TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Brenda Jossefin Huaytalla Galindo (0000-0003-4080-2852)

Asesor:

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

Co-asesor:

Luis Miguel Linares Nima (0000-0003-3618-3796)

Lima - Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 17 de setiembre del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dra. Llerme Navarro Vásquez
Miembro: Mg. Alexander Emanuel Diaz Sotil
Miembro: Mg. Marisol Nuñez Martinez

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Brenda Jossefin Huaytalla Galindo**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Ing. Luis Abraham Gomero Osorio

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

Tesista: Brenda Jossefin Huaytalla Galindo			Nota (en letras): 16 (Dieciséis)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Dra. Llerme Navarro Vásquez
Presidente

Mg. Alexander Emanuel Diaz Sotil
Miembro 1

Mg. Marisol Nuñez Martinez
Miembro 2

Ing. Luis Abraham Gomero Osorio
Asesor

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 23 de Septiembre del 2024

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

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

De nuestra consideración,

Yo: **Brenda Jossefin Huaytalla Galindo** egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Luis Abraham Gomero Osorio y Co - asesor Luis Miguel Linares Nima, declaramos que este informe final de tesis de investigación titulado: "Evaluación de la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera", sustentado para obtener el grado de Ingeniero 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 investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

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

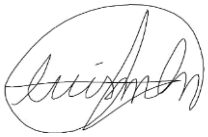
Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 71232160



Firma del asesor de tesis
DNI: 10681962



Firma del co-asesor de tesis
DNI: 46923896

[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. Evaluación de la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera

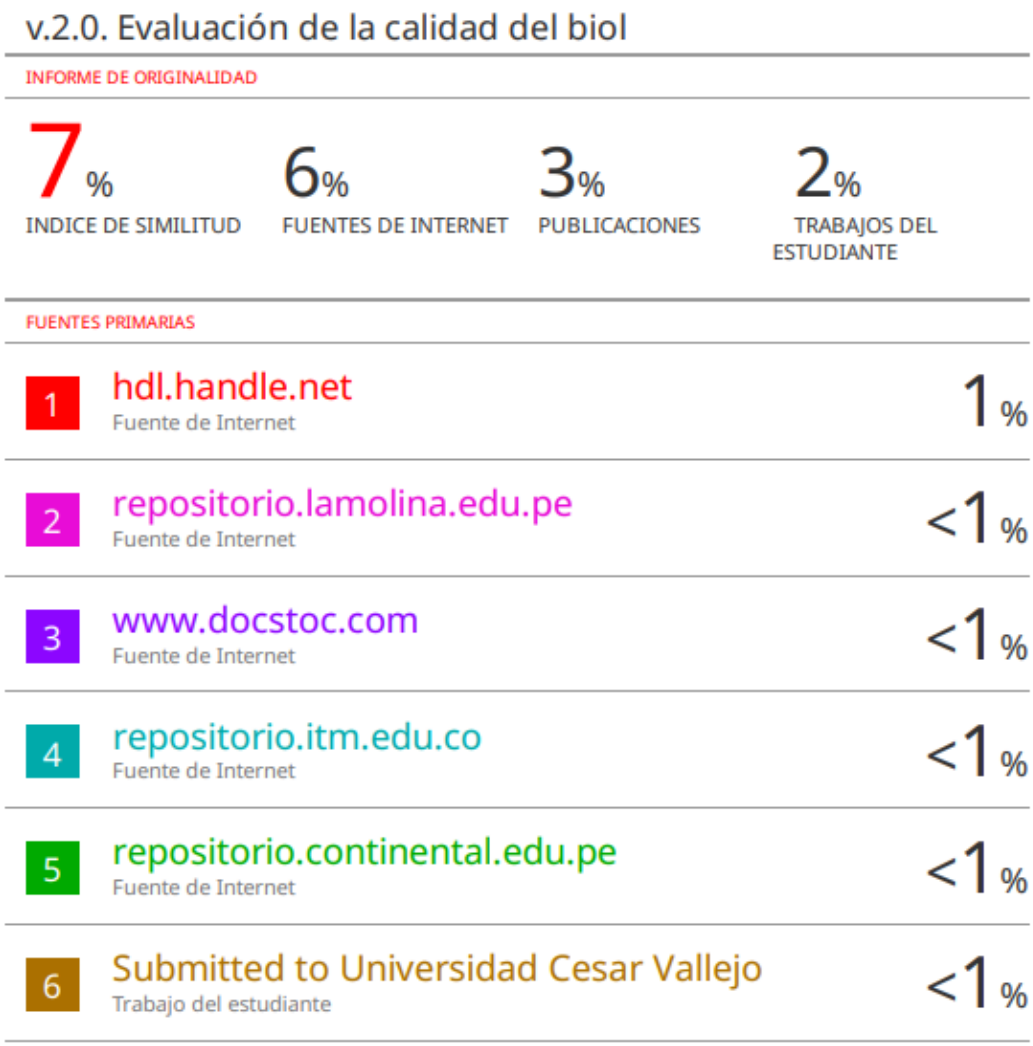
Autores. Brenda Jossefin Huaytalla Galindo

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2487723026).

Resultado de la evaluación. 7%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

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


v.2.0. Evaluación de la calidad del biol

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	6%	3%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
3	www.docstoc.com Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.itm.edu.co Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

A mis padres Bertha Galindo de la Cruz y Rodolfo Huaytalla Ayala, por estar siempre presentes apoyándome a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias por el inmenso amor, aliento y motivación diaria para el proceso de ejecución y redacción de esta tesis. También, está dedicado a mis hermanas, amigos y a toda mi familia por alentarme en este largo proceso, de no rendirme y culminar con mi proyecto.

Brenda Jossefin Huaytalla Galindo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

A Dios por acompañarme a lo largo de todo el proceso de ejecución de tesis y por darme las fuerzas necesarias ante las diversas dificultades presentadas en el camino. Agradezco a mis padres por brindarnos su apoyo incondicional y constante preocupación en todo momento. A mis hermanas y familiares, por ser el soporte y no rendirme durante todo el proyecto.

Al asesor Luis Abraham Gomero Osorio, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación del proyecto, de igual manera, al co-asesor Luis Miguel Linares Nima, quien me ha guiado con sus enseñanzas, experiencias académicas y perseverancia ante las diversas dificultades; y por creer en mí en todo momento.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA 2
AGRADECIMIENTOS 3
RESUMEN 10
ABSTRACT 11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
II. MARCO TEÓRICO 14
2.1. Antecedentes 14
2.2. Normativas 18
2.3. Residuos ganaderos y pesqueros 19
2.3.1. Impacto ambiental de los residuos 19
2.3.2. Composición de los residuos ganaderos y pesqueros 19
2.4. Digestión Anaeróbica (DA) 20
2.4.1. Etapas de la digestión anaeróbica 20
2.4.2. Microorganismos involucrados en la digestión anaeróbica 22
2.4.3. Principales factores que intervienen en la digestión anaeróbica 23
2.5 Productos de la digestión anaeróbica 26
2.5.1 Biogás 26
2.5.2 Biol 26
2.5.3 Biosol o biosólido 27
2.6 Abonos Orgánicos 27
2.7 Ensayos de germinación 27
2.8 Germinación de semillas 28
2.8.1 Porcentaje de germinación (PG): 28
2.8.2 Crecimiento Radicular de las semillas 29
2.8.3 Velocidad de germinación 29
2.9 Dinámica de nutrientes en el suelo 29

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.9.1 Requerimientos nutricionales de las plantas 30
III. OBJETIVO/ HIPÓTESIS 32
3.1. Objetivos 32
3.1.1. Objetivo General 32
3.1.2. Objetivos Específicos 32
3.2. Hipótesis 33
3.2.1. Hipótesis General 33
3.2.2. Hipótesis Específicos 33
IV. METODOLOGÍA 34
4.1. Materiales y métodos 34
4.1.1. Tipo y diseño de investigación 34
4.1.2. Variables y operacionalización 34
4.1.3. Población, muestra y muestreo 35
4.1.4. Herramientas de recolección de datos 36
4.1.5. Procedimientos 37
V. RESULTADOS 46
5.1. OG: Ensayos de germinación 46
5.1.1. Evaluación de la germinación en semillas de Maíz (*Zea mays*) 46
5.1.2. Evaluación del crecimiento radicular del maíz (*Zea mays)* 49
5.1.3. Velocidad de germinación 53
5.2. OE_1 : Parámetros Fisicoquímicos del Biol 56
5.2.1. Carbono / Nitrógeno (C/N) y Materia orgánica (MO) 56
5.2.2. Potencial de hidrógeno (pH) 57
5.2.3. Temperatura (°C) 59
5.2.4. Conductividad eléctrica (CE) 61
5.2.5. Salinidad (SAL) 63
5.2.6. Solidos Totales Disueltos (TDS) 65

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5.3. OE 2: Análisis de la relación del Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) 67
5.4. OE 3: Evaluación de los parámetros Microbiológicos del biol 70
5.4.1. Coliformes totales, coliformes fecales y E. coli 70
5.5. Obtención del Biol y Biosol 71
5.6. Análisis estadístico 72
5.6.1. Hipótesis general 72
5.6.2. Hipótesis específica 1 (HE_1) 75
5.6.3. Hipótesis específica 2 (HE_2) 79
VI. DISCUSIÓN 81
6.1. OG: Evaluar la calidad del biol mediante los ensayos de germinación en semillas de maíz *(Zea mays)* 81
6.2. OE 1: Parámetros fisicoquímicos del biol 83
6.3. OE 3: Relación que existe entre el nitrógeno, fósforo y potasio con el tipo de tratamiento 85
6.4. OE 4: Parámetros microbiológicos (CT, CF y E.coli) 87
VII. CONCLUSIONES 88
VIII. RECOMENDACIONES 89
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 90
X. ANEXOS 100

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema general del proceso de la digestión anaeróbica 20
Figura 2 Secuencia microbiana de la digestión anaeróbica 22
Figura 3 Lugar de estudio 37
Figura 4 Flujo de proceso de la selección y traslado de la muestra 39
Figura 5 Área de muestreo de la granja Pampa Pacta 40
Figura 6 Diagrama de flujo del proceso del funcionamiento del biodigestor 42
Figura 7 Flujograma de los ensayos de germinación 44
Figura 8 Aplicación del biol en las semillas de maíz (*Zea mays*) 45
Figura 9 Evaluación de la germinaciòn del maíz (*Zea mays)* al 100% 47
Figura 10 Evaluación de la germinación del maíz *(Zea mays)* al 10% 48
Figura 11 Evaluación de la germinación del maíz (*Zea mays)* al 5% 49
Figura 12 Evaluación radicular del maíz (*Zea mays)* al 100% 51
Figura 13 Evaluación radicular del maíz (*Zea mays)* al 10% 52
Figura 14 Evaluación radicular del maíz (*Zea mays)* al 5% 53
Figura 15 Promedio de velocidad de germinación 54
Figura 16 Proceso de crecimiento del maíz *(Zea mays)* al 5% 55
Figura 17 Proceso de crecimiento del maíz *(Zea mays)* al 10% 55
Figura 18 Proceso de crecimiento del maíz *(Zea mays)* al 100% 55
Figura 19 Comparación de los parámetros (C/N y MO) con los tratamientos 57
Figura 20 Comportamiento del pH con cada uno de los tratamientos 59
Figura 21 Comportamiento de la temperatura interna de los biodigestores 61
Figura 22 Comportamiento de la conductividad eléctrica 63
Figura 23 Comportamiento de la salinidad con el grupo de tratamientos 65
Figura 24 Comportamiento de los sólidos totales disueltos (TDS) 67
Figura 25 Relación del macronutriente del nitrógeno 68
Figura 26 Relación del macronutriente del fósforo 69
Figura 27 Relación del macronutriente potasio 69
Figura 28 Cantidad total de los abonos orgánicos 71

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Marco Normativo de la investigación 18
Tabla 2 Función de los microorganismos durante la fermentación 23
Tabla 3 Rangos de temperatura y tiempo de DA 25
Tabla 4 Principales parámetros que intervienen en el proceso de la digestión anaeróbica 26
Tabla 5 Normativa de los nutrientes esenciales del nitrógeno, fósforo y potasio 31
Tabla 6 Resumen del diseño de la investigación 35
Tabla 7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 36
Tabla 8 Toma de muestra del estiércol vacuno 40
Tabla 9 Toma de muestra del lodo pesquero 41
Tabla 10 Porcentaje de concentración del sustrato más agua 42
Tabla 11 Disoluciones del biol para la aplicación en las semillas *(Zea mays*) 44
Tabla 12 Porcentaje de germinación de las semillas 46
Tabla 13 Crecimiento radicular de las semillas (*Zea mays)* 50
Tabla 14 Promedio de velocidad de germinación (días) 53
Tabla 15 Relación del carbono/nitrógeno y materia orgánica 56
Tabla 16 Mediciones semanales del pH 58
Tabla 17 Mediciones promedio de las temperaturas (°C) 60
Tabla 18 Mediciones semanales de la conductividad eléctrica(dS/m) 62
Tabla 19 Mediciones semanales de la salinidad (dS/m) 64
Tabla 20 Mediciones semanales de los sólidos totales disueltos 66
Tabla 21 Parámetros iniciales y finales del NPK 67
Tabla 22 Análisis de los parámetros microbiológico inicial y final 70
Tabla 23 Prueba de normalidad Shapiro – Wilk 73
Tabla 24 Resumen de la prueba de hipótesis 74
Tabla 25 Prueba estadística ANOVA para el crecimiento radicular 74
Tabla 26 Comparaciones múltiples mediante la prueba de POST HOC de TUKEY 75
Tabla 27 Prueba de normalidad Shapiro - Wilk 76
Tabla 28 Prueba estadística Anova para el parámetro de pH 77
Tabla 29 Prueba estadística Tukey para comparaciones múltiples del pH 78
Tabla 30 Resumen de la prueba estadística de los parámetros (CE, SAL y TDS 78
Tabla 31 Prueba estadística Kruskall – Wallis de los parámetros (SAL, CE y TDS) 79
Tabla 32 Prueba de normalidad Shapiro – Wilk 80

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 33 Prueba estadística T-Student para muestras emparejadas 80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Consistencia..... 100
Anexo 2 Matriz Operacional 101
Anexo 3 Solicitud de permiso para la empresa pesquera Diamante..... 102
Anexo 4 Materiales de construcción de los biodigestores..... 103
Anexo 5 Cadena de custodia de las muestras iniciales..... 104
Anexo 6 Análisis inicial de los parámetros fisicoquímicos..... 105
Anexo 7 Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T1)..... 106
Anexo 8 Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T2)..... 107
Anexo 9 Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T3)..... 108
Anexo 10 Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del grupo control..... 109
Anexo 11 Análisis final de los parámetros fisicoquímicos 110
Anexo 12 Análisis final de los parámetros microbiológicos del grupo control (GC).. 111
Anexo 13 Análisis final de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T1)..... 112
Anexo 14 Análisis final de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T2)..... 113
Anexo 15 Análisis final de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T3)..... 114
Anexo 16 Evidencias fotográficas..... 115
Anexo 17 Resolución de Aprobación del Proyecto de Tesis..... 116

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del biol obtenido a partir de residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera, mediante los ensayos de germinación en semillas de maíz (*Zea mays*). Para ello, se diseñó un experimento con doce biodigestores conformando por un grupo control (50 % agua + 50 % estiércol) y tres tratamientos: T1 (25 % estiércol + 25 % lodo), T2 (37.5 % estiércol + 12.5 % lodo) y T3 (12.5 % estiércol + 37.5 % lodo). Tras quince semanas de fermentación, se realizaron los ensayos de germinación con los bioles resultantes, se aplicó concentraciones al 100 %, 10 % y 5 % en las semillas, evaluando el porcentaje de germinación (PG) y el crecimiento radicular (CR) durante un monitoreo de seis días. Los resultados mostraron que el pH del biol osciló entre 6.66 y 6.80, la conductividad eléctrica fluctuó entre 3.69 y 5.04 dS/m, y la salinidad se mantuvo entre 2.44 y 3.68 dS/m. En cuanto a los macronutrientes, el grupo control presentó los niveles más altos de nitrógeno (1983.33 mg/L), fósforo (726.22 mg/L) y potasio (637.50 mg/L), mientras que el tratamiento T3 mostró una disminución significativa en los niveles de fósforo (56.18 mg/L) y potasio (99.92 mg/L). En conclusión, el maíz alcanzó un porcentaje de germinación del 60.85 % y un crecimiento radicular de 5.71 cm cuando se utilizó el biol al 5 % de concentración. Este estudio aporta evidencia sobre la viabilidad del uso de biol como una alternativa más sostenible frente al uso excesivo de fertilizantes químicos.

