en el desarrollo de granos y frutos.
		Junto al B, otorga flexibilidad a los tejidos.

Tabla 10 Micronutrientes.

Nombre de nutriente	Elemento químico	Propiedades
Boro	B	Promueve la formación de raíces y tallos principales.
		Evita el quiebre de tallos y frutos.
		Promueve la formación del tubo polínico y la xilema.
		Junto al Mg, Fe y Cu, aumenta el soporte de la planta y la fortalece contra enfermedades.
		Contribuye al desarrollo de granos y frutos.
Zinc	Zn	Interviene en la formación de almidones.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

		Evita el enanismo y la disminución del follaje.
		Favorece la maduración oportuna.
		Junto al Ca, Mg y B, estimula el desarrollo de las raíces.
Cobre	Cu	Permite la síntesis de ácido cítrico.
		Es importante en la fotosíntesis.
		Estimula el desarrollo radicular.
		Es un catalizador de reacciones.
		Promueve el metabolismo de carbohidratos y proteínas.

Tabla 11 Otros elementos esenciales para las plantas.

Nombre del nutriente	**Elemento químico**
Molibdeno	Mo
Níquel	Ni
Manganeso	Mn
Carbono	C
Oxígeno	O
Hidrógeno	H
Hierro	Fe
Cloro	Cl
Silicio	Si

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 4 Lista de materiales y equipos utilizados.

Materiales:

- ✓ 15 cilindros herméticos de 80L de capacidad.
- ✓ 4 niples de ½".
- ✓ 2 niples de 1".
- ✓ 2 tuercas de ½".
- ✓ 2 tuercas de 1".
- ✓ 6 empaquetaduras.
- ✓ 2 juegos de adaptadores.
- ✓ 1 válvula esférica de ½".
- ✓ 1 válvula esférica de 1".
- ✓ 3 tubos PVC de ½" x 1 m.
- ✓ 3 tubos PVC de 1" x 1 m.
- ✓ 1 cinta teflón de ½".
- ✓ 1 sikaflex.
- ✓ 1 mandil de laboratorio.
- ✓ 1 caja de guantes quirúrgicos.
- ✓ 1 caja de cofias.
- ✓ 60 frascos de plástico estériles para muestreo.
- ✓ 30 envases de plástico de 1L de capacidad.
- ✓ 1 rollo de cinta scotch.
- ✓ 12 bolsas de basura de 100 litros de capacidad.
- ✓ 900 semillas de tomate (*Solanum lycopersicum).*
- ✓ 1 saco de 10 kg de tierra de chacra.
- ✓ 90 recipientes de plástico (para maceta).
- ✓ 2 metros de tela tipo tul.
- ✓ 1 cuaderno de hojas milimetradas.
- ✓ 1 paquete de hojas bond.
- ✓ 2 lapiceros azules.
- ✓ 2 lápices 2B.
- ✓ 1 cuaderno de apuntes.

Equipos:

- ✓ 1 taladro.
- ✓ 1 balanza de cocina.
- ✓ 1 pH metro.
- ✓ 1 cámara fotográfica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 5 Recolección de estiércoles en el Fundo Hecosan.[1]





[1] Las personas que aparecen en estas imágenes han sido anonimizadas, con excepción de la tesista.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 6 Construcción e instalación de biodigestores.[2]

Proceso de construcción








[2] Las personas que aparecen en estas imágenes han sido anonimizadas, con excepción de la tesista.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Pruebas de agua



Vistas finales

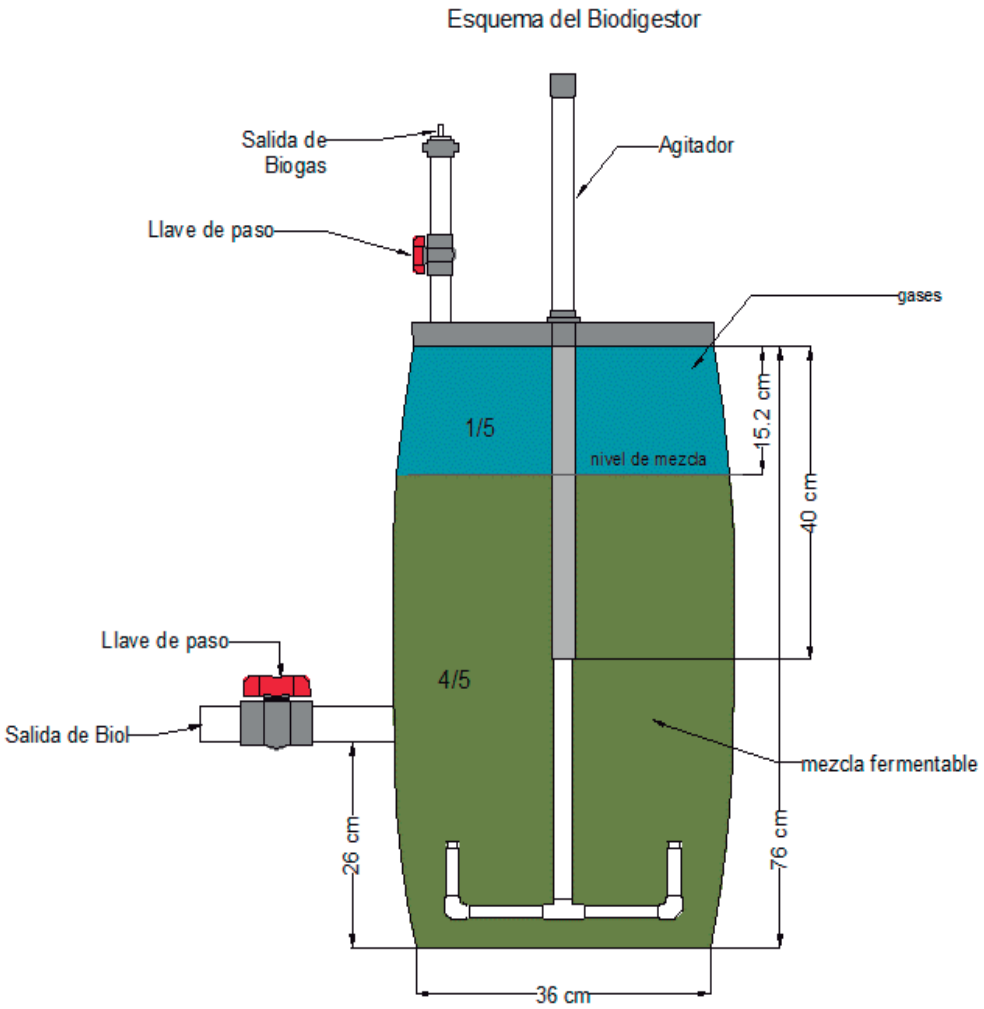




Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 7 Modelo de Biodigestor construido (Medina et al., 2015).



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 8 Punto de acopio de Residuos líquidos en el área de estudio.



Vista del punto de descarga de residuos líquidos de las plantas de beneficio vacuno y porcino previo al proceso de limpieza. Después del proceso de limpieza, el efluente se contamina con los restos de productos de limpieza.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 9 Producción de tratamientos.

Tratamiento 1 (izquierda) y Tratamiento 2 (derecha)





Tratamiento 3 (izquierda) y Tratamiento 4 (derecha)





Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tratamiento 5



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 10 Certificados de análisis de laboratorio.

Resultados del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) – Muestreo inicial

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE	:	ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO
PROCEDENCIA	:	LIMA/ LIMA/ LURÍN
MUESTRA DE	:	RESIDUO LÍQUIDO DE CAMAL
REFERENCIA	:	H.R. 69287
BOLETA	:	3312
FECHA	:	06/08/19

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
724	Tratamiento 1 - (T1)	6.97	11.80	21.16	6.76	177.33	11.42	219.33
725	Tratamiento 2 - (T2)	7.04	22.50	38.89	20.07	424.67	97.74	2413.33
726	Tratamiento 3 - (T3)	7.21	22.10	21.94	11.63	1325.33	246.24	1760.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Relación C/N
724	Tratamiento 1 - (T1)	664.17	183.33	1344.50	11.97
725	Tratamiento 2 - (T2)	575.83	238.83	1561.00	9.23
726	Tratamiento 3 - (T3)	1475.67	609.00	383.17	8.78

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
724	Tratamiento 1 - (T1)	2.02	0.27	0.79	0.09	2.03
725	Tratamiento 2 - (T2)	20.43	0.65	1.53	1.18	1.75
726	Tratamiento 3 - (T3)	133.63	1.40	7.09	13.62	3.87

LAB	CLAVES	Ácidos Húmicos % (p/v)	Ácidos Fúlvicos % (p/v)	Huminas % (p/v)
724	Tratamiento 1 - (T1)	0.007	0.010	0.060
725	Tratamiento 2 - (T2)	0.052	0.134	0.277
726	Tratamiento 3 - (T3)	0.068	0.167	1.988

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n [illegible]
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefono Directo 349-5622
e-mail: labsuelo@[illegible].pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE	:	ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO
PROCEDENCIA	:	LIMA/ LIMA/ LURIN
MUESTRA DE	:	RESIDUO LÍQUIDO DE CAMAL
REFERENCIA	:	H.R. 69287
BOLETA	:	3312
FECHA	:	06/08/19

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
727	Tratamiento 4 - (T4)	6.80	18.70	21.94	11.63	1162.00	134.16	1741.67
728	Tratamiento 5 - (T5)	6.82	21.60	30.06	14.97	1101.33	123.22	2316.67

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L	Relación C/N
727	Tratamiento 4 - (T4)	829.17	249.17	1452.00	5.81
728	Tratamiento 5 - (T5)	787.83	270.00	1688.33	7.88

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
727	Tratamiento 4 - (T4)	31.67	3.20	6.02	4.80	2.35
728	Tratamiento 5 - (T5)	8.63	1.08	0.75	3.18	2.04