Palabras claves: Abonos orgánicos, *Zea mays*, crecimiento radicular, Germinación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the quality of the biosol obtained from cattle waste and residual sludge from the fishing industry, by means of germination tests on corn (*Zea mays*) seeds. For this purpose, an experiment was designed with twelve biodigesters consisting of a control group (50% water + 50% manure) and three treatments: T1 (25 % manure + 25 % sludge), T2 (37.5 % manure + 12.5 % sludge) and T3 (12.5 % manure + 37.5 % sludge). After fifteen weeks of fermentation, germination tests were carried out with the resulting biols, concentrations of 100 %, 10 % and 5 % were applied to the seeds, evaluating the germination percentage (PG) and root growth (RC) during a six-day monitoring. The results showed that the pH of the biol ranged between 6.66 and 6.80, the electrical conductivity fluctuated between 3.69 and 5.04 dS/m, and the salinity remained between 2.44 and 3.68 dS/m. Regarding macronutrients, the control group presented the highest levels of nitrogen (1983.33 mg/L), phosphorus (726.22 mg/L) and potassium (637.50 mg/L), while the T3 treatment showed a significant decrease in the levels of phosphorus (56.18 mg/L) and potassium (99.92 mg/L). In conclusion, maize reached a germination percentage of 60.85 % and a root growth of 5.71 cm when using the 5 % concentration of biol. This study provides evidence on the viability of using biol as a more sustainable alternative to the excessive use of chemical fertilizers.

Key words: organic fertilizers, *Zea mays*, root growth, germination.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, se consumen alrededor de 185 millones de toneladas de fertilizantes para el sector agrícola, esta adquisición está vinculados con el crecimiento de la producción de alimentos, siendo los más utilizados los fertilizantes nitrogenados representando alrededor del 56 %, los fertilizantes fosfatados y potásicos tuvieron un 34% y 20 %, respectivamente (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación [FAO], 2021).

Otro de los problemas que afronta la agricultura es el incremento de los precios y el uso excesivo de los fertilizantes; en el Perú para incrementar el rendimiento y desarrollo de los cultivos, los agricultores han aplicado excesivos productos químicos, por ejemplo, los departamentos de Lambayeque y Tumbes son los que demandan mayores fertilizantes químicos representando un 78.2 % y 76.4 % respectivamente (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021). Este uso excesivo ha provocado la acumulación de altas concentraciones de nutrientes que deteriora y desequilibra los ecosistemas del suelo, provocando infiltraciones y lixiviaciones en aguas subterráneas y superficiales (Powers, 2009; Frioni et al., 2018). Según el informe de la FAO, la urea es el principal fertilizante que requiere la agricultura peruana y se vio afectado por el incremento de su precio hasta un 240 %, seguido del fosfato y fosforita en 9 % y 116 %, respectivamente (Bardales et al., 2022). Este aumento se debe a la dependencia de los agricultores en los fertilizantes importados de países como Rusia, China y Estados Unidos (Cabos et al., 2019).

Por esta razón, debido al alto costo de los fertilizantes, los agricultores están explorando opciones para producir abonos orgánicos, aprovechando los residuos tanto de origen animal como vegetal. Estos residuos orgánicos pueden provenir de las industrias pesqueras, que generan el 30 % a 70 % de residuos durante el procesamiento de pescado,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

asimismo, se puede utilizar estiércoles provenientes de los animales como fuente de energía (Kim et al., 2017). Los residuos mencionados poseen elevados niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales pueden emplearse como fertilizantes o abonos orgánicos para optimizar la actividad microbiológica del suelo, ayudando a disminuir la contaminación y a gestionar el uso de fertilizantes químicos (Grobelack et al., 2017; Juscamaita et al., 2015).

Los abonos orgánicos comprenden todo tipo de residuos orgánicos que, tras su descomposición, pueden ser incorporados al suelo con el propósito de incrementar la productividad de los cultivos y optimizar la disponibilidad de nutrientes (Milivojevic, 2018). Una de las maneras de producir abonos orgánicos es a través de la digestión anaeróbica, que da como resultado bioabonos (biol y biosol). Estos compuestos son ricos en nutrientes y pueden utilizarse como fertilizantes para enriquecer el suelo, mejorar su estructura, estimular la actividad microbiológica y favorecer al desarrollo de los cultivos (Herrera, 2017). Esto es una alternativa viable para reducir el uso excesivo de los fertilizantes químicos, ya que, cerca del 56.7 % de agricultores utiliza fertilizantes químicos, mientras que, el 15.6% de los agricultores aplican abonos orgánicos y el 28 % no lo aplica (Cabos et al., 2019).

De este modo, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2020), promueve la reutilización de los residuos y el consumo responsable para mitigar el impacto ambiental. Además, un informe de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU) señala que la adopción de un modelo de economía circular podría reducir los residuos hasta un 80% y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 99% (MIDAGRI, 2020). Bajo este contexto, el objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del biol mediante los ensayos de germinación en semillas de maíz *(Zea mays)* a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El estudio de Diaz et al. (2021), tuvo como finalidad evaluar la calidad del biol en semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) y maíz (*Zea mayz L.*). El estudio incluyo cuatro tratamientos: control, T1 (cascara de café, estiércol de ave y vacuno), T2 y T3 (aserrín, estiércol de ave y vacuno) y T4 (estiércol de ave y aserrín). Después de los tres días de evaluación el T4 mostró un 96.67 % de germinación (PG) y 12.26 cm de elongación radicular (CR) en las semillas del maíz, mientras que el T1 resultó en un 93.33 % (PG) y 2.77 cm (CR) en las semillas de lechuga. En conclusión, las semillas de maíz respondieron mejor al biol, mientras que las de lechuga fueron más sensibles al biol de cáscara de café y estiércoles.

Aguirre et al. (2020) analizaron la reacción del cultivo de maíz frente a varias concentraciones de estiércol de ganado. Se empleó un diseño experimental que consistió en siete tratamientos y cuatro repeticiones. La recolección del abono se llevó a cabo después de 40 días de fermentación, aplicándose concentraciones de biol al 5% y 0.1% en los días 15, 25 y 35 después de la siembra. Los resultados del abono líquido tras 40 días mostraron un contenido de fósforo del 39.4%, un pH de 7.17 y una conductividad eléctrica (CE) de 4.02 dS/m; además, otros nutrientes como nitrógeno (0.01%), potasio (0.15%), calcio (0.01%) y magnesio (0.02%) mostraron una disminución en sus porcentajes. Se concluyó que el maíz alcanzó un porcentaje de germinación del 60% con una concentración de biol del 0.1%.

Asimismo, Geetha y Tendral (2019) determinaron las características fisicoquímicas del estiércol líquido fermentado a partir de desechos de pescado y azúcar como sustrato. Tras 30 días de fermentación, realizaron un ensayo de germinación en semillas de frijol con el biol diluido en concentraciones de 1.25 % (T1), 1.50 % (T2), 1.75

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

% (T3), 1.10 % (T4) y fertilizante sintético (T5), incubando durante 72 horas. Los resultados revelan que el T1 mostró una mayor germinación (66.67%) y crecimiento radicular (6.27 cm) a diluciones de 1.50 % y 1.75 %. El biol contenía nutrientes como nitrógeno (1.49 %), fósforo (0.52 %) y potasio (0.48 %); los microorganismos como coliformes fecales y coliformes totales se eliminaros después del proceso de fermentación. En conclusión, el estudio demuestra que la aplicación de azúcar ayuda al proceso de fermentación y la obtención del biol sirve como un abono orgánico para la aplicación en la agricultura.

Del mismo modo, Zanabria (2019), evaluó la calidad de tres abonos orgánicos: biol I (fermentación anaeróbica), biol II (fermentación ácido láctico) y biol III (fertilizante sintético), utilizando sustratos como el estiércol de cuy, melaza de caña y un consorcio de bacterias ácido-lácticas. Para los ensayos de germinación, se usaron semillas de lechuga diluidas al 0.01 %, 0.1 % y 1 %. Los resultados mostraron pH promedio de 7.17 (biol I), 3.65 (biol II) y 3.66 (biol III), y conductividad eléctrica de 9.69, 24.30 y 37.80, respectivamente. Los valores de nitrógeno fueron 8511.20 mg/L (biol I), 2674 mg/L (biol II) y 78288 mg/L (biol III); de fósforo, 88.30 mg/L, 118.96 mg/L y 2824 mg/L; y de potasio, 610 mg/L, 6650 mg/L y 7350 mg/L. El mayor porcentaje de germinación fue con biol II (98.25 %) a una dilución del 1 %, y el mayor crecimiento radicular con biol I (23.6 cm) a una dilución del 0.01 %. En conclusión, dosis bajas de biol aumentan la germinación, mientras que dosis altas inhiben el crecimiento radicular y la germinación de las semillas.

Flórez (2017) elaboró un biofertilizante líquido utilizando subproductos de trucha y lo evaluó en semillas de lechuga (*Lactuca sativa)* a diluciones del 100 %, 10 %, 1 % y 0.1 %. Los resultados del biol mostraron un pH de 4.01, CE 21.1 dS/m, materia orgánica de 130.84 mg/L, nitrógeno (12058 mg/L), fósforo (953 mg/L) y potasio (4230 mg/L), con

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ausencia de microorganismos como CT, CF y E. coli. Las semillas de lechuga no germinaron ni crecieron a diluciones del 100 % y 10 %, pero a diluciones del 1 % y 0.1% alcanzaron una germinación del 98.33 % y 100 %, y un crecimiento radicular de 1.10 cm y 2.27 cm. En conclusión, la dilución al 0.1 % mostró la mejor respuesta en germinación y crecimiento radicular.

Mientras que, Kusuma et al. (2021) tuvieron como objetivo analizar el impacto de un fertilizante orgánico, producido a partir de desechos de pescado, en el crecimiento del arroz. El estudio investigó diferentes diluciones de biol: 5 % (T1), 1 % (T2), 1.5 % (T3), 2 % (T4), 2.5 % (T5) y 3 % (T6). Los resultados indicaron que la aplicación del fertilizante con una concentración del 2.5 % produjo los mejores resultados, con un porcentaje de germinación del 88.18 %, una altura de planta de 28.78 cm y un crecimiento radicular de 20.74 cm al día 15 tras la siembra.

Por otro lado, Garavito (2018) investigó la relación entre la obtención del biogás y biol procedente del estiércol vacuno y residuos de trucha, evaluando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante un periodo de diez semanas. Los resultados indicaron que los valores de pH fluctúan entre 6.94 a 7.29, la temperatura varió de 27.13 a 27.5 °C, y la relación C/N en el tratamiento T3 fue de 21.7. Mientras que, los GC, T1 y T2, los valores de la relación C/N fueron menores, alcanzando 6.2, 7.00 y 11.1, respectivamente. El biol presentó concentraciones de nitrógeno (6600 mg/L), fósforo (565.99 mg/L) y potasio (1603.33 mg/L); en los análisis microbiológicos los CT, CF y E. coli fue nula manteniéndose por debajo de las normativas establecidas.

En su estudio, Bardales et al. (2019) evaluaron los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio presentes en el biol y biosol, producidos a partir de estiércol vacuno. El trabajo consistió en utilizar una mezcla del estiércol: agua en una proporción 1:3 y después del proceso fermentativo, se evaluaron las muestras durante los días 0, 15, 30 y 45. Los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

resultados del biol muestran que, para el día 45 los macronutrientes como el nitrógeno, fosforo y potasio, tuvieron una concentración de 12 200 mg/L, 86.56 mg/L y 1103.8 mg/L, respectivamente. A diferencia del biosol que presento valores de 8700 mg/L, 173.91 mg/L y 2145 mg/L. Se concluyó que, el nitrógeno presenta la mayor concentración en el biol y biosol y se propone en primer lugar al biol como fertilizante orgánico.

Juscamaita et al. (2015) evaluaron dos abonos orgánicos producidos del estiércol ovino mediante la digestión anaeróbica (T1: estiércol ovino, purín de cerdo y agua destilada) y fermentación homoláctica (T2: maleza y generador de ácido láctico). Tras 120 días de fermentación, el T1 presentó un pH de 7.23, MO de 3.1 g/L y nutrientes (N: 321 mg/L, P: 55.4 mg/L, K: 1993 mg/L). El T2 mostró un pH de 3.66, MO 3.1 g/L y nutrientes (N: 1876 mg/L, P: 203.4 mg/L, K: 9006 mg/L). En las semillas de lechuga, el T1 tuvo una dosis óptima al 1 %, y T2 al 0.1 % y 0.01 %. Se concluyó que el T2, por su acidez y ausencia de microorganismos patógenos, no implica riesgos para la salud y calidad de los cultivos.

Por último, en la investigación de Bennet et al. (2016) se analizaron las características fisicoquímicas y la calidad nutricional del biol obtenido de la fermentación anaeróbica del estiércol vacuno y porcino. Los sustratos se mezclaron en proporciones de 1:3 y 1:2 y se monitorearon parámetros como temperatura, pH, CE, oxígeno disuelto y TDS. Ambos bioles mantuvieron una temperatura promedio de alrededor de 22.4 y 23.13°C, un pH de 7.07, y una disminución en la CE de 11.09 a 4.06 dS/m y los sólidos totales de 4.81% a 2.48%. Los valores de fósforo y potasio fueron adecuados según la normativa mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001, indicando que pueden ser usados como bioabonos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2.2. Normativas

La mención de estas normativas tiene como objetivo seguir el cumplimiento de los estándares establecidos, para así garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos. Por ello, en la Tabla 1 se expone el marco normativo utilizado para el desarrollo de esta investigación.

Tabla 1

Marco Normativo de la investigación

	Especificaciones
Ley General del Ambiente	Ley Nº 28611, menciona que todo titular que realice actividades es responsable de las emisiones, riesgos e impactos ambientales que generen sobre el ambiente y la salud (Art. 74).
DL 1278 – Ley de residuos sólidos	Las estrategias de valorización pueden consistir en compostaje, bioconversión y otras opciones que, a través de procesos de transformación fisicoquímica y otros métodos, evidencien su viabilidad ambiental y económica (Art. 48).
Residuos sólidos agrarios (DS N°016-2012-AG	El Ministerio de Agricultura y Riego, establece que los residuos generados por las actividades agrarias deben ser tratados y neutralizados, generando un valor al residuo (Art. 24).
Lodos de las PTAR	El D.S. N.º 015-2017 y el DS N°017-2011-PRODUCE, establecen que se debe reaprovechar los lodos y/o residuos pesqueros que se encuentren en estado de descomposición o fragmentos de pescados generado de las actividades (Art. 2).
DS – 015 – 2017-VIVIENDA	El DS tienen por finalidad la reutilización de los lodos producidos en la PTAR, permitiendo que sean aprovechados en las actividades agrícolas, entre otros (Art. 2).
RM-128-2017-VIVIENDA	La RM establece los requisitos del manejo de lodos y las instalaciones requeridas para su disposición final.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.3. Residuos ganaderos y pesqueros

2.3.1. Impacto ambiental de los residuos

Uno de los principales problemas del sector agropecuario es la inadecuada gestión de los residuos ganaderos, que constituye una fuente de contaminación para la salud y los recursos como el agua, el suelo y el aire. Esto genera impactos ambientales negativos, tales como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y la acumulación de altas concentraciones de nutrientes que saturan el suelo (Powers, 2009). Asimismo, en las zonas costeras los residuos provenientes de las pesqueras, impacta de manera directa en los cuerpos de aguas oceánicas; alterando sus propiedades fisicoquímicas y biológicas; esto también provoca un aumento en las concentraciones de nutrientes en el agua, lo que puede llevar a la eutrofización (Ezquerra et al., 2009; Cadena et al., 2022).