LAB	CLAVES	Ácidos Húmicos % (p/v)	Ácidos Fúlvicos % (p/v)	Huminas % (p/v)
727	Tratamiento 4 - (T4)	0.026	0.082	1.170
728	Tratamiento 5 - (T5)	0.045	0.134	0.961

LASPAF

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resultados del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) – Muestreo final

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARÍA ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURÍN
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 70514
BOLETA : 3652
FECHA : 06/11/19

N° 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
1161	Trat. 1-Rep. A-(T1A)	7.28	11.00	7.27	0.53	180.60	13.44	150.50
1162	Trat. 1-Rep. B-(T1B)	7.19	11.50	7.19	0.51	228.20	15.91	180.70
1163	Trat. 1-Rep. C-(T1C)	7.23	9.93	6.84	0.59	179.20	16.22	118.20

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
1161	Trat. 1-Rep. A-(T1A)	646.50	374.60	0.35
1162	Trat. 1-Rep. B-(T1B)	524.70	332.30	0.35
1163	Trat. 1-Rep. C-(T1C)	539.00	299.60	0.35

Acido húmico %(p/v)	Acido fúlvico %(p/v)	Humina %(p/v)
N.D.	0.001	0.016
N.D.	0.003	0.024
N.D.	0.002	0.021

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
1161	Trat. 1-Rep. A-(T1A)	0.34	0.01	0.05	0.20	1.64
1162	Trat. 1-Rep. B-(T1B)	0.46	0.01	0.79	0.10	1.63
1163	Trat. 1-Rep. C-(T1C)	3.45	0.10	0.14	0.19	1.49

Relación C/N
1.70
1.30
1.91

N.D.: No detectable.

LASPAF UNALM
Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 948-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARÍA ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURÍN
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 70514
BOLETA : 3652
FECHA : 08/11/19

N° 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
1164	Trat. 2-Rep. A-(T2A)	7.28	24.20	25.29	8.99	686.00	113.29	2516.67
1165	Trat. 2-Rep. B-(T2B)	7.44	25.00	28.89	10.39	774.67	131.32	2008.33
1166	Trat. 2-Rep. C-(T2C)	7.37	17.60	14.16	3.81	476.00	38.37	2161.67

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
1164	Trat. 2-Rep. A-(T2A)	704.00	635.67	377.17
1165	Trat. 2-Rep. B-(T2B)	871.83	761.83	337.00
1166	Trat. 2-Rep. C-(T2C)	450.17	565.67	506.00

Ácido húmico %(p/v)	Ácido fúlvico %(p/v)	Humina %(p/v)
0.066	0.173	0.289
0.068	0.170	0.436
0.034	0.082	0.080

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
1164	Trat. 2-Rep. A-(T2A)	11.15	0.23	0.63	1.23	3.03
1165	Trat. 2-Rep. B-(T2B)	33.38	0.58	1.75	2.93	2.90
1166	Trat. 2-Rep. C-(T2C)	2.06	0.11	0.25	0.53	2.40

Relación C/N
7.60
7.78
4.65

LASPAF UNALM

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 986-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARÍA ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURÍN
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 70514
BOLETA : 3652
FECHA : 08/11/19

N° 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
1167	Trat. 3-Rep. A-(T3A)	7.51	26.00	21.63	5.21	644.00	44.30	2158.33
1168	Trat. 3-Rep. B-(T3B)	7.49	25.90	22.24	5.61	690.67	45.07	2390.00
1169	Trat. 3-Rep. C-(T3C)	7.34	23.40	19.80	5.10	574.00	48.42	2031.67

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
1167	Trat. 3-Rep. A-(T3A)	552.17	660.67	219.50
1168	Trat. 3-Rep. B-(T3B)	621.17	678.50	8.20
1169	Trat. 3-Rep. C-(T3C)	549.33	612.17	57.65

Acido húmico %(p/v)	Acido fúvico %(p/v)	Humina %(p/v)
0.037	0.147	0.066
0.052	0.144	0.088
0.038	0.119	0.081

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
1167	Trat. 3-Rep. A-(T3A)	2.75	0.07	0.28	0.61	2.83
1168	Trat. 3-Rep. B-(T3B)	4.78	0.09	0.42	0.76	2.98
1169	Trat. 3-Rep. C-(T3C)	5.83	0.23	0.58	0.97	3.00

Relación C/N
4.70
4.72
5.15

LASPAF

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARÍA ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURÍN
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 70514
BOLETA : 3652
FECHA : 08/11/19

N° 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
1170	Trat. 4-Rep. A-(T4A)	6.31	22.70	20.07	9.36	2016.00	270.43	1564.50
1171	Trat. 4-Rep. B-(T4B)	6.42	21.80	12.97	5.84	1810.67	260.13	1933.33
1172	Trat. 4-Rep. C-(T4C)	6.21	24.10	15.74	7.80	2109.33	263.99	1870.00

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
1170	Trat. 4-Rep. A-(T4A)	659.33	766.83	398.67
1171	Trat. 4-Rep. B-(T4B)	635.83	684.67	213.50
1172	Trat. 4-Rep. C-(T4C)	641.67	744.50	283.17