2.3.2. Composición de los residuos ganaderos y pesqueros

El estiércol es una mezcla de excretas que producen los animales, y que pueden utilizarse como una fuente de nutrientes para los cultivos, debido a que están compuestas por el 60 % de nitrógeno y 80 % de fósforo (Juscamaita et al., 2015). El estiércol vacuno, por ejemplo, contiene ácido indol acético, materia orgánica (8.5 %), nitrógeno (1.67-3%), fósforo (1-2 %), potasio (0.56-1 %), purinas, tiamina, giberelinas, entre otros (Bardales et al., 2022). Los lodos pesqueros o residuos sedimentados se forman después del proceso del tratamiento de las aguas residuales y están compuestos por altas concentraciones de materia orgánica y microrganismos patógenos, además contienen nutrientes como nitrógeno (4-10%), fósforo (5-6%) y potasio (1%) (Navarro, 2023). Para su aprovechamiento, los lodos requieren estabilización e higienización mediante digestión anaeróbica para reducir la presencia de patógenos o contaminantes (Resolución Ministerial, Núm. 128, 2017).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.4. Digestión Anaeróbica (DA)

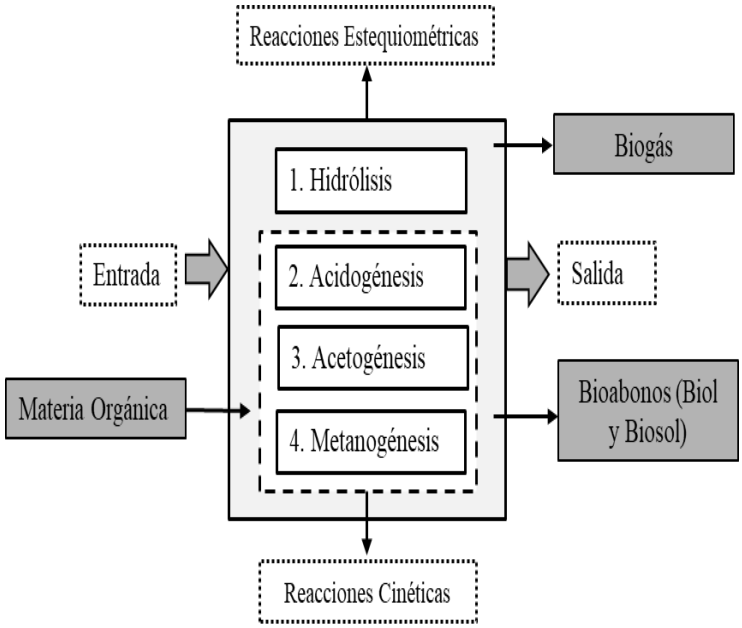
Se trata de un proceso bioquímico en el cual una porción de la materia orgánica se descompone sin la presencia de oxígeno, produciendo biogás, una mezcla de gases que incluye metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y trazas de otros compuestos. La DA comprende una serie de reacciones químicas como es el caso de la oxidación – reducción, que se da por las enzimas que poseen los microorganismos degradativos de sustratos (Ferrer y Pérez, 2010). Mediante esta reacción de oxidación directa se ocurre, más del 90% de metano y un 10% de energía es consumido para el crecimiento bacteriano (Varnero, 2011; Bonomi et al., 2015).

2.4.1. Etapas de la digestión anaeróbica

Durante este proceso se dividen en cuatro fases o etapas, tal como menciona Álvarez et al. (2019) y esta descrito en la Figura 1:

Figura 1

Esquema general del proceso de la digestión anaeróbica



Nota. Adaptado de "Estimación de la producción de biogás a partir de un modelo de simulación de procesos", por Álvarez, et al. (2019), *Centro Azúcar*, 1 (46).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.4.1.1. Hidrólisis: Esta fase involucra la degradación de sustratos y la conversión de materiales orgánicos insolubles en compuestos como proteínas, lípidos, polisacáridos, grasas y ácidos nucleicos (Adekunle y Okolie, 2015). Las enzimas extracelulares son encargadas de transformar proteínas en aminoácidos, carbohidratos en azúcares y lípidos en ácidos grasos (Kondusamy y Kalamdhah, 2014). La efectividad de esta etapa está influenciada por factores como el tiempo de retención hidráulica (TRH), la temperatura, la composición del sustrato, el pH y las reacciones estequiométricas (Varnero, 2011; Rajendran et al., 2012).

2.4.1.2. Acidogénica o fermentativa: En esta fase, los microorganismos descomponen compuestos complejos en ácidos orgánicos de cadena corta, tales como ácido butírico, ácido propiónico y ácido acético, además de generar alcoholes, hidrógeno y dióxido de carbono. Su relevancia radica en la eliminación de cualquier traza de oxígeno del sistema; en esta etapa, no se produce una reducción del sustrato (Varnero, 2011).

2.4.1.3. Acetogénica: Esta fase, los procesos metabólicos se intensifican, y las bacterias acetogénicas descomponen los ácidos orgánicos, transformándolos en dióxido de carbono, ácido acético e hidrógeno (Cárdenas, 2009). Durante este proceso, las bacterias anaeróbicas agotan el sustrato y liberan residuos celulares, como ácidos volátiles simples, que son utilizados como sustrato en la etapa de metanogénesis (Varnero, 2011).

2.4.1.4. Metanogénica: Es la etapa donde los microrganismos metanogénicos son los más importantes, puesto que son los encargados de la formación de metano y el proceso es denominado biometanizaciòn (Varnero, 2011). La producción de metano ocurre a través de dos rutas principales: la acetoclástica, utilizando acetato como sustrato, y la hidrogenotrófica, utilizando hidrógeno y dióxido de carbono como sustratos (Cazier et al., 2015). Finalmente, el hidrógeno, el acetato, y el dióxido de carbono son transformados en metano, la formación del metano se debe a la descarboxilación del ácido

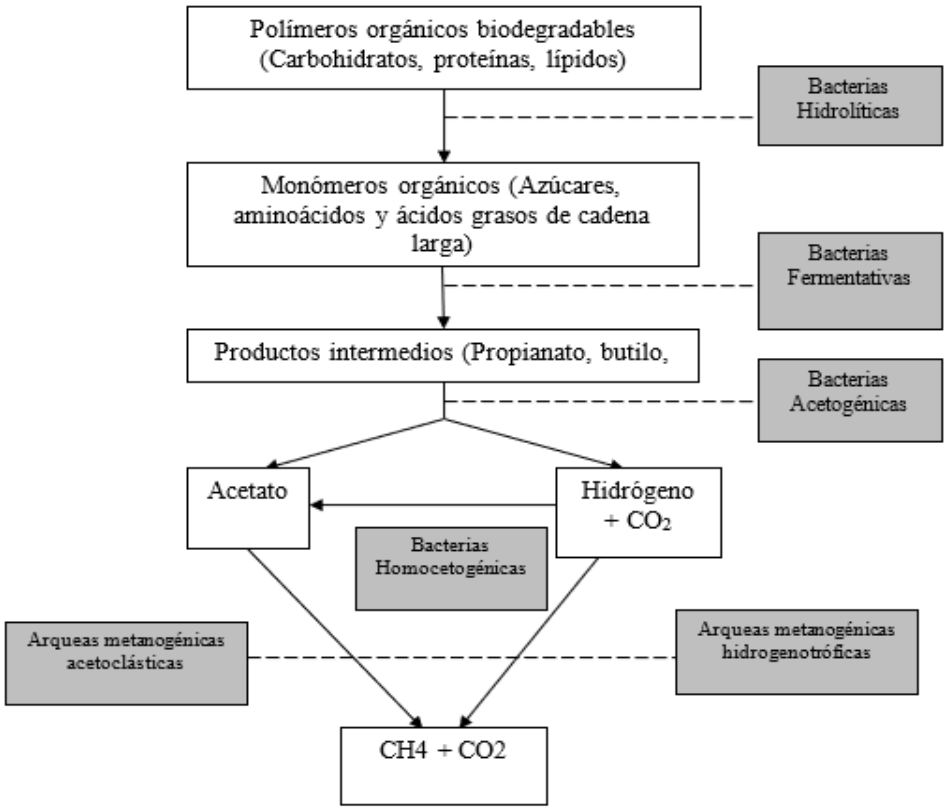
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

acético dando como resultado un 70 % en los reactores anaeróbicos (Cazier et al., 2015). Estos procesos anaeróbicos se ven resumidas en la siguiente Figura 2:

Figura 2

Secuencia microbiana de la Digestión Anaeróbica



Nota. Adaptado de "Biomass energy using methane and hydrogen from waste materials.", por Gadow et al. (2015), *Topical Themes in Energy and Resources*, p.131-57.

2.4.2. Microorganismos involucrados en la digestión anaeróbica

El proceso involucra a una variedad de microorganismos que trabajan en conjunto en diferentes etapas para descomponer los sustratos orgánicos. Por lo tanto, en las siguientes líneas (Tabla 2), se presenta la lista de las funciones de los microorganismos:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 2

Función de los microorganismos durante la fermentación

Etapa	Microorganismos	Función
Hidrólisis	*Bacteroides, Lactobacillus, Propioni bacterium, Sphingomonas, Bifidobacterium*.	Romper los enlaces complejos como los lípidos, proteínas y celulosa en moléculas como los ácidos grasos, glucosa, glicerol y aminoácidos.
Acidogénesis	*Bacillus Ruminococcus, Clostridium, Paenibacillus, Clostridium*	Se encargan de transformar aminoácidos, azúcares y lípidos en ácidos orgánicos, acetato, dióxido de carbono, hidrogeno, alcoholes y cetona.
Acetogénesis	Bacterias productoras del hidrógeno y otras bacterias consumidoras; como *Syntrophobacter wolinii, Syntrophomonas wolfe*i	Bacterias como *Syntrophobacter wolinii*, son las encargadas de oxidar al propionato y la bacteria Syntrophomonas *wolfei*, es la especializada en oxidar a los ácidos grasos, las bacterias reductoras de sulfato tienen la capacidad de descomponer tanto el etanol como el lactato.
Metanogénesis	*Methanobacterium sp, Bacteroides sp, Clostridium*	Encargadas de generar el gas metano.

Adaptado de (Varnero, 2011; Gallegos et al., 2010)

2.4.3. Principales factores que intervienen en la digestión anaeróbica

El proceso anaeróbico es muy complejo y está compuesto de múltiples reacciones que participan diversos microorganismos dentro de los biodigestores anaeróbicos que van a depender de los siguientes factores:

2.4.3.1. Naturaleza y composición química de la materia orgánica: Uno de los factores que influye en el proceso de la digestión anaeróbica son los diversos sustratos o materias orgánicas que se pueden utilizar; estos pueden ser de origen animal, vegetal, forestal, doméstico, agroindustrial, entre otros (Varnero, 2011). Los sustratos ideales

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

están en estado húmedo, porque contienen nutrientes como el nitrógeno, carbono y sales minerales como el azufre, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Rivera, 2010).

2.4.3.2. Relación de carbono/nitrógeno: Las bacterias metanogénicas obtienen su energía principalmente del carbono, mientras que el nitrógeno es esencial para la creación de nuevas células (Zanabria, 2019). Se considera óptima una relación de carbono/nitrógeno cuando la materia prima oscila entre 30:1 y 20:1 (Varnero, 2011), aunque Gerardi (2003), sugiere que una relación de 25:1 es ideal para la producción óptima de biogás. En caso se tuviera una relación de 8:1, es decir ocho unidades de carbono con una unidad de nitrógeno, se produciría malos olores y un exceso de amonio, inhibiendo la actividad bacteriana y seria tóxico para las bacterias metanogénicas (Varnero, 2011).

2.4.3.3. Tiempo de retención hidráulica (TRH): Este factor se refiere al tiempo que la biomasa permanece dentro del biodigestor y tiene una relación inversa con la velocidad de degradación de la materia orgánica, es decir a medida que se incrementa la carga volumétrica del sustrato, el TRH disminuye (Varnero, 2011). De manera similar, Carhuancho (2012) señala que la TRH representa el tiempo promedio en que la materia orgánica es descompuesta por los microorganismos, un tiempo prolongado de retención puede resultar en una menor producción de biogás, pero en un biol rico en nutrientes.

2.4.3.4. Temperatura: Es un factor clave que influye en la velocidad de los procesos biológicos, especialmente en la degradación de la materia orgánica y el crecimiento microbiano (Pérez et al., 2022). Con el incremento de la temperatura, se acelera tanto el crecimiento de los microorganismos como la producción de biogás (Varnero, 2011). Sin embargo, las temperaturas bajas pueden generar la acumulación de ácidos grasos volátiles, el agotación de la energía celular y una disminución en la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

producción de biogás (Pérez et al., 2022). Por ello, a continuación, se presenta la Tabla 3, con los rangos de temperatura y tiempo recomendados para la digestión anaeróbica:

Tabla 3

Rangos de temperatura y tiempo de DA

Fermentación	Óptimo	Mínimo	Máximo	Tiempo
Psicrofílicas	15-18°C	4-10°C	20-25°C	>100
Mesofílicas	25-35°C	15-20°C	35-45°C	30-60
Termofílicas	50-60°C	25-45°C	75-80°C	10-15

Nota. Adaptado de "Manual del biogás", por Varnero (2011).

2.4.3.5. pH: Los diferentes grupos bacterianos varían su pH dentro de las etapas de la DA, por ejemplo, en la etapa acidogénica el pH se encuentra en la zona ácida y oscila entre un rango de 5.1 a 6.8, en la etapa acetógénica entre 7.0 a 7.2 y la metanogénesis se encuentra entre 7.5 y 8.2 (Martí, 2008). Para el adecuado desarrollo de la digestión anaeróbica (DA), el pH debe mantenerse entre 6.0 y 8.0, un pH inferior a 6.0 puede generar ácidos grasos volátiles y CO_2, inhibiendo la metanogénesis. Por otro lado, un pH superior a 8 indica la formación de hidrógeno sulfurado, una relación inadecuada de carbono a nitrógeno (C/N) y un exceso de amoníaco, lo que afecta negativamente el crecimiento bacteriano.

2.4.3.6. Conductividad Eléctrica (CE): Es la cantidad de sales solubles en la dilución del sustrato que son capaces de conducir electricidad, según la Normativa Chilena N° 2880, establece valores de la conductividad en un rango menor o igual de 5 dS/m, para materiales orgánicos que puedan ser añadidos como abonos al suelo. A continuación, se presenta la Tabla 4, que resume los principales parámetros que participan en la fermentación:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 4

Principales parámetros que intervienen en el proceso de la digestión anaeróbica

Parámetros	Valor Óptimo	Fuente
Temperatura	25 – 35 °C	Byong et al., (2019)
pH	6.8 - 7.2	Varnero (2011)
Relación C/N	20:1 hasta 30:1	Varnero (2011)
CE	≤ a 5dS/m	Norma Chilena N° 2880
Humedad MS	30 % - 40 %	Byong et al. (2019)
Humedad MH	10 % - 25 %	Byong et al. (2019)

*MS: Material seco, *MH: Material húmedo

2.5 Productos de la digestión anaeróbica

2.5.1 Biogás

Es un gas inflamable producido por las reacciones de la digestión anaeróbica y es considerado como una fuente de potencial energético (Balat y Balat, 2009), está conformado principalmente por metano (50 % – 70 %), dióxido de carbono (30% - 50%) y componentes como el hidrógeno (0% - 10%), nitrógeno (0.5 % -10 %), Sulfuro de hidrógeno (Cazier et al., 2015).

2.5.2 Biol

Es un abono orgánico líquido que se obtiene de la descomposición de materia orgánica y que contiene nutrientes vitales para el crecimiento de las plantas (INIA, 2008). Su composición incluye un pH de 7.5, de materia orgánica (8.5 %), nitrógeno (2.6 %), fósforo (1.5 %) y potasio (1.5 %) (Botero y Preston, 1987). Este abono también actúa como fuente natural de fitohormonas, como giberelinas y ácido indolacético, así como de vitaminas, que favorecen el crecimiento vegetal, mejoran el follaje y facilitan la germinación (Apaza et al., 2005; Dávila et al., 2009). Además, puede funcionar como biocida, ayudando a controlar enfermedades causadas por plagas (Bardales et al., 2022).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Para su aplicación agrícola, se recomienda diluirlo entre un 10 % y un 30 % en agua para aplicarlo en el suelo, y entre un 1 % y un 10 % para uso foliar (Carhuancho, 2012).

2.5.3 Biosol o biosólido

Es el subproducto solido estabilizado que se origina a partir de la digestión anaeróbica, representa solo el 10 % del total del efluente del biodigestor y para que sea denominado biosol debe contener al menos uno de los nutrientes como el NPK en una suma total del 4% en masa y debe ser mayor igual al 15% en masa de carbono orgánico. (Bodelierc et al., 2022). El uso del biosol mejora la calidad del suelo, aumenta la porosidad, la permeabilidad y la capacidad de retención de humedad, asimismo, aumenta la longitud de las raíces del cultivo, facilitando la absorción de los nutrientes (Aparcana y Janses, 2008; Cassés et al., 2020).

2.6 Abonos Orgánicos

Son residuos de origen animal o vegetal que después de descomponerse se emplean como nutrientes para mejorar la estructura física, química y biológica del suelo (Bello et al., 2015). Para ser considerado un abono orgánico líquido, debe contener al menos uno de los nutrientes primarios, como el nitrógeno (2 %), fósforo (0.4 %) y potasio (1.6 %), la suma de estos nutrientes debe estar entre el 3 % y el 5 % en masa (Bodelierc et al., 2022). Una de los métodos que permite la degradación controlada de la materia orgánica, es la digestión anaeróbica que tienen como resultado los bioabonos (biol y biosol) y pueden ser aplicados al suelo.

2.7 Ensayos de germinación

Según el Seed Testing Association ([ISTA], 2016) estos ensayos tienen como finalidad determinar el porcentaje del poder germinativo de un lote de semillas y estimar

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

el potencial que tienen para que sean sembradas en el campo. Uno de los procedimientos que considera el ISTA para evaluar las semillas es colocarlas en una placa Petri sobre un papel filtro durante siete días de incubación; luego empieza a monitorear diariamente la temperatura, humedad y realiza el recuento de las semillas germinadas, finalmente, evalúa el crecimiento de la raíz.

2.8 Germinación de semillas

Una semilla ha germinado cuando la radícula emerge y alcanza una longitud mayor de 3 mm (ISTA, 2016). Este proceso inicia con la ruptura del tegumento y la emergencia de una raíz primaria, de aspecto grueso y color blanco amarillento, seguida de raíces secundarias más delgadas. Desde la perspectiva agronómica, la germinación de una semilla se origina cuando esta es capaz de llegar a la adultez y a la fase reproductora (Adam et al., 2020). Este proceso consta de cuatro etapas: (1) inhibición del agua, (2) activación de los sistemas enzimáticos, (3) descomposición de las sustancias y (4) elongación de las células del embrión y crecimiento radicular (Courtis, 2013; Caroca et al., 2016).

2.8.1 Porcentaje de germinación (PG):

Es una de las variables de importancia que se expresa en porcentaje y hace referencia a las semillas que son germinadas debido al crecimiento del embrión vivo y también al conjunto de las semillas que no han sido germinadas (Morales, 2020). El PG se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Porcentaje de Germinación (PG)} = \frac{Nº\ Semillas\ germinadas}{Nº\ de\ semillas\ puestas\ a\ germinar} X\ 100$$

Nota. Adaptado de "Germinación y desarrollo de las semillas", (Payares et al., 2014; Courtis, 2013).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.8.2 Crecimiento Radicular de las semillas

Este indicador hace referencia al crecimiento porcentual de las raíces de las semillas que son expuestas a las diferentes concentraciones de la solución a evaluar respecto a la muestra control (López et al., 2014).

2.8.3 Velocidad de germinación

El ISTA (2016) lo define como el período de tiempo que requieren las semillas para completar el proceso de germinación, desde el momento en que se siembran hasta el instante en que emergen las plántulas. Este proceso se da mediante la siguiente formula:

$$T_g = \frac{\Sigma(Ni \times Di)}{\Sigma Ni}$$

Tg = Tiempo de germinación

Ni = Número de semillas germinadas en el día Di

Di = Tiempo transcurrido desde la siembra, en días

2.9 Dinámica de nutrientes en el suelo

El ciclo de nutrientes es fundamental para el metabolismo de las plantas, ya que estas obtienen sus nutrientes a través de las raíces, lo que favorece su desarrollo y crecimiento vegetativo (Escudero y Mediavilla, 2003). Los nutrientes que se encuentran en mayor concentración y son esenciales para las plantas se conocen como macronutrientes, mientras que aquellos en menor concentración se denominan micronutrientes (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI], 2001).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.9.1 Requerimientos nutricionales de las plantas

2.9.1.1. Nitrógeno (N): Este nutriente puede ser absorbido por las raíces en forma de nitrógeno orgánico, amonio o nitrato, y para que las plantas puedan asimilar estos elementos deben sintetizar proteínas de transporte (Escudero y Mediavilla, 2003). El nitrógeno presenta un rol fundamental en la fotosíntesis, la generación de proteínas, albuminoides y prótidos. Además, es esencial para la síntesis de clorofila y favorece el crecimiento del follaje, el desarrollo del tallo, la formación de frutas y granos (Bardales et al., 2019). Sin embargo, una deficiencia de este compuesto puede retardar el crecimiento de las plantas, dando como resultado la presencia de tallos débiles y hojas de color amarillento o verde claro (Flórez y Rodríguez, 2004).

2.9.1.2 Fósforo (P): Este elemento constituye un papel fundamental en el metabolismo energético de las plantas, como los ácidos nucleicos (ADN y ARN), fotosíntesis y la respiración (Flórez y Rodríguez, 2004). Favorece en la germinación de las semillas, crecimiento de la raíz, fomenta el perfume a la planta, maduración de los frutos y es el encargado de dar el dulzor a los frutos (Bardales et al., 2019). La deficiencia de fósforo en las plantas se manifiesta con hojas y tallos de color púrpura, manchas en frutos y hojas, una reducción en la expansión celular y un enanismo evidente en las plantas (Informativo Agrícola, 2017).

2.9.1.3. Potasio (K): Es el elemento más abundante en el citoplasma, tiene un papel fisiológico importante que involucra la formación de proteínas, aminoácidos y enzimas; es fundamental para la multiplicación celular y la formación de tejidos que son resistentes a las heladas, la sequía y los ataques de patógenos (Flórez y Rodríguez, 2004). El potasio estimula el crecimiento radicular y la fotosíntesis; pero la carencia del nutriente en las plantas se manifiesta con un oscurecimiento alrededor de las hojas, conocido como clorosis y tallos débiles (Paucar, 2015).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

La disponibilidad adecuada de estos nutrientes en el suelo es crucial para asegurar una nutrición óptima de las plantas y maximizar su productividad. A continuación, se muestra en la Tabla 5, un resumen de las normativas internacionales sobre los porcentajes de los nutrientes:

Tabla 5

Normativa de los nutrientes esenciales del nitrógeno, fósforo y potasio

Nutrientes	**Norma técnica chilena NCh2880**	**Norma técnica colombiana 5167**	**Real Decreto 999/2017**
Nitrógeno	≥ 0.5%	>1%	1 %-1.5%
Fósforo	<5%	>1%	1.50%
Potasio	>1%	>1%	1.50%

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

III. OBJETIVO/ HIPÓTESIS

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo General

- Evaluar la calidad del biol mediante los ensayos de germinación en semillas de maíz *(Zea mays)* a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.

3.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.
- Analizar la relación que existe entre el nitrógeno, fósforo y potasio con el tipo de tratamientos a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.
- Evaluar los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales, *E. coli)* del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3.2. Hipótesis

3.2.1. Hipótesis General

- Ho: El biol obtenido de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera no es de mejor calidad que el biol de origen vacuno aplicando los ensayos de germinación.

  Ha: El biol obtenido de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera es de mejor calidad que el biol de origen vacuno aplicando los ensayos de germinación.

3.2.2. Hipótesis Específicos

- Ho: Los parámetros físicos y químicos no influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.

  Ha: Los parámetros físicos y químicos influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.
- Ho: La relación del nitrógeno, fósforo y potasio no influye en el tipo de tratamiento de los residuos ganaderos vacunos y los lodos residuales pesqueros

  Ha: La relación del nitrógeno, fósforo y potasio influye en el tipo de tratamiento de los residuos ganaderos vacunos y los lodos residuales pesqueros.
- Ho: Los parámetros microbiológicos no influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.

  Ha: Los parámetros microbiológicos influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IV. METODOLOGÍA

4.1. Materiales y métodos

4.1.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada y práctica, con un diseño experimental que implica la manipulación intencional de las variables independientes (residuos ganaderos vacunos y lodos de la industria pesquera) para analizar sus efectos en la variable dependiente (biol generado a partir de estos residuos).

4.1.2. Variables y operacionalización

En el contexto de este trabajo, se manejan dos variables (dependiente e independiente), la variable dependiente se refiere a aquella que no se manipula directamente, sino que se mide para evaluar las consecuencias de las variables independientes que se aplican (Hernández et al., 2014). En cambio, la independiente se define como la posible causa en la relación entre variables (Hernández et al., 2014), esta también tiene un enfoque cuantitativo, permitiendo la medición de parámetros tanto in situ como ex situ. Por ello, en esta investigación la variable dependiente es el biol, su enfoque fue cuantitativo, donde se midieron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del biol. En la variable independiente son los residuos ganaderos vacunos y los lodos residuales de la industria pesquera, que fueron utilizados como sustrato para el proceso de la fermentación. Ambas variables están detalladas en la matriz de consistencia (Anexo 1) y matriz operacional (Anexo 2).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.1.3. Población, muestra y muestreo

4.1.3.1. Población: El objeto de estudio estuvo representada por tres tipos de sustratos: (1) 150 kg de estiércol de ganado vacuno procedente de la granja Pampa Pacta, (2) 90 L de lodos pesqueros obtenidos de la industria pesquera y (3) 480 L de agua potable, que fueron recolectados durante el mes de octubre del 2022.

4.1.3.2 Muestra y muestreo:

Las muestras representativas tuvieron como fin estudiar las interacciones entre la distribución de las variables de la población; existen dos técnicas de muestreo la probabilística y la no probabilística (Otzen y Manterola, 2017). El muestreo probabilístico permite determinar la probabilidad de que cada individuo sea seleccionado para el estudio, mediante una selección aleatoria. Mientras que, las técnicas de muestreo no probabilístico, la selección del objeto de estudio dependerá del proceso de toma de decisiones que el investigador considere (Otzen y Manterola, 2017). Por ello, en la siguiente Tabla 6, se resume los elementos esenciales para la investigación:

Tabla 6

Resumen del diseño de la investigación

Tipo de Investigación	Aplicativo
Nivel de investigación	Explicativo
Enfoque	Cuantitativo
Diseño y esquema de investigación	Diseño Experimental de tipo experimental
Muestra y muestreo	Muestreo: No probabilístico Técnica: Conveniencia o elección del investigador Muestra: Diferente tratamiento de los bioles
Variable Dependiente	Biol
Variable Independiente	Residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la empresa pesquera

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4.1.4. Herramientas de recolección de datos

La recolección de datos fue una etapa crucial en la investigación, por ello en la siguiente Tabla 7, se proporcionó detalladamente las técnicas e instrumentos utilizados para recopilar los datos:

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Descripción
Descripción de la zona de estudio.	Granja Pampa Pacta e Industria pesquera.	Observación	Registro de los datos de campo.	Delimitación de la zona de estudio para el recojo de muestras.
Selección y recolección de la muestra.	Estiércol vacuno y lodos residuales de la Industria pesquera.	Experimentación	Recopilación de datos mediante la ficha de muestreo.	Recojo de las muestras.
Análisis inicial de la muestra *in situ.*	Estiércol vacuno y lodos residuales de la Industria pesquera.	Experimentación	Termohigrómetro, Peachímetro (*in situ*)	Parámetros fisicoquímicos de las muestras.
Diseño de los biodigestores	Armado de los doce bidones	Experimentación	Materiales para el armado de los bidones	Doce bidones con su tratamiento y repeticiones
Aplicación de las concentraciones de sustrato más agua.	Elaboración en los biodigestores	Experimentación	Aplicar las concentraciones óptimas del sustrato y agua para la generación del biol.	Determinación de las concentraciones en cada biodigestor.
Análisis inicial de la muestra	Homogeneización del estiércol vacuno y lodos residuales de la Industria pesquera.	Experimentación	Cadena custodia para el traslado al laboratorio.	Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras
Análisis final de la muestra final	Estiércol vacuno y lodos residuales de la Industria pesquera.	Experimentación	Cadena custodia para el análisis en el laboratorio de la UNALM.	Análisis final de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras.
Ensayos de germinación	Aplicación del biol a las macetas	Observación	Registro de los datos	Caracterización del crecimiento del cultivo

Adaptado de (Linares y Rodríguez, 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.1.5. Procedimientos

4.1.5.1. Descripción del área de estudio: La investigación se realizó en el Centro Poblado Pampa Pacta que se encuentra ubicado en el Distrito de Huarochirí (ver Figura 3), colinda al noreste de Villa Nueva Navarra y al suroeste de Santa Rosa de Los Olleros; presenta una latitud Sur de 12° 18' 22" y a una latitud Oeste de 76° 47' 37.

Figura 3

Lugar de estudio



Nota. La figura representa el lugar de estudio donde se realizó la investigación. Tomado del sistema de información geográfica Google Earth.

4.1.5.2. Selección y traslado de la muestra: Se recolectaron muestras homogéneas de estiércol vacuno de la granja Pampa Pacta, seleccionando aquellos provenientes de la crianza del ganado de raza Brown y Fleckvieh, alimentados con linaje, afrecho, maíz y soya. Para la elección de la muestra se tomó como referencia la guía para el muestreo de suelo, según el DS N°002-2013-MINAM y el Manual de muestreo de estiércol y/o composta. Se optó por un muestreo simple, midiendo los parámetros del estiércol, como la temperatura y pH en el lugar (granja). El recorrido para la obtención del estiércol fue siguiendo el patrón en zigzag, para luego mezclarlas y garantizar una

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

muestra representativa. El traslado de la muestra se efectuó en contenedores herméticos y vehículos adecuados según el DS N° 016-2012-AG, (Art. 17), y se manipularon los residuos con equipos de protección personal según indica la Ley 2978 (Ley de seguridad y salud en el trabajo). Para retirar los lodos residuales pesqueros se solicitó permiso a la empresa pesquera (Anexo 3).

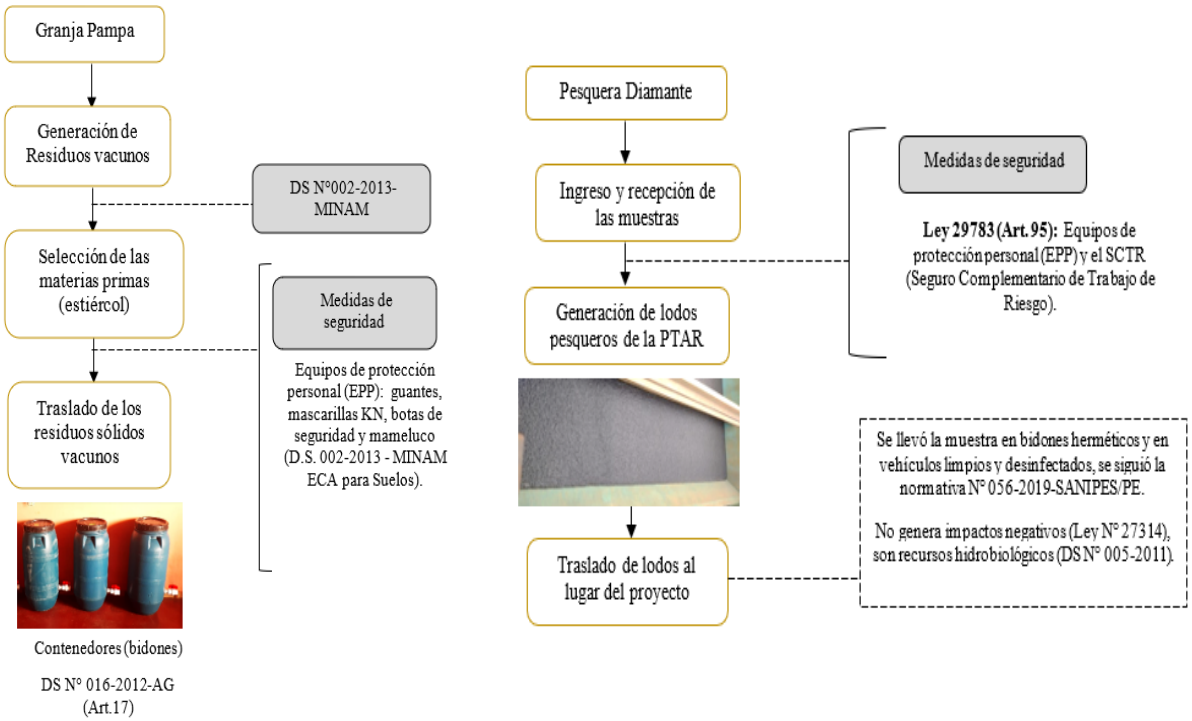
Para la selección de la muestra, se respaldó en el Protocolo de monitoreo de lodos y biosólidos (RM-093-2018-VIVIENDA). Para ello, se decidió utilizar un tipo de muestra compuesta, que consistió en recolectar especímenes de lodos de diferentes puntos y agitarlos, para que posteriormente se anote los datos. El traslado de la muestra tuvo que realizarse en infraestructuras herméticas, según indica la Normativa para la habilitación sanitaria de las infraestructuras pesqueras y acuícolas N° 010-2019-SANIPES/PE, lo cual no generó impactos negativos, debido a que, son manejados como residuos sólidos no peligrosos, tal como lo indica el Decreto Legislativo N° 1278 y son considerados como residuos hidrobiológicos según el DS N° 005 – 2011 – PRODUCE. El procedimiento de la selección y traslado de las muestras se encuentra especificado en la Figura 4.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 4

Flujo del proceso de la selección y traslado de la muestra

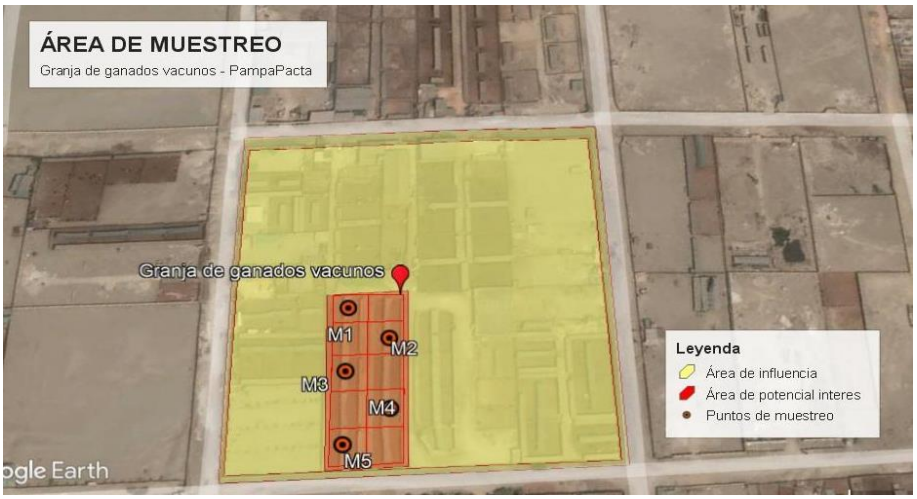


4.1.5.3. Toma de muestra in situ del estiércol vacuno: La muestra del estiércol vacuno consistió en realizar las mediciones *in situ* de los puntos señalados en la Figura 5 (M1, M2, M3, M4 y M5) donde se registraron las coordenadas de los puntos a muestrear. Para determinar el pH, se empleó un Peachímetro PHMETER, modelo PH-009 (iii), mientras que la temperatura y la humedad se midieron con un termohigrómetro Eurolab, modelo SH-110.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 5

Área de muestreo de la Granja Pampa Pacta



Nota. La figura representa el área de muestreo de la Graja Pampa para el recojo del estiércol vacuno. Tomado del sistema de información geográfica Google Earth.