Acido húmico %(p/v)	Acido fúlvico %(p/v)	Humina %(p/v)
0.071	0.200	0.110
0.078	0.147	0.096
0.069	0.186	0.075

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
1170	Trat. 4-Rep. A-(T4A)	7.43	1.54	3.89	11.23	3.90
1171	Trat. 4-Rep. B-(T4B)	4.88	1.26	2.68	8.29	4.08
1172	Trat. 4-Rep. C-(T4C)	7.91	1.79	4.16	12.43	4.91

Relación C/N
2.69
1.87
2.14

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946 - 505 - 254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARÍA ANTOINETTE NIEUWLAND VENERO

PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LURÍN

MUESTRA DE : BIOL

REFERENCIA : H.R. 70514

BOLETA : 3652

FECHA : 08/11/19

N° 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
1173	Trat. 5-Rep. A-(T5A)	6.93	26.60	19.44	7.74	1283.33	178.98	1773.33
1174	Trat. 5-Rep. B-(T5B)	7.00	25.70	17.57	6.99	1274.00	151.93	2541.67
1175	Trat. 5-Rep. C-(T5C)	6.79	26.60	18.51	7.20	1274.00	169.96	3298.33

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
1173	Trat. 5-Rep. A-(T5A)	852.67	689.00	343.50
1174	Trat. 5-Rep. B-(T5B)	695.67	641.33	342.17
1175	Trat. 5-Rep. C-(T5C)	811.67	669.83	227.83

Acido húmico %(p/v)	Acido fúlvico %(p/v)	Humina %(p/v)
0.073	0.191	0.154
0.033	0.204	0.096
0.070	0.180	0.106

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
1173	Trat. 5-Rep. A-(T5A)	7.32	1.00	2.12	2.43	3.65
1174	Trat. 5-Rep. B-(T5B)	3.11	0.66	1.68	1.67	3.55
1175	Trat. 5-Rep. C-(T5C)	2.81	0.52	1.21	1.58	2.78

Relación C/N
3.50
3.18
3.28

LASSAF

Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resultados del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" - Muestreo inicial

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1909311 - LMT

SOLICITANTE : ANTOINELLE NIEWLAND VENERO

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : EFLUENTE DE CAMAL
1909311) TRATAMIENTO 1

PROCEDENCIA	: Lurín.
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 08 - 12
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1909311
*Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	24 x 10^0
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	24 x 10^0
*Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/mL)	93 x 10^0
*Detección de *Salmonella* sp. en 25 mL	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
*International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Text. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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 Setiembre del 2019

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

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
Universidad Nacional Agraria La Molina
MARINO TABUSSO

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1909312 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **EFLUENTE DE CAMAL**

1909312) TRATAMIENTO 2

PROCEDENCIA	: Lurín.
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 08 - 12
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1909312
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	24×10^5
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	93×10^3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	93×10^3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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 Setiembre del 2019

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

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
Universidad Nacional Agraria
La Molina
MARINO TABUSSO
Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1909313 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **EFLUENTE DE CAMAL**
1909313) TRATAMIENTO 3

PROCEDENCIA	: Lurín.
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 08 - 12
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1909313
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	93×10^4
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	43×10^4
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	43×10^4
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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 Setiembre del 2019

DRA. DORIS ZUÑIGA 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

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Molina
MARINO TABUSSO

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1909314 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **EFLUENTE DE CAMAL**

1909314) TRATAMIENTO 4

PROCEDENCIA	: Lurín.
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 08 - 12
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1909314
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	24×10^0
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	43×10^0
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	43×10^0
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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 Setiembre del 2019

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

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Molina
MARINO TABUSSO

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1909315 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **EFLUENTE DE CAMAL**

1909315) TRATAMIENTO 5

PROCEDENCIA	: Lurin.
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 08 - 12
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1909315
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	14×10^6
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	70×10^5
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	70×10^5
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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 Setiembre del 2019

DRA. DORIS ZUÑIGA 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

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"
(511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resultados del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" - Muestreo final

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1909315 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **EFLUENTE DE CAMAL**
1909315) TRATAMIENTO 5

PROCEDENCIA	: Lurín.
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 08 - 12
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 13
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 08 - 16

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1909315
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	14 x 10^4
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	70 x 10^3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	70 x 10^3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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 Setiembre del 2019

DRA. DORIS ZUÑIGA 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

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Molina
MARINO TABUSSO

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910446 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910446) T2A

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910446
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	15 x 10
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 mL	Ausencia

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1980. 2da Ed. Vol I Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA La Molina MARINO TABUSSO

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910452 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910452) T4A

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910452
*Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	23
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	23
*Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	23
*Detección de *Salmonella* sp. en 25 mL	Ausencia

Métodos:
*International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1993. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA La Molina MARINO TABUSSO

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910455 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **BIOL**
1910455) TSA

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910455
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	4
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	< 3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1980. 2da Ed. Vol I Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Molina
MARINO TABUSSO
Ecología Microbiana y Biotecnología

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910444 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910444) T1B

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910444
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	20 x 10
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	< 3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