Las muestras in situ permitió obtener resultados directamente del lugar de estudio sin alterar sus condiciones naturales. Por lo tanto, en la Tabla 8, se detallan los parámetros analizados de los sustratos:

Tabla 8

Toma de muestra del estiércol vacuno

	Puntos de muestreo	T (°C)	pH	%Humedad
Estiércol vacuno	M1	21.5	6.62	64
	M2	21.7	6.60	64
	M3	21.4	6.63	64
	M4	21.9	6.70	64
	M5	21.6	6.71	64

4.1.5.4. Toma de muestra in situ del lodo pesquero: El procedimiento consistió en **t**omar muestras del lodo en los diferentes contenedores, para mezclarlos y luego se tenga una muestra representativa, los datos están expuestos en la Tabla 9.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 9

Toma de muestra del lodo pesquero

	Puntos de muestreo	T (°C)	pH	%G	%ST	%H
Lodos pesqueros	L1	21.3	5.02	6.71	21.24	72.50
	L2	21.1	5.55	6.26	19.80	73.55
	L3	21.2	5.05	6.71	18.88	72.41
	L4	21.9	5.50	7.01	17.51	72.29
	L5	21.6	5.61	6.78	20.19	72.4

Las muestras de lodo se recolectaron de acuerdo con lo estipulado en el Decreto Supremo 015-2017-VIVIENDA, donde el valor del parámetro de sólidos totales (% ST) fue inferior al 60 %, lo que indica que el lodo estaba estabilizado para su posterior extracción de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Luego se llevó la muestra a la zona de estudio para seguir con el proceso de higienización.

4.1.5.4. Diseño de los biodigestores: Se utilizó el sistema tipo Batch de régimen discontinuo o estacionario y para la construcción del biodigestor se tuvo como referencia al autor Paucar (2015), donde el proceso consistió en utilizar 12 bidones de PVC de 70 L de capacidad, los cuales están detallado en el Anexo 4.

4.1.5.5. Aplicación de las concentraciones de sustrato más agua: Se obtuvo un grupo control y tres tratamientos (T1, T2 y T3), con tres repeticiones de cada uno y las mezclas del sustrato con agua consistió en una proporción 1:1 tal como se muestra en la Tabla 10. Asimismo, se consideró que el 70 % del volumen del sistema del biodigestor debía estar ocupado por el sustrato y el 30 % restante libre para la generación de gases (Giraldo y Ortiz, 2018).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 10

Porcentaje de concentraciones del sustrato más agua

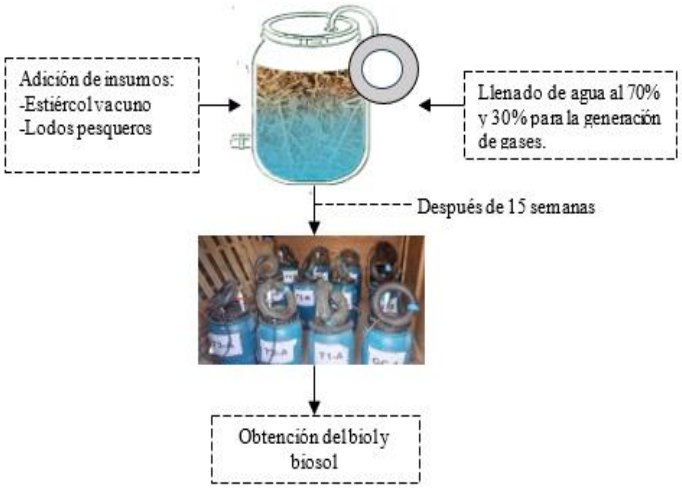
Grupo	Subgrupos	Estimulo	Concentración	Especificaciones (Litros)		
				E. Vacuno	L. Pesquero	Agua
Grupo Control	GC-1	Sin lodo	50% agua + 50% sustrato	20	0	40
	GC-2			20	0	40
	GC-3			20	0	40
Tratamiento 1	T1-A	Con lodo	25% E. Vacuno + 25% L. Pesquero	10	10	40
	T1-B			10	10	40
	T1-C			10	10	40
Tratamiento 2	T2-A	Con lodo	37.5% E. Vacuno + 12.5% L. Pesquero	15	5	40
	T2-B			15	5	40
	T2-C			15	5	40
Tratamiento 3	T3-A	Con lodo	12.5% E. Vacuno + 37.5% L. Pesquero	5	15	40
	T3-B			5	15	40
	T3-C			5	15	40
Total				150	90	480

(Giraldo y Ortiz, 2018)

Para comprender mejor el funcionamiento y los diferentes pasos involucrados en este proceso, presentamos a continuación en la Figura 6, un diagrama de flujo de los sustratos utilizados como materia prima y los resultados después de la fermentación:

Figura 6

Diagrama de flujo del proceso del funcionamiento del biodigestor



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.1.5.6. Análisis inicial de los tratamientos

a. Tratamiento fisicoquímicos y microbiológicos analizados en el laboratorio

Una vez armados los bidones con sus diferentes concentraciones y sustratos, estos fueron sometidos a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Se emplearon envases de plástico de 1000 ml para las muestras fisicoquímicas y envases de vidrio de 500 ml para las muestras microbiológicas (Daglio et al., 2005). Luego de etiquetar las muestras, estas fueron enviadas al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM) para su análisis correspondiente. Los procedimientos fueron documentados en la cadena de custodia (Anexo 5), y los análisis iniciales se describen en los Anexos 6 al 9.

b. Monitoreo de los parámetros durante el proceso de fermentación

El mismo día en que se llevaron las muestras al laboratorio, se procedió a realizar mediciones de los parámetros fisicoquímicos en los doce bidones. Estos parámetros, que incluyen pH, temperatura, conductividad eléctrica, solidos totales y salinidad, fueron medidos dos veces por semana, tanto por la mañana como por la tarde, siguiendo las indicaciones de Ulloa (2015). El procedimiento consistió en abrir la llave de paso de 1 1/2" del biodigestor y tomar muestras del biol mediante un multiparámetro de la marca EZODO, modelo 7200.

4.1.5.7 Análisis final de los tratamientos en el laboratorio

El tiempo de duración para la realización del análisis final fue de 15 semanas. Tiempo donde culmina la fermentación y está relacionado con el tiempo de retención hidráulica en la región Costa que dura entre sesenta a noventa días (Varnero, 2011). Una vez terminada la etapa de fermentación se tomaron muestras del grupo control y los tratamientos siendo analizados en el laboratorio de la UNALM; los resultados se encuentran en el Anexo 10 hasta el Anexo 15.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.1.5.8. Ensayos de germinación para *Zea mays*

Para el ensayo de germinación se utilizó los bioles procedentes del grupo control y tratamientos los cuales se diluyeron en las siguientes proporciones tal como se muestra en la Tabla 11. Paras las diluciones descritas se siguió la metodología descrita por Sobreo y Ronco (2004).

Tabla 11

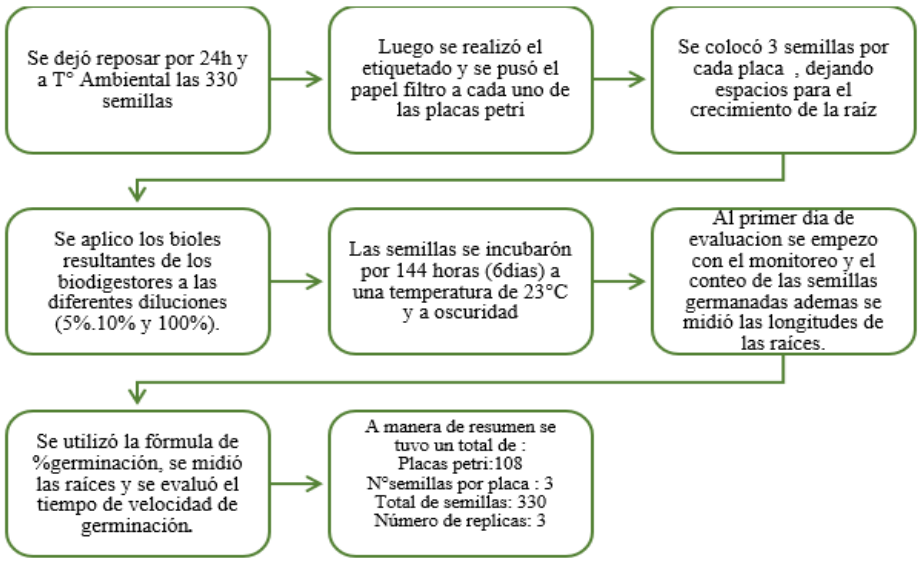
Disoluciones del biol para la aplicación en las semillas (Zea mays)

Código	Diluciones
Control	agua destilada
100%	Dilución (100/100)
10%	Dilución (10/100)
5%	Dilución (5/100)

En la Figura 7 se muestra el procedimiento de los ensayos de germinación que fue adaptado por el ISTA (2016), el cual consistió en utilizar un total de 330 semillas de maíz (*Zea mays)*, y en cada placa se colocó tres semillas; utilizando diferentes disoluciones del biol a concentraciones del 100 %, 10 % y 5 %.

Figura 7

Flujograma del ensayo de germinación en el maíz



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Asimismo, en la Figura 8 se muestran las semillas de maíz *(Zea mays)* desde el primer día que se aplicó el biol de las diferentes concentraciones y luego se procedió a monitorear durante los seis días, para evaluar el porcentaje de germinación (PG), el crecimiento radicular (cm) y la velocidad de la germinación que fueron expuestos en los resultados.

Figura 8

Aplicación del biol en las semillas de maíz (Zea mays)



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

V. RESULTADOS

5.1. OG: Ensayos de germinación

5.1.1. Evaluación de la germinación en semillas de Maíz (Zea mays)

La evaluación de las semillas del maíz *(Zea mays)* comenzó el día 20/03/2023, marcando el inicio del conteo de las semillas germinadas y la anotación del crecimiento radicular. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 12, donde se muestran las diluciones del biol utilizados (100 %, 10 % y 5 %) durante un periodo de seis días, siendo la última fecha de evaluación el día 25/03/2023.

Tabla 12

Porcentaje de germinación de las semillas

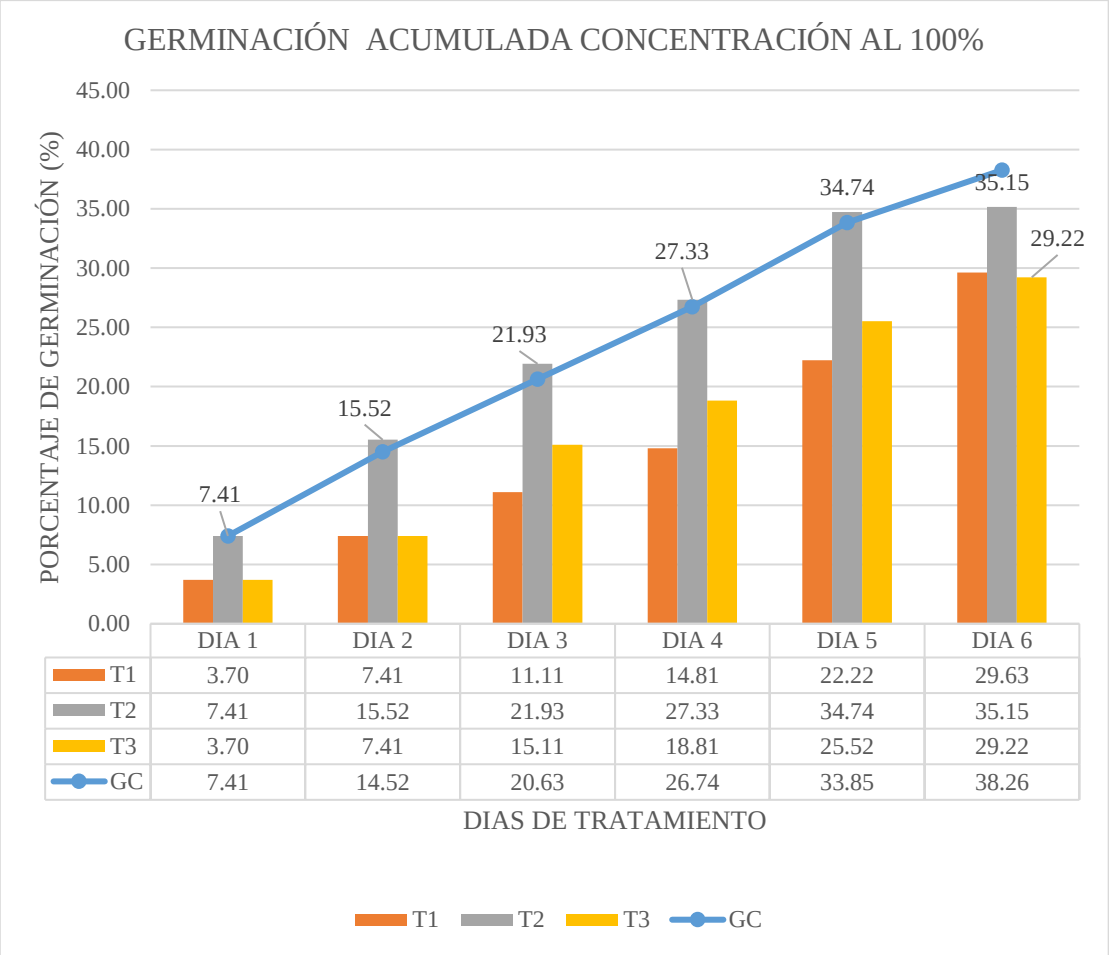
Días	DILUCIÓN (%)	GC	T1	T2	T3
Dia 1	100	7.41	3.70	7.41	3.70
Dia 2	100	14.52	7.41	15.52	7.41
Dia 3	100	20.63	11.11	21.93	15.11
Dia 4	100	26.74	14.81	27.33	18.81
Dia 5	100	33.85	22.22	34.74	25.52
Dia 6	100	38.26	29.63	35.15	29.22
Dia 1	10	8.41	8.41	5.70	8.41
Dia 2	10	14.81	15.81	16.41	20.81
Dia 3	10	22.22	21.22	22.11	25.22
Dia 4	10	29.63	30.63	33.52	34.63
Dia 5	10	37.04	33.04	37.22	40.04
Dia 6	10	40.44	39.44	41.93	42.44
Dia 1	5	8.70	11.41	11.41	12.71
Dia 2	5	16.11	20.81	20.81	23.52
Dia 3	5	25.52	28.22	30.22	34.63
Dia 4	5	31.93	38.63	41.63	44.04
Dia 5	5	40.33	47.04	49.04	52.44
Dia 6	5	49.74	55.44	55.94	60.85

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El mayor porcentaje de semillas germinadas después de los seis días de evaluación fue del 38.15 %, correspondiente del grupo control (ver Figura 9). Posteriormente, el tratamiento T2 presento un valor de 35.26 % de germinación, seguido por el tratamiento T1 con un 29.63 % y finalmente, el tratamiento T3 con un 29.22 %.