La Bella MARINO TABUSSO

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO N° 1910447 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **BIOL**
1910447) T2B

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910447
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	15 x 10
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	15 x 10
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	90
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1993. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1998) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA – La Molina – MARINO TABUSSO – Ecología Microbiana y Biotecnología

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910450 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910450) T3B

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910450
*Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	21 x 10
*Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	15 x 10
*Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	15
*Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

Métodos:
*International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lic. Biólogo MARINO TABUSSO
Ecología Microbiana y Biotecnología

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910453 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **BIOL**
1910453) T2C

Error de tipeo: Muestra T4B

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910453
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	90
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	< 3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol I Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO N° 1910456 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **BIOL**
1910456) T5B

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910456
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	9
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	< 3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 mL	Ausencia

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensaye.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Molina
MARINO TABUSSO

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO N° 1910445 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **BIOL**
1910445) T1C

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910445
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	20×10^2
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	90
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	20
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1993. 2da Ed. Vol I Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA — La Molina — MARINO TABUSSO — Biología Biomolecular

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO N° 1910448 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : **BIOL**
1910448) T2C

PROCEDENCIA	: Camal Frigorifico Lurin S.A.C. – Lurin, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910448
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	40
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	40
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	40
[1]Detección de Salmonella sp. en 25 ml.	Ausencia

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910451 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910451) T3C

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910451
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	20×10^1
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	20×10^1
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	20×10^1
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 ml.	Ausencia

Métodos:

[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol I Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Salle
MARINO TABUSSO

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO N° 1910454 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910454) T4C

PROCEDENCIA	: Camal Frigorífico Lurín S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910454
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	4
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	< 3
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 mL	Ausencia

NOTA: El valor < 3 indica ausencia de microorganismos en ensayo

Métodos:

[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1980. 3da Ed. Vol 1 Part II. (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019



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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274

INFORME DE ENSAYO Nº 1910457 - LMT

SOLICITANTE : **ANTOINELLE NIEWLAND VENERO**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : **BIOL**

1910457) T5C

PROCEDENCIA	: Canal Frigorífico Lurin S.A.C. – Lurín, Lima
TIPO DE ENVASE	: Bolsa de plástico.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 1000 mL. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 23
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2019 - 10 - 29

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910457
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml.)	20 x 10^3
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	40 x 10
[1]Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/ml)	21
[1]Detección de *Salmonella* sp. en 25 mL	Presencia

NOTA: Los valores < 3 y <10 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:
[1]International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1980. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

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, 29 de noviembre de 2019

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
La Molina
MARINO TABUSSO

DRA. DORIS ZUÑIGA 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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 11 Armado de macetas para ensayos de germinación.

Vista de macetas y bioles en el Invernadero de Ingeniería ambiental de la Universidad Científica del Sur, previo al armado



Pesado inicial de macetas con tierra de chacra



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Macetas con semillas previo al primer riego



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 12 Resultados

Anexo 12.A pH

Tabla 15 pH semanal por tratamiento.

TRATAMIENTO	pH POR SEMANA												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T1	7.32	7.11	7.21	7.38	7.33	7.30	7.41	7.50	7.42	7.38	7.27	6.71	6.53
T2	7.45	7.08	6.95	6.99	6.91	6.82	6.88	6.91	6.94	6.97	7.02	6.53	6.49
T3	7.75	7.38	7.38	7.34	7.24	7.10	7.12	7.10	7.17	7.21	7.28	6.70	6.58
T4	6.90	6.51	6.43	6.47	6.39	6.38	6.36	6.35	6.34	6.29	6.24	5.65	5.66
T5	6.82	6.62	6.61	6.70	6.65	6.74	6.73	6.75	6.77	6.76	6.77	6.16	6.23
PROMEDIO	7.25	6.94	6.92	6.98	6.90	6.87	6.90	6.92	6.93	6.92	6.92	6.35	6.30

Tabla 16 Prueba de ANOVA – pH.

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Inter-grupos	11,515	12	,960	6,034	,000
	Intra-grupos	28,945	182	,159		
	Total	40,460	194			

Tabla 17 Correlación de Pearson – pH y tiempo.

Correlaciones			
		pH	Semana
pH	Correlación de Pearson	1	-,393**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	195	195
Semana	Correlación de Pearson	-,393**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	195	195
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 12.B Temperatura

Tabla 12 Temperatura semanal por tratamiento y Temperatura ambiental.

TRATAMIENTO	TEMPERATURA POR SEMANA (°C)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T1	18.27	18.30	19.03	18.47	18.30	20.03	20.30	18.70	19.77	21.23	19.27	19.27	21.90
T2	18.33	18.27	18.97	18.87	19.00	22.23	20.60	18.80	19.43	22.20	19.53	19.53	21.93
T3	18.30	18.27	18.87	18.73	19.17	23.27	20.50	18.77	19.37	23.43	19.57	19.57	21.67
T4	18.17	18.40	19.13	19.13	19.03	23.53	20.57	18.87	19.87	25.00	20.33	20.33	21.50
T5	18.30	18.53	19.30	18.90	19.33	23.80	20.67	18.63	20.03	24.90	20.77	20.77	21.80
T° AMBIENTAL	14.87	15.33	15	14.73	14.87	20.03	15.67	14.53	15.27	17.93	14.97	19.1	16.93

Tabla 13 Correlación de Pearson – Temperatura ambiental y Temperatura interna.

Correlaciones			
		Temperatura interna (°C)	Temperatura ambiental - Estación Villa María del Triunfo (°C)
Temperatura interna (°C)	Correlación de Pearson	1	,687**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	195	195
Temperatura ambiental - Estación Villa María del Triunfo (°C)	Correlación de Pearson	,687**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	195	195
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 12.C Relación del pH y la Temperatura

Tabla 20 Correlación de Pearson – pH y Temperatura.

Correlaciones			
		Temperatura interna (°C)	pH
Temperatura interna (°C)	Correlación de Pearson	1	-,326**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	195	195
pH	Correlación de Pearson	-,326**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	195	195

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 12.D Calidad fisicoquímica

Tabla 21 Resultados de muestreo de parámetros fisicoquímicos.

Tratamiento	C.E. (dS/m)		S.T. (g/L)		M.O. en solución (g/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	11.8	10.81	21.16	7.1	6.76	0.54
2	22.5	22.27	38.89	22.78	20.07	7.73
3	22.1	25.1	21.94	21.22	11.63	5.31
4	18.7	22.87	21.94	16.23	11.63	7.67
5	21.6	26.3	30.06	18.51	14.97	7.31
Sig. asintót.[a] (bilateral)	,023		,001		,001	

[a] Estadísticos de contraste: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 22 Correlación de Pearson – ST y CE.

Correlaciones					
		ST_Inicial	ST_Final	CE_Inicial	CE_Final
ST_Inicial	Correlación de Pearson	1	,522*	,566*	,308
	Sig. (bilateral)		,046	,028	,264
	N	15	15	15	15
ST_Final	Correlación de Pearson	,522*	1	,854**	,843**
	Sig. (bilateral)	,046		,000	,000
	N	15	15	15	15
CE_Inicial	Correlación de Pearson	,566*	,854**	1	,892**
	Sig. (bilateral)	,028	,000		,000
	N	15	15	15	15
CE_Final	Correlación de Pearson	,308	,843**	,892**	1
	Sig. (bilateral)	,264	,000	,000	
	N	15	15	15	15
*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).					
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).					

Anexo 12.E Macronutrientes

Tabla 23 Resultados Macronutrientes.

Tratamiento	N Total – mg/L		P Total – mg/L		K Total – mg/L		Ca Total – mg/L		Mg Total – mg/L		Na Total – mg/L	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	177.33	196	11.42	15.19	219.33	149.8	664.17	570.07	183.33	335.5	1344.5	0.35
2	424.67	645.56	97.74	94.33	2413.33	2228.89	575.83	675.33	238.83	654.39	1561	406.72
3	1325.33	636.22	246.24	45.93	1760	2193.33	1475.67	574.22	609	650.45	383.17	95.12
4	1162	1978.67	134.16	264.85	1741.67	1789.28	829.17	645.61	249.17	732	1452	298.45
5	1101.33	1277.11	123.22	166.96	2316.67	2537.78	787.83	786.67	270	666.72	1688.33	304.5
Sig. asintót.[a] (bilateral)	,156		,609		,427		,041		,001		,001	
[a] Estadísticos de contraste: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon												

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 12.F Relación C/N

Tabla 24 Resultados Relación Carbono – Nitrógeno (C/N).

Tratamiento	Relación C/N	
	Inicial	Final
1	11.97	1.64
2	9.23	6.68
3	8.78	4.86
4	5.81	2.23
5	7.88	3.32
Sig. asintót. (bilateral)[a]	,001	
[a] Estadísticos de contraste: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon		

Anexo 12.G Micronutrientes

Tabla 25 Resultados Micronutrientes.

Tratamiento	Fe total (mg/L)		Cu total (mg/L)		Zn total (mg/L)		Mn total (mg/L)		B total (mg/L)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	2.02	1.42	0.27	0.04	0.7	0.33	0.09	0.16	2.03	1.59
2	20.43	15.53	0.65	0.31	1.53	0.88	1.18	1.56	1.75	2.78
3	133.63	4.45	1.4	0.13	7	0.43	13.62	0.78	3.87	2.94
4	31.67	6.74	3.2	1.53	6.02	3.58	4.8	10.65	2.35	4.30
5	8.63	4.41	1.08	0.73	0.75	1.67	3.18	1.89	2.04	3.33
Sig. asintót. (bilateral)[a]	,005		,001		,031		,650		,061	
[a] Estadísticos de contraste: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon										

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 12.H Sustancias húmicas

Tabla 26 Resultados Sustancias Húmicas.