Figura 9

Evaluación de la germinación del maíz (Zea mays) al 100%



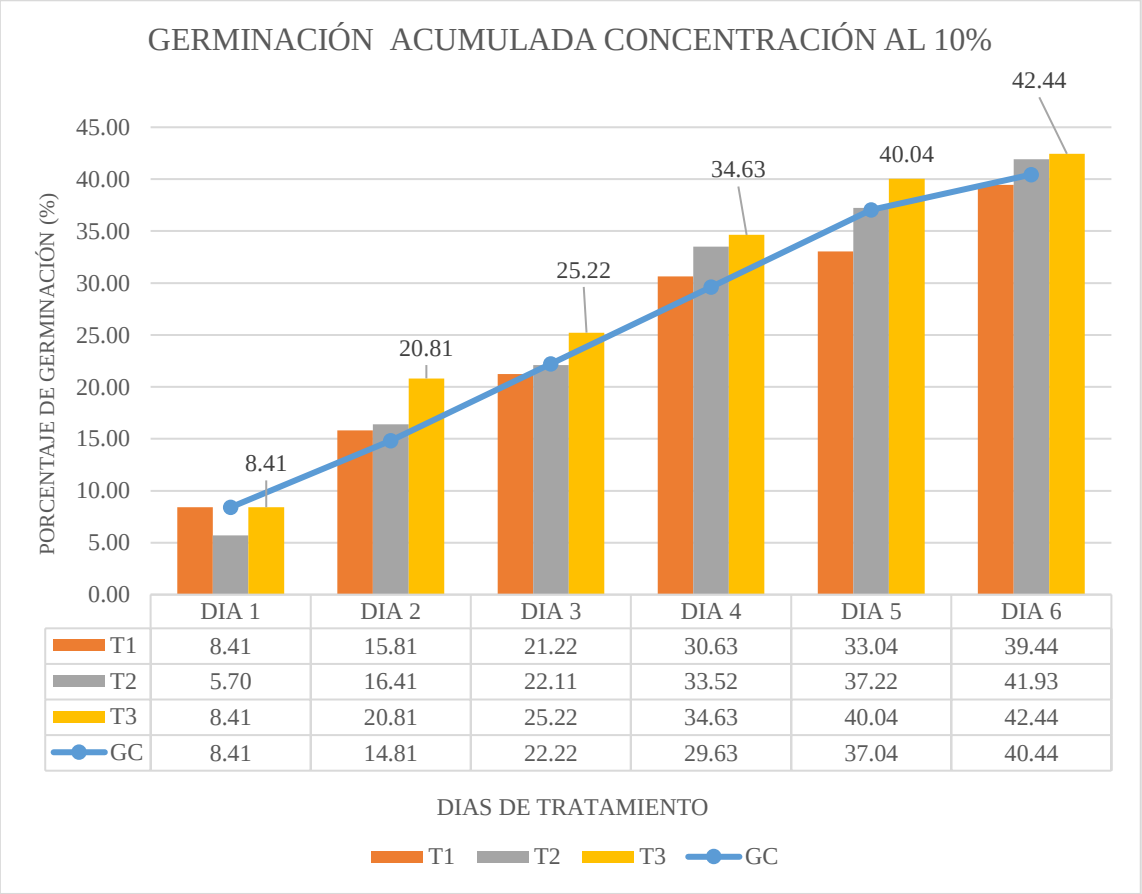
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
T1	3.70	7.41	11.11	14.81	22.22	29.63
T2	7.41	15.52	21.93	27.33	34.74	35.15
T3	3.70	7.41	15.11	18.81	25.52	29.22
GC	7.41	14.52	20.63	26.74	33.85	38.26

En la Figura 10 muestra que, con una concentración de biol al 10 %, las semillas de maíz lograron la mayor tasa de germinación en el tratamiento T3 (42,44 %), seguido por el tratamiento T2 (41.93 %) y GC (40.44 %). Por último, el tratamiento T1 registró el menor porcentaje de germinación, alcanzando un valor de 39.44 %.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 10

Evaluación de la germinación del maíz (Zea mays) al 10%



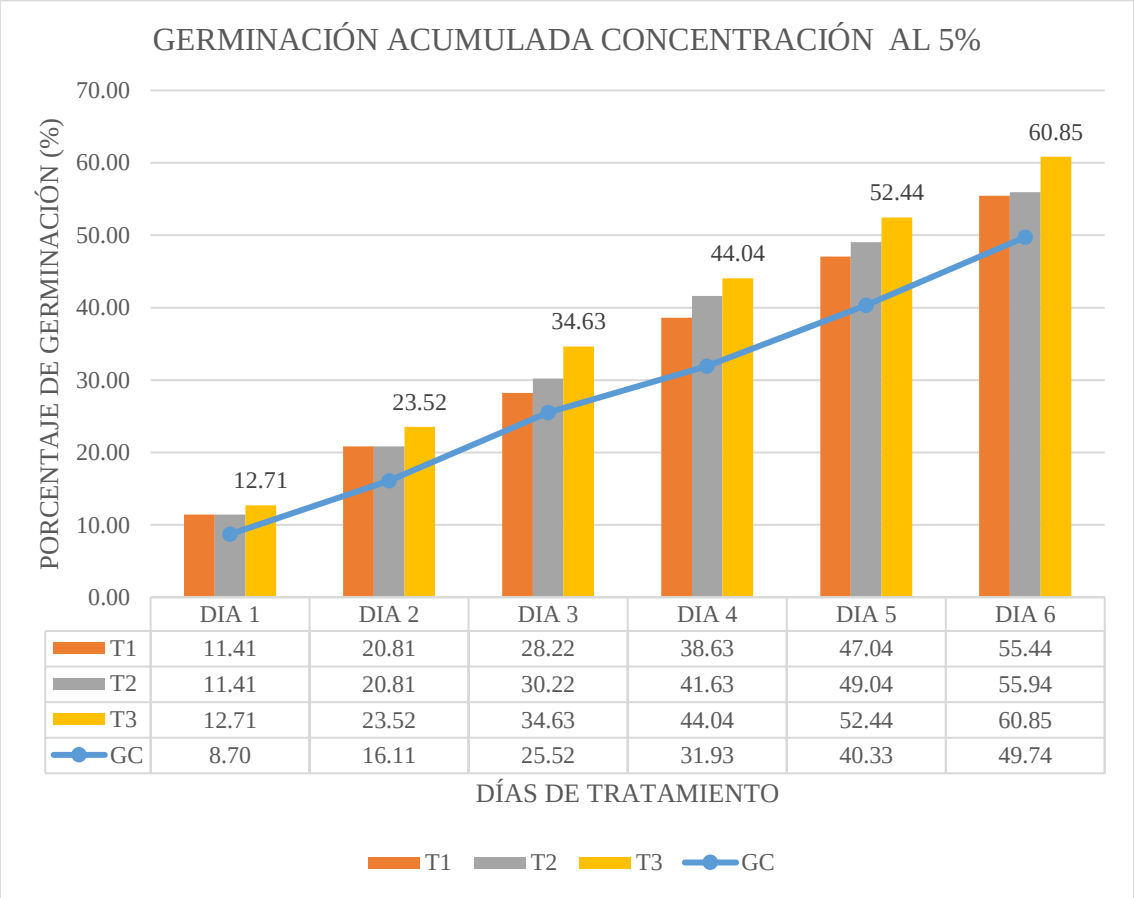
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
T1	8.41	15.81	21.22	30.63	33.04	39.44
T2	5.70	16.41	22.11	33.52	37.22	41.93
T3	8.41	20.81	25.22	34.63	40.04	42.44
GC	8.41	14.81	22.22	29.63	37.04	40.44

A continuación, en la Figura 11, se observa que las semillas presentaron una germinación superior al 50 % en los tratamientos T1, T2 y T3, excepto en el grupo control (GC). La mayor tasa de germinación se registró en el tratamiento T3 (60.85 %), seguido del tratamiento T2 (55.94 %) y el T1 (55.44 %). Finalmente, el grupo control mostró una disminución en la germinación, con un valor de 49.74 %.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 11

Evaluación de la germinación del maíz (Zea mays) al 5%



	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
T1	11.41	20.81	28.22	38.63	47.04	55.44
T2	11.41	20.81	30.22	41.63	49.04	55.94
T3	12.71	23.52	34.63	44.04	52.44	60.85
GC	8.70	16.11	25.52	31.93	40.33	49.74

5.1.2. Evaluación del crecimiento radicular del maíz (Zea mays)

La evaluación de la elongación radicular del maíz (Zea mays) es crucial en esta investigación, ya que permite medir el crecimiento de las raíces bajo la aplicación de diferentes concentraciones de biol (100 %, 10 % y 5 %). A continuación, se presenta en la Tabla 13 los resultados sobre la longitud de las raíces:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 13

Crecimiento radicular de las semillas (Zea mays)

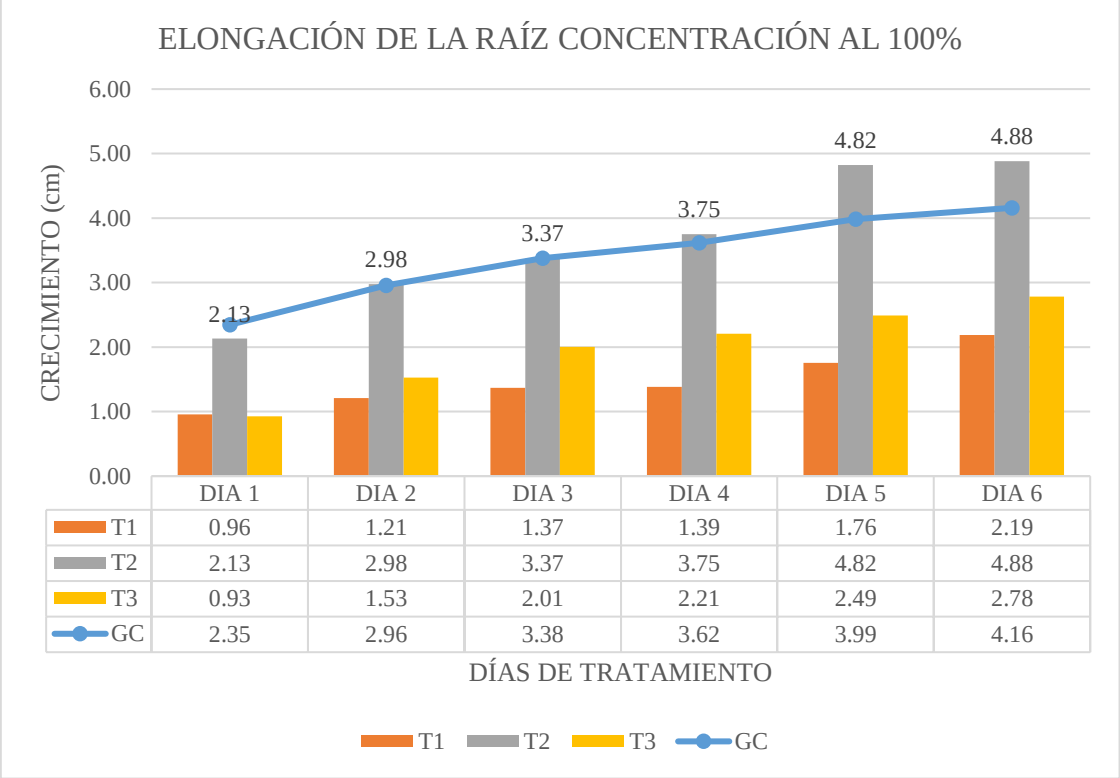
DIAS	DILUCIÓN	GC	T1	T2	T3
DIA 1	100	2.35	0.96	2.13	0.93
DIA 2	100	2.96	1.21	2.98	1.53
DIA 3	100	3.38	1.37	3.37	2.01
DIA 4	100	3.62	1.39	3.75	2.21
DIA 5	100	3.99	1.76	4.82	2.49
DIA 6	100	4.16	2.19	4.88	2.78
DIA 1	10	2.56	2.16	2.33	2.37
DIA 2	10	2.95	2.57	3.05	3.45
DIA 3	10	3.35	2.81	3.61	3.99
DIA 4	10	3.75	3.28	3.94	4.51
DIA 5	10	4.02	3.50	4.81	4.81
DIA 6	10	4.42	4.17	5.20	5.31
DIA 1	5	2.65	2.24	2.38	2.26
DIA 2	5	3.26	2.71	3.48	3.18
DIA 3	5	3.59	2.98	4.20	3.67
DIA 4	5	4.05	3.38	4.74	4.19
DIA 5	5	4.32	3.71	5.27	4.54
DIA 6	5	3.39	4.71	5.71	5.18

En la Figura 12 se muestra el crecimiento radicular de la semilla a una concentración del 100 %, evidenciándose la elongación de la raíz desde el primer día. En particular, el tratamiento T2 presentó el mayor tamaño de raíz con una longitud de 4.88 cm, seguido por el grupo control (GC) con 4.16 cm y el T3 con 2.78 cm, siendo este último el que registró el menor crecimiento radicular al sexto día. En cuanto al tratamiento T1, su longitud radicular alcanzó los 2.19 cm en el mismo período.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 12

Evaluación radicular del maíz (Zea mays) al 100%



	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
T1	0.96	1.21	1.37	1.39	1.76	2.19
T2	2.13	2.98	3.37	3.75	4.82	4.88
T3	0.93	1.53	2.01	2.21	2.49	2.78
GC	2.35	2.96	3.38	3.62	3.99	4.16

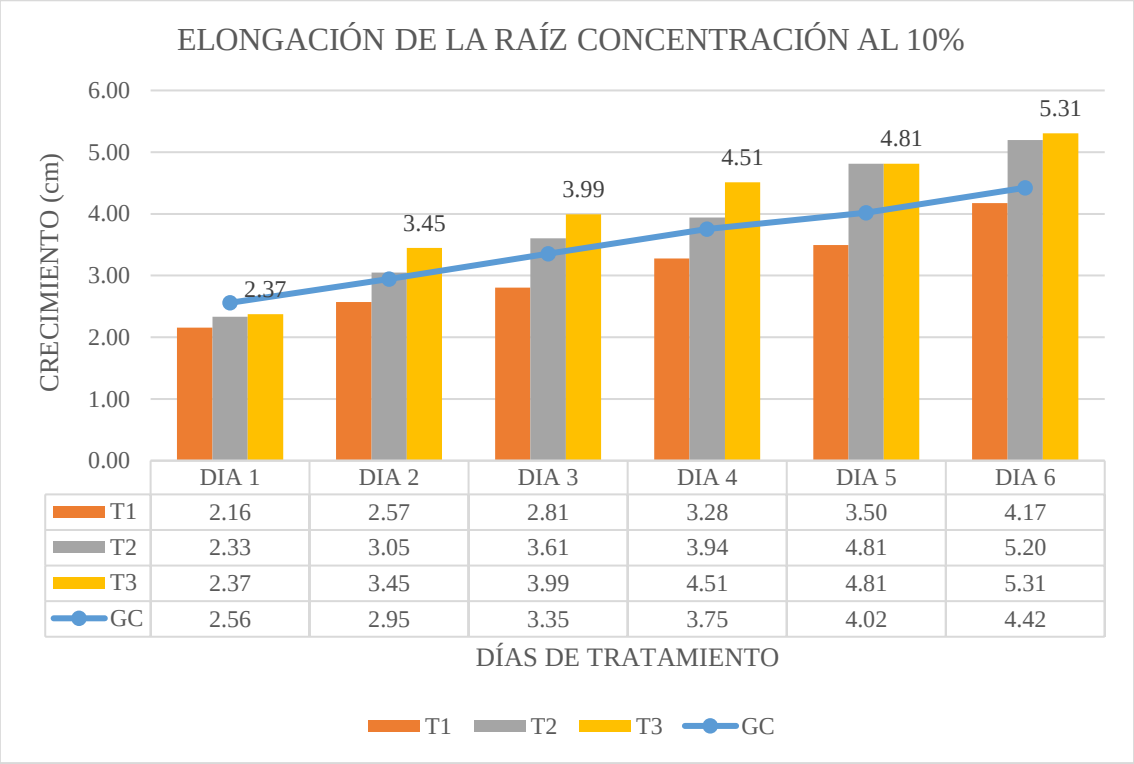
Asimismo, en la Figura 13, se observa que al aplicar una concentración del 10 % de biol en las semillas, se observa un estímulo en la elongación de la raíz en los tratamientos T3 (5.31 cm) y T2 (5.20 cm) en el sexto día de evaluación. En consecuencia, el tratamiento T1, presento un menor crecimiento radicular de 4.17 cm y el grupo control fue de 4.42 cm.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 13