Tratamiento	Ácidos Húmicos - % (p/v)		Ácidos Fúlvicos - % (p/v)		Huminas - % (p/v)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	0.007	0.000	0.010	0.002	0.060	0.020
2	0.052	0.056	0.134	0.142	0.277	0.268
3	0.068	0.042	0.167	0.137	1.988	0.078
4	0.026	0.079	0.082	0.178	1.170	0.094
5	0.045	0.059	0.134	0.192	0.981	0.119
Sig. asintót. (bilateral)[a]	,477		,140		,002	
[a] Estadísticos de contraste: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon						

Anexo 12.I Inocuidad

Tabla 27 Resultados parámetros microbiológicos.

Tratamiento	C.T. (NMP/ml)		C.F. (NMP/ml)		*Escherichia coli* (NMP/ml)		*Salmonella sp.* en 25 ml	
	Inicial (x 10^5)	Final	Inicial (x 10^5)	Final	Inicial (x 10^5)	Final	Inicial	Final
1	240	746.67	240	32.33	93	6.67	Presencia	Ausencia
2	240	113.33	93	64.33	93	44.33	Presencia	Ausencia
3	93	8403.33	43	723.33	43	674.00	Presencia	Ausencia
4	240	39.00	43	7.67	43	7.67	Presencia	Ausencia
5	140	6671.00	70	133.33	70	7.00	Presencia	Presencia
Sig. asintót. (bilateral)[a]	,910		,394		,011		,000	
[a] Estadísticos de contraste: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon								

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 12.J Ensayos de germinación

Tabla 28 Resultados Ensayos de Germinación – Dilución 1.

DILUCIÓN 01				
Tratamiento	**N° Semillas germinadas**	**Sumatoria de semillas germinadas por Tratamiento**	**LR promedio por maceta**	**LR promedio por Tratamiento**
T1A	0	17	0.000	12.091
T1B	9		20.967	
T1C	8		15.308	
T2A	9	17	20.333	23.133
T2B	5		25.900	
T2C	3		23.167	
T3A	3	14	30.000	22.435
T3B	7		18.929	
T3C	4		18.375	
T4A	10	24	18.237	16.969
T4B	7		14.214	
T4C	7		18.457	
T5A	5	20	9.280	15.118
T5B	10		18.457	
T5C	5		17.616	

Tabla 14 Resultados Ensayos de Germinación – Dilución 2.

Tratamiento	**Porcentaje de Germinación Relativa (PGR) (%)**	**Crecimiento de Radícula Relativo (CRR) (%)**	**Índice de Germinación (IG) (%)**	**IG Promedio Dilución 2 (%)**
T1	176.47	168.19	296.81	
T2	158.82	89.75	142.54	
T3	157.14	106.63	167.56	161.18
T4	79.17	121.00	121.00	
T5	70.00	111.42	77.99	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 30 Resultados Ensayos de Germinación – Dilución 3.

Tratamiento	Porcentaje de Germinación Relativa (PGR) (%)	Crecimiento de Radícula Relativo (CRR) (%)	Índice de Germinación (IG) (%)	IG Promedio Dilución 3 (%)
T1	176.47	168.00	296.47	140.70
T2	111.76	92.70	103.61	
T3	142.86	90.91	129.88	
T4	108.33	102.40	110.93	
T5	60.00	104.41	62.64	

Tabla 31 Resultados Ensayos de Germinación – Dilución 4.

Tratamiento	Porcentaje de Germinación Relativa (PGR) (%)	Crecimiento de Radícula Relativo (CRR) (%)	Índice de Germinación (IG) (%)	IG Promedio Dilución 4 (%)
T1	158.82	160.27	254.55	123.55
T2	129.41	90.35	116.92	
T3	164.29	84.70	139.16	
T4	79.17	79.77	63.15	
T5	70.00	61.99	43.39	

Tabla 32 Resultados Ensayos de Germinación – Dilución 5.

Tratamiento	Porcentaje de Germinación Relativa (PGR) (%)	Crecimiento de Radícula Relativo (CRR) (%)	Índice de Germinación (IG) (%)	IG Promedio Dilución 5 (%)
T1	94.12	163.34	153.73	82.88
T2	129.41	76.19	98.60	
T3	100.00	96.63	96.63	
T4	45.83	66.51	30.49	
T5	70.00	49.94	34.96	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 33 Resultados Ensayos de Germinación – Dilución 6.

Tratamiento	Porcentaje de Germinación Relativa (PGR) (%)	Crecimiento de Radícula Relativo (CRR) (%)	Índice de Germinación (IG) (%)	IG Promedio Dilución 6 (%)
T1	105.88	127.54	135.04	27.44
T2	5.88	36.74	2.16	
T3	0.00	0.00	0.00	
T4	0.00	0.00	0.00	
T5	0.00	0.00	0.00	

Anexo 12.K Área foliar

Tabla 34 Resultados Área foliar promedio por tratamiento y dilución.

Dilución	Área foliar (cm^2)				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	35.980	55.940	55.870	21.100	27.280
2	47.160	44.760	24.150	20.620	16.840
3	47.600	83.440	53.570	44.730	44.390
4	52.690	67.150	44.870	36.340	31.020
5	29.310	54.240	97.700	41.930	9.120
6	29.000	66.920	0.000	0.000	0.000

Anexo 12.L Relación entre IG y Área foliar

Tabla 35 Correlación de Pearson LR y Área foliar.