Evaluación radicular del maíz (Zea mays) al 10%



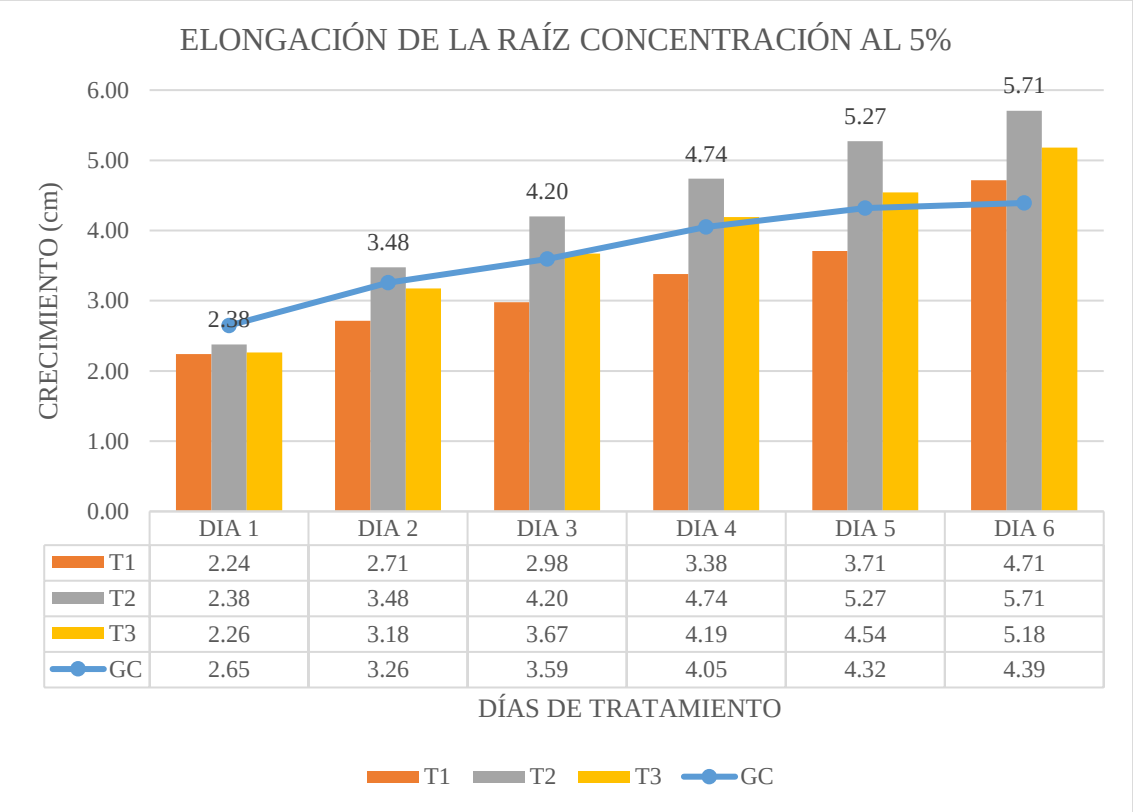
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
T1	2.16	2.57	2.81	3.28	3.50	4.17
T2	2.33	3.05	3.61	3.94	4.81	5.20
T3	2.37	3.45	3.99	4.51	4.81	5.31
GC	2.56	2.95	3.35	3.75	4.02	4.42

En la Figura 14 se presentan los resultados del crecimiento de la raíz a una concentración del 5 % del biol. Se observa que el tratamiento T2 exhibe la mayor elongación de la raíz, con una longitud de 5.71 cm. Asimismo, el tratamiento T3 muestra un crecimiento radicular de 5.18 cm. Mientras que, el tratamiento T1 registra un crecimiento de la raíz de 4.71 cm y el grupo control (4.39 cm).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 14

Evaluación radicular del maíz (Zea mays) al 5%



	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
T1	2.24	2.71	2.98	3.38	3.71	4.71
T2	2.38	3.48	4.20	4.74	5.27	5.71
T3	2.26	3.18	3.67	4.19	4.54	5.18
GC	2.65	3.26	3.59	4.05	4.32	4.39

5.1.3. Velocidad de germinación

La velocidad de germinación indica la rapidez con la que las semillas de una planta comienzan a germinar y desarrollarse. A continuación, se presenta la Tabla 14, que detalla los datos promedio de la velocidad de germinación de una muestra de semillas de maíz *(Zea mays)*:

Tabla 14

Promedio de velocidad de germinación (días)

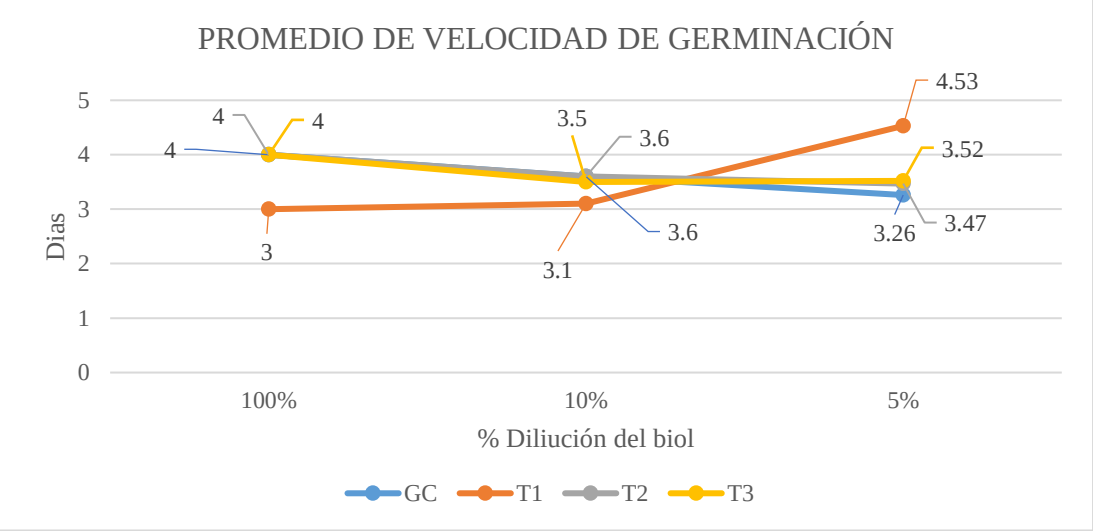
	100%	10%	5%
GC	4.0	3.6	3.26
T1	3.0	3.1	4.53
T2	4.0	3.6	3.47
T3	4.0	3.5	3.52

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En la Figura 15 se muestra que, a una concentración del 100 %, el tratamiento T1 presentó una velocidad de germinación de 3 días, mientras que el grupo control (GC), T2 y T3 tuvieron un promedio de 4 días. A una concentración del 10 %, tanto el GC como el T2 alcanzaron la germinación en un promedio de 3.6 días, el T1 en 3.1 días y el T3 en 3.5 días. Finalmente, al utilizar una concentración del 5 %, el GC tuvo una velocidad de germinación promedio de 3.26 días, el T1 de 4.53 días, el T2 de 3.47 días y el T3 de 3.52 días. En conclusión, se encontró que la concentración del 100 % resultó tener una alta rapidez de germinación**.**

Figura 15

Promedio de velocidad de germinación



A continuación, en las figuras 16, 17 y 18, se presenta el proceso de desarrollo de las raíces de las semillas de maíz *(Zea mays)* desde el primer hasta el sexto día, evaluados bajo concentraciones del 5 %, 10 % y 100 % de biol, respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 16

Proceso de crecimiento del maíz (Zea mays) al 5 %



Figura 17

Proceso de crecimiento del maíz (Zea mays) al 10 %

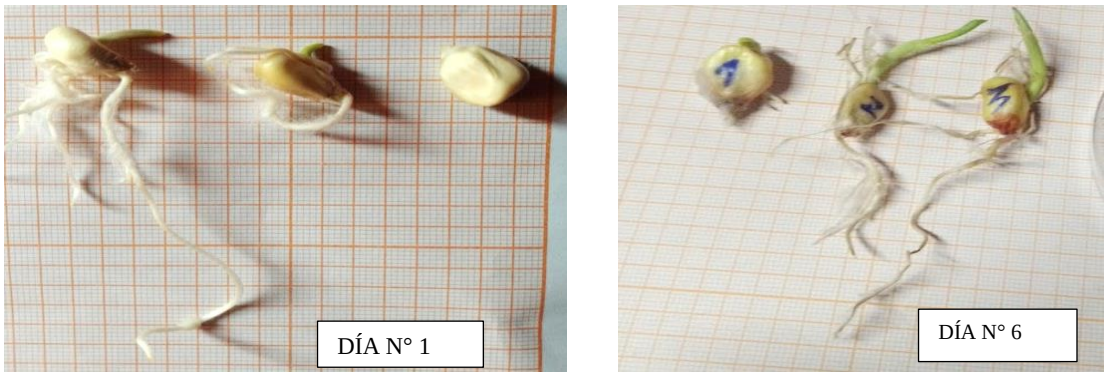
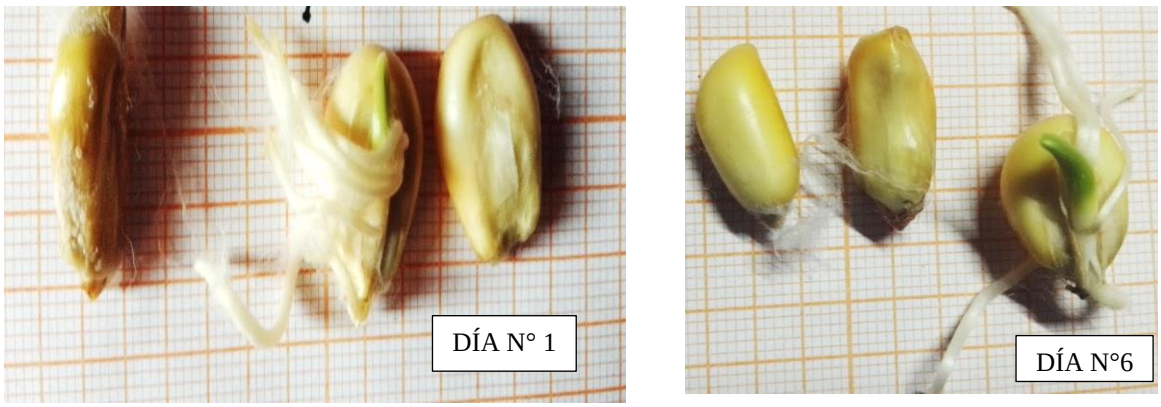


Figura 18

Proceso de crecimiento del maíz (Zea mays) al 100%



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5.2. OE1: Parámetros Fisicoquímicos del Biol

El periodo de monitoreo de los indicadores permite proporcionar información sobre las características fisicoquímicas del efluente liquido (biol), como su pH, relación C/N, materia orgánica, temperatura, conductividad eléctrica, entre otros, que influyen en la aplicación de la agricultura. Por ello, los parámetros fueron evaluados durante quince semanas, desde octubre de 2022 hasta febrero de 2023.

5.2.1. Carbono / Nitrógeno (C/N) y Materia orgánica (MO)

Los valores correspondientes a estas mediciones se presentan en la Tabla 15, mostrando los parámetros evaluados al inicio y al término de la digestión anaeróbica.

Tabla 15

Relación del carbono/nitrógeno y materia orgánica

	RELACIÓN C/N		MATERIA ORGÁNICA	
Tratamientos	Inicial	Final	Inicial	Final
Grupo control	8.76	16.88	13.85	58.20
Tratamiento 1	5.84	5.27	5.43	10.29
Tratamiento 2	6.22	7.76	7.21	18.19
Tratamiento 3	3.37	2.25	2.44	2.25

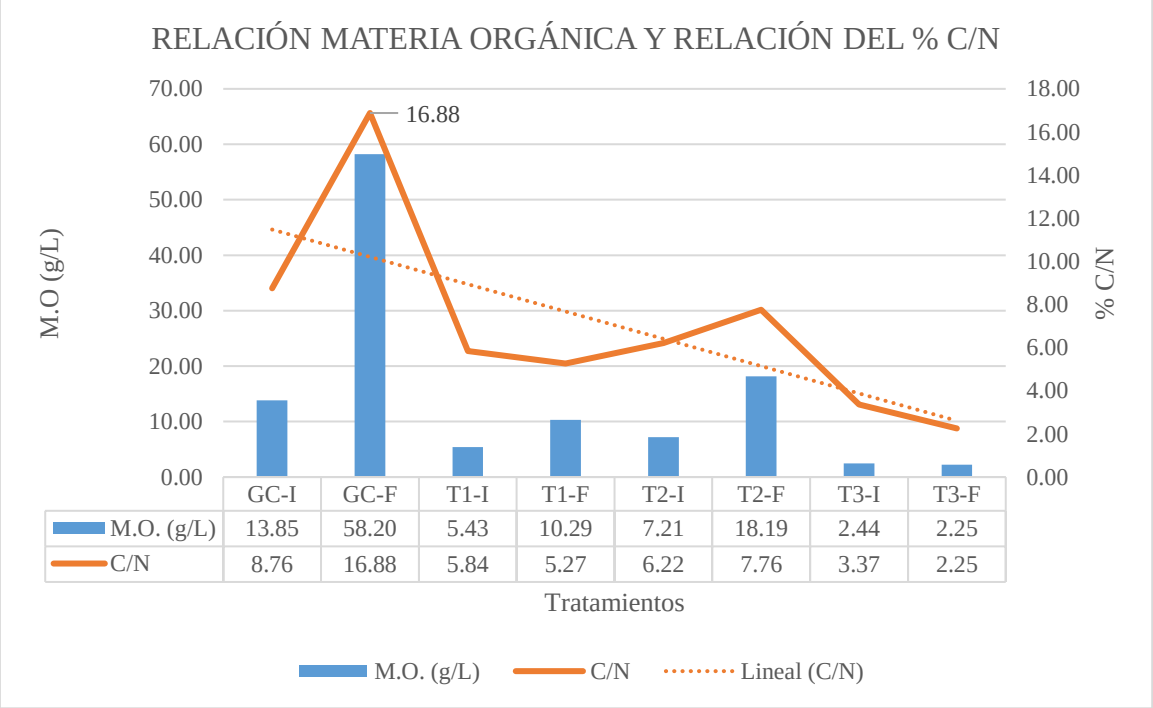
Por otro lado, en la Figura 19 se observa el análisis inicial y final de la materia orgánica (MO) y la relación Carbono/Nitrógeno (C/N). En el análisis final, el grupo control (GC) y los tratamientos T1 y T2 mostraron aumentos en MO de 44.35 g/L, 86 g/L y 10.98 g/L, respectivamente; sin embargo, el tratamiento T3 experimentó una disminución de 0.19 g/L. La relación C/N aumentó en el grupo control y en el tratamiento T2, con valores de 7.79 % y 1.54 % respectivamente, pero disminuyó en los tratamientos T1 y T3, con valores de 0.6 % y 1.12 %. La concentración máxima de C/N (16.88 %) y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

MO (58.20 g/L) se alcanzó en el análisis final del grupo control, mientras que la concentración mínima se registró en el tratamiento T3, con un valor de 2.25 %.