Correlaciones

		LR Promedio (cm)	Easy Leaf Area
LR Promedio (cm)	Correlación de Pearson	1	,677**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	90	90
Easy Leaf Area	Correlación de Pearson	,677**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	90	90

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 36 Correlación de Pearson IG y Área foliar.

Correlaciones			
		Índice de Germinación	Easy Leaf Area
Índice de Germinación	Correlación de Pearson	1	,193
	Sig. (bilateral)		,069
	N	90	90
Easy Leaf Area	Correlación de Pearson	,193	1
	Sig. (bilateral)	,069	
	N	90	90

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 13 Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Anexo 13.A Resultados parámetros fisicoquímicos

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de pH_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de pH_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,012	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de CE_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de CE_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,025	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de ST_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de ST_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,056	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de MO_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
8	La distribución de MO_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,053	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Anexo 13.B Resultados Macronutrientes

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de NTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de NTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,012	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de PTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de PTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,012	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de KTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de KTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,045	Rechazar la hipótesis nula.
7	La distribución de CaTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
8	La distribución de CaTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,161	Retener la hipótesis nula.
9	La distribución de MgTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
10	La distribución de MgTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,051	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 13.C Resultados Macronutrientes (Na)

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
11	La distribución de NaTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
12	La distribución de NaTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,026	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Anexo 13.D Resultados C/N

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de C_N_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de C_N_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,013	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Anexo 13.E Resultados Micronutrientes

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de FeTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de FeTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,189	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Cu_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Cu_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,015	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de ZnTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de ZnTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,032	Rechazar la hipótesis nula.
7	La distribución de MnTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
8	La distribución de MnTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,017	Rechazar la hipótesis nula.
9	La distribución de BTotal_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
10	La distribución de BTotal_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,024	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 13.F Resultados Sustancias Húmicas

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de ÁcHúmicos_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de ÁcHúmicos_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,030	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de ÁcFúlvicos_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de ÁcFúlvicos_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,024	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de Huminas_Inicial es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de Huminas_Final es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,051	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Anexo 13.G Resultados parámetros microbiológicos

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Coliformes Totales - Muestreo inicial (x 10^5 NMP/ml) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Coliformes Totales - Muestreo final (NMP/ml) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,170	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Coliformes Fecales - Muestreo inicial (x 10^5 NMP/ml) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Coliformes Fecales - Muestreo final (NMP/ml) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,345	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de E. coli - Muestreo inicial (x 10^5 NMP/ml) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de E. coli - Muestreo final (NMP/ml) es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,301	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 13.H Resultados Ensayo de Germinación

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Semillas Germinadas es la misma entre las categorías de Diluciones.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Porcentaje de Germinación Relativa es la misma entre las categorías de Diluciones.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de Longitud Radicular Promedio (cm) es la misma entre las categorías de Diluciones.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Crecimiento de Radícula Relativo es la misma entre las categorías de Diluciones.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de Índice de Germinación es la misma entre las categorías de Diluciones.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Anexo 13.I Resultados Área foliar

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Easy Leaf Area es la misma entre las categorías de Diluciones.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD

CIENTÍFICA
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Constancia N° 41-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2019

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**.

Código de registro:	**205-2018-PRE11**
Título:	**Obtención de Biol de calidad a partir de la fermentación anaeróbica de desechos líquidos de Camal a escala piloto, Lima – Perú, 2019**
Investigador(a):	**Antoinette Nieuwland Venero**

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.

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 22 de octubre del 2020**), 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, 23 de abril de 2019

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR - UCSUR - Comité Institucional de Ética en Investigacion con Animales y Biodiversidad

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

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 270-2020-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima 26 de noviembre del 2020

VISTO:

La solicitud presentada por: **Nieuwland Venero, Maria Antoinette** con el fin de extender la fecha de aprobación del proyecto de tesis titulado: **Obtención del Biol de calidad a partir de la fermentación anaerobica de desechos líquidos de Camal a escala Piloto, Lima-Perú, 2019**, previamente fijada el día: 30 de Noviembre de 2020.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a lo dispuesto en los reglamentos de pre y posgrado de la Universidad Científica del Sur (artículos 93 y 46, respectivamente) el tesista tiene como máximo un (1) año para la ejecución y sustentación de la tesis, pudiendo solicitar una prórroga a la Dirección Académica de Carrera hasta por seis (6) meses, previa justificación".

Que, recibida la justificación del tesista en donde indica los motivos que sustentan su solicitud a la extensión del plazo para la sustentación de tesis.

SE RESUELVE:

Aprobar la solicitud para la extensión del plazo de la aprobación del proyecto de tesis titulada: **Obtención del Biol de calidad a partir de la fermentación anaerobica de desechos líquidos de Camal a escala Piloto, Lima-Perú, 2019**, indicando como fecha final para la presentación del informe final de tesis el día: **03 de Junio de 2021**.

Regístrese, comuníquese y archívese.

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