Figura 19

Comparación de los parámetros (C/N y MO) con los tratamientos



5.2.2. Potencial de hidrógeno (pH)

Los valores correspondientes a este monitoreo se encuentran detallados en la Tabla 16, donde se muestra la evolución del pH semanalmente hasta la semana quince.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 16

Mediciones semanales del pH

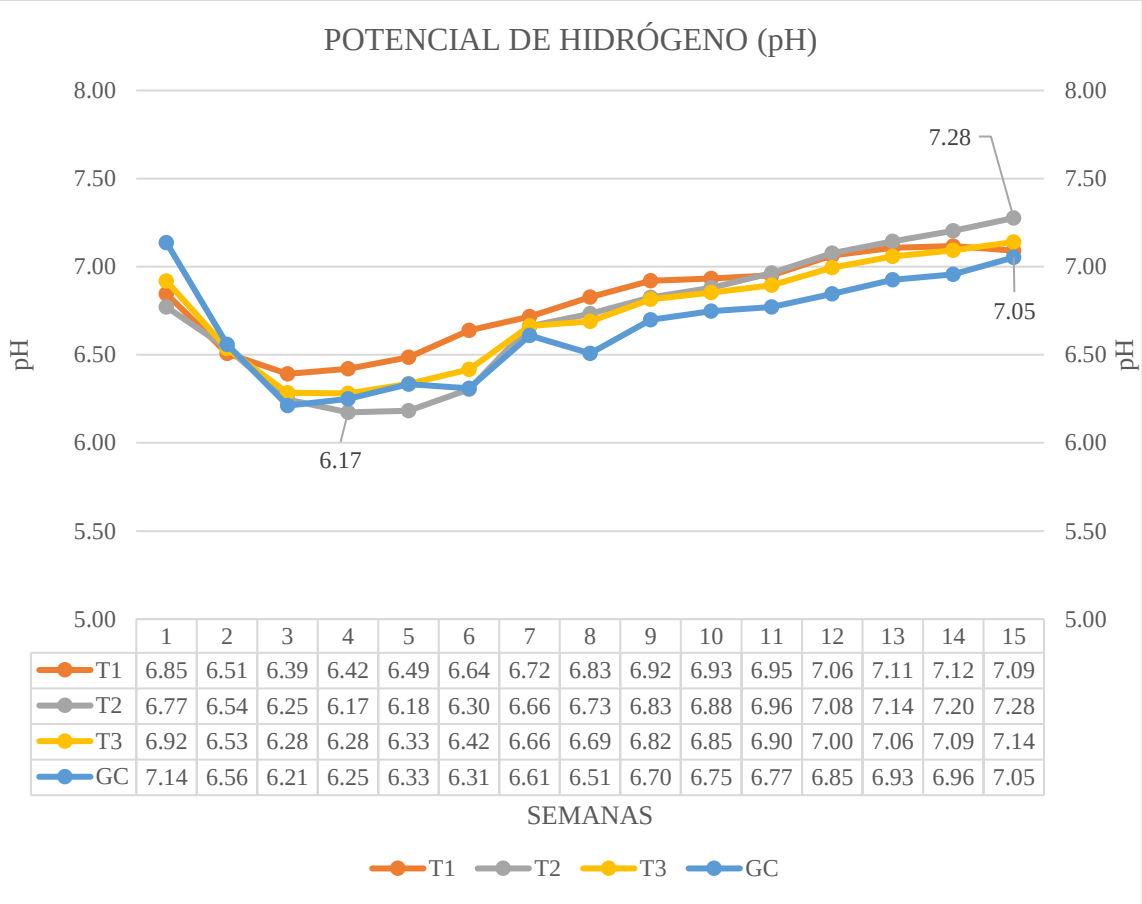
SEMANAS	GC	T1	T2	T3
Semana 1	7.14	6.85	6.77	6.92
Semana 2	6.56	6.51	6.54	6.53
Semana 3	6.21	6.39	6.25	6.28
Semana 4	6.25	6.42	6.17	6.28
Semana 5	6.33	6.49	6.18	6.33
Semana 6	6.31	6.64	6.30	6.42
Semana 7	6.61	6.72	6.66	6.66
Semana 8	6.51	6.83	6.73	6.69
Semana 9	6.70	6.92	6.83	6.82
Semana 10	6.75	6.93	6.88	6.85
Semana 11	6.77	6.95	6.96	6.90
Semana 12	6.85	7.06	7.08	7.00
Semana 13	6.93	7.11	7.14	7.06
Semana 14	6.96	7.12	7.20	7.09
Semana 15	7.05	7.09	7.28	7.14

En la Figura 20, se muestra el comportamiento del pH en cada uno de los tratamientos y en el grupo control (GC) a lo largo de las quince semanas. Se observa que los valores promedio del pH oscilan en un rango de 6.66 a 6.80. Tanto el GC como el tratamiento T1, experimentaron una disminución en las semanas dos y tres, alcanzando un mínimo de 6.39 en la semana tres. Los tratamientos T2 y T3 mostraron una disminución desde la primera semana hasta la quinta, alcanzando el valor más bajo de 6.17 en la semana cuatro para el T2. Los valores máximos de pH fueron de 7.14 para el GC y el T3, mientras que el tratamiento T1 alcanzó un máximo de 7.12 en la semana catorce, y el T2 registró un aumento a 7.28 en la semana quince.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 20

Comportamiento del pH con cada uno de los tratamientos



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	6.85	6.51	6.39	6.42	6.49	6.64	6.72	6.83	6.92	6.93	6.95	7.06	7.11	7.12	7.09
T2	6.77	6.54	6.25	6.17	6.18	6.30	6.66	6.73	6.83	6.88	6.96	7.08	7.14	7.20	7.28
T3	6.92	6.53	6.28	6.28	6.33	6.42	6.66	6.69	6.82	6.85	6.90	7.00	7.06	7.09	7.14
GC	7.14	6.56	6.21	6.25	6.33	6.31	6.61	6.51	6.70	6.75	6.77	6.85	6.93	6.96	7.05

5.2.3. Temperatura (°C)

Durante la digestión anaeróbica, se registraron las temperaturas del efluente líquido tres veces por semana, desde las 09:00 a.m. hasta las 17:00 p.m. Se utilizó como referencia las temperaturas proporcionadas por el SENHAMI y la estación meteorológica cercana al lugar de estudio. Los valores obtenidos están detallados en la Tabla 17:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 17

Mediciones promedio de las temperaturas (°C)

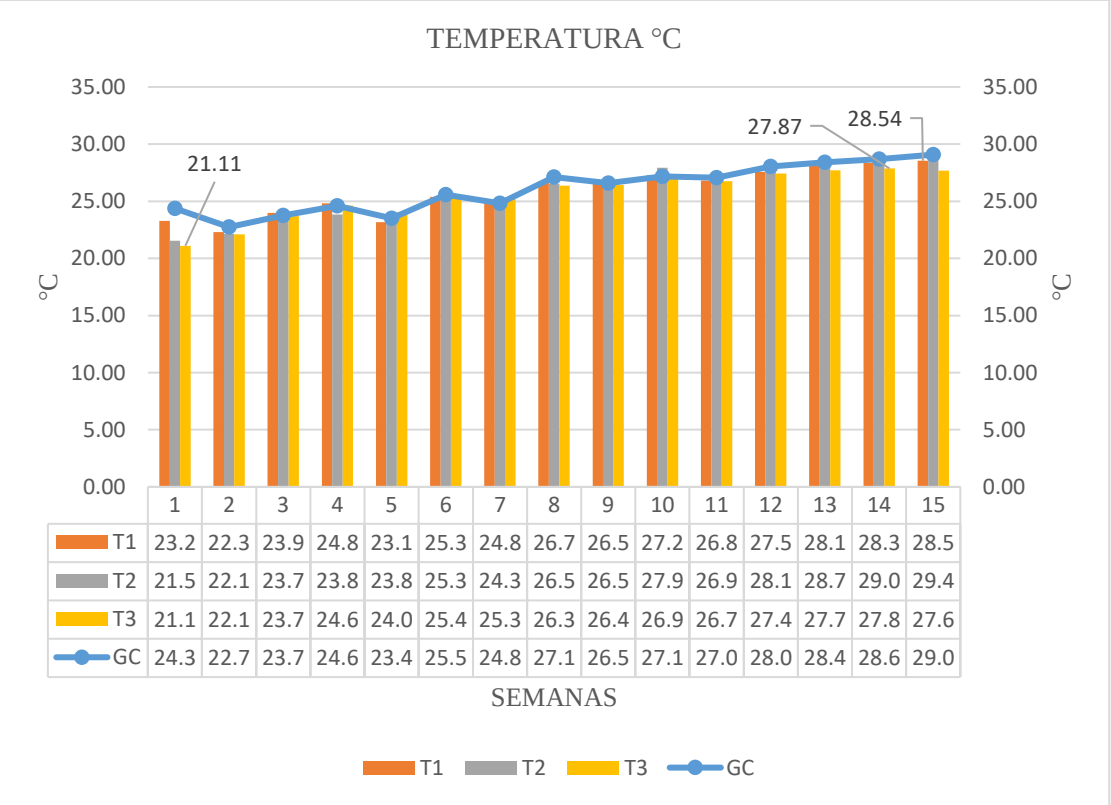
SEMANAS	GC	T1	T2	T3
Semana 1	24.38	23.28	21.54	21.11
Semana 2	22.74	22.30	22.13	22.12
Semana 3	23.75	23.98	23.70	23.70
Semana 4	24.60	24.82	23.83	24.63
Semana 5	23.49	23.18	23.85	24.07
Semana 6	25.58	25.38	25.31	25.40
Semana 7	24.82	24.86	24.38	25.30
Semana 8	27.12	26.77	26.52	26.38
Semana 9	26.59	26.53	26.58	26.41
Semana 10	27.18	27.28	27.92	26.97
Semana 11	27.07	26.82	26.97	26.75
Semana 12	28.04	27.58	28.11	27.42
Semana 13	28.41	28.13	28.79	27.71
Semana 14	28.68	28.35	29.07	27.87
Semana 15	29.08	28.54	29.40	27.68

En la Figura 21, se puede observar el comportamiento de las temperaturas en el interior de los biodigestores que fueron medidos en grados Celsius °C, se muestra que el GC (29.08 °C), T1 (28.54 °C), T2 (29.40 °C) obtuvieron valores máximos en la semana quince, mientras que el tratamiento T3 alcanzo su temperatura máxima en la semana catorce con 27.87 °C. En la segunda semana, tanto el GC como el T1 registraron sus valores mínimos, con 22.74 °C y 22.30 °C respectivamente. Durante la primera semana el tratamiento T2 y T3 descendieron a temperaturas de 21.54 °C y 21.11 °C respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 21

Comportamiento de la temperatura interna de los biodigestores



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	23.2	22.3	23.9	24.8	23.1	25.3	24.8	26.7	26.5	27.2	26.8	27.5	28.1	28.3	28.5
T2	21.5	22.1	23.7	23.8	23.8	25.3	24.3	26.5	26.5	27.9	26.9	28.1	28.7	29.0	29.4
T3	21.1	22.1	23.7	24.6	24.0	25.4	25.3	26.3	26.4	26.9	26.7	27.4	27.7	27.8	27.6
GC	24.3	22.7	23.7	24.6	23.4	25.5	24.8	27.1	26.5	27.1	27.0	28.0	28.4	28.6	29.0

5.2.4. Conductividad eléctrica (CE)

Para las mediciones de este parámetro, se tomó como referencia la Normativa Chilena Nº 2880, que establece un límite máximo de 5 dS/m. Por ende, en la siguiente Tabla 18, se presentan los valores obtenidos durante las quince semanas de evaluación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 18

Mediciones semanales de la conductividad eléctrica (dS/m)

SEMANAS	GC	T1	T2	T3	NCh 2800
Semana 1	3.35	2.64	2.77	2.30	5.00
Semana 2	4.88	4.75	5.07	2.96	5.00
Semana 3	4.81	5.38	4.98	3.58	5.00
Semana 4	4.19	5.07	4.48	2.99	5.00
Semana 5	4.20	4.59	4.25	3.33	5.00
Semana 6	4.21	4.75	4.19	3.33	5.00
Semana 7	4.81	4.31	3.74	3.32	5.00
Semana 8	4.77	4.36	3.84	3.32	5.00
Semana 9	4.73	4.44	3.66	3.27	5.00
Semana 10	4.46	4.45	3.80	3.28	5.00
Semana 11	4.25	4.68	4.54	3.36	5.00
Semana 12	4.12	4.24	4.40	3.33	5.00
Semana 13	4.08	4.27	4.56	3.36	5.00
Semana 14	3.96	4.17	4.81	3.39	5.00
Semana 15	3.80	4.72	5.05	3.57	5.00

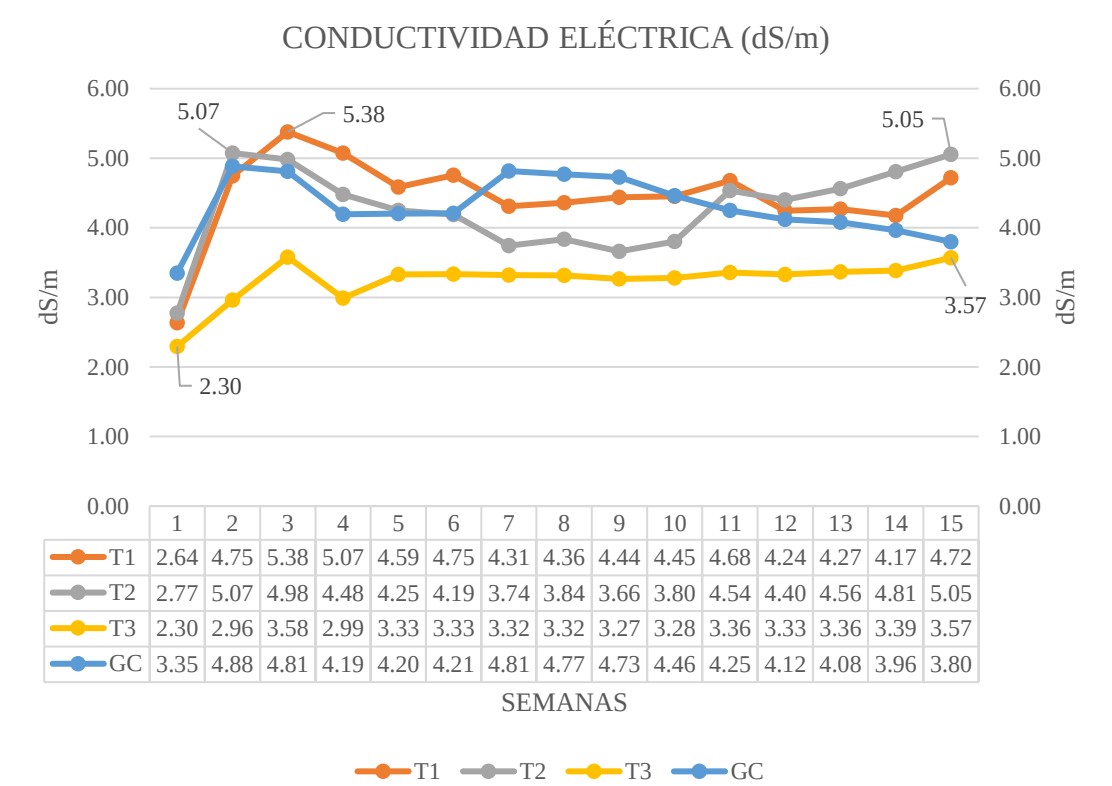
En la Figura 22, se observa los valores de la Conductividad eléctrica de los tratamientos con respecto al grupo control durante las quince semanas, como se puede observar los valores de la CE promedio oscilan en un rango de 3.24 a 4.45 (dS/m) encontrándose dentro del rango referencial según la Normativa Chilena N° 2880, que indica que los valores debes ser menor igual a 5 dS/m. En las primeras semanas el grupo control y los tratamientos T1, T2 y T3 tienen valores mínimos de 3.35 dS/m, 2.64 dS/m, 2.77 dS/m y 2.30 dS/m respectivamente. Pero en el transcurso de las semanas se verifica un aumento de la CE en el GC (4.88 dS/m) y T2 (5.07 dS/m) en la semana dos; en la semana tres el tratamiento T3 obtuvo un valor máximo de 3.58 dS/m y es el T1 y T2 que muestra una conductividad eléctrica bastante alta de 5.38 dS/m y 5.07 dS/m sobrepasando

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

los límites establecidos por la Norma Chilena 2880. Finalmente, en la semana quince, se observa que el tratamiento T2 fue quien tuvo una alta CE de 5.05 dS/m y el tratamiento T3 tuvo una menor CE de 3.57 dS/m.

Figura 22

Comportamiento de la conductividad eléctrica con el grupo de tratamientos



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	2.64	4.75	5.38	5.07	4.59	4.75	4.31	4.36	4.44	4.45	4.68	4.24	4.27	4.17	4.72
T2	2.77	5.07	4.98	4.48	4.25	4.19	3.74	3.84	3.66	3.80	4.54	4.40	4.56	4.81	5.05
T3	2.30	2.96	3.58	2.99	3.33	3.33	3.32	3.32	3.27	3.28	3.36	3.33	3.36	3.39	3.57
GC	3.35	4.88	4.81	4.19	4.20	4.21	4.81	4.77	4.73	4.46	4.25	4.12	4.08	3.96	3.80

5.2.5. Salinidad (SAL)

La concentración de sales disueltas en el sustrato se determinó mediante el análisis de salinidad, los valores correspondientes a este monitoreo se presentan en la Tabla 19:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 19

Mediciones semanales de la salinidad (dS/m)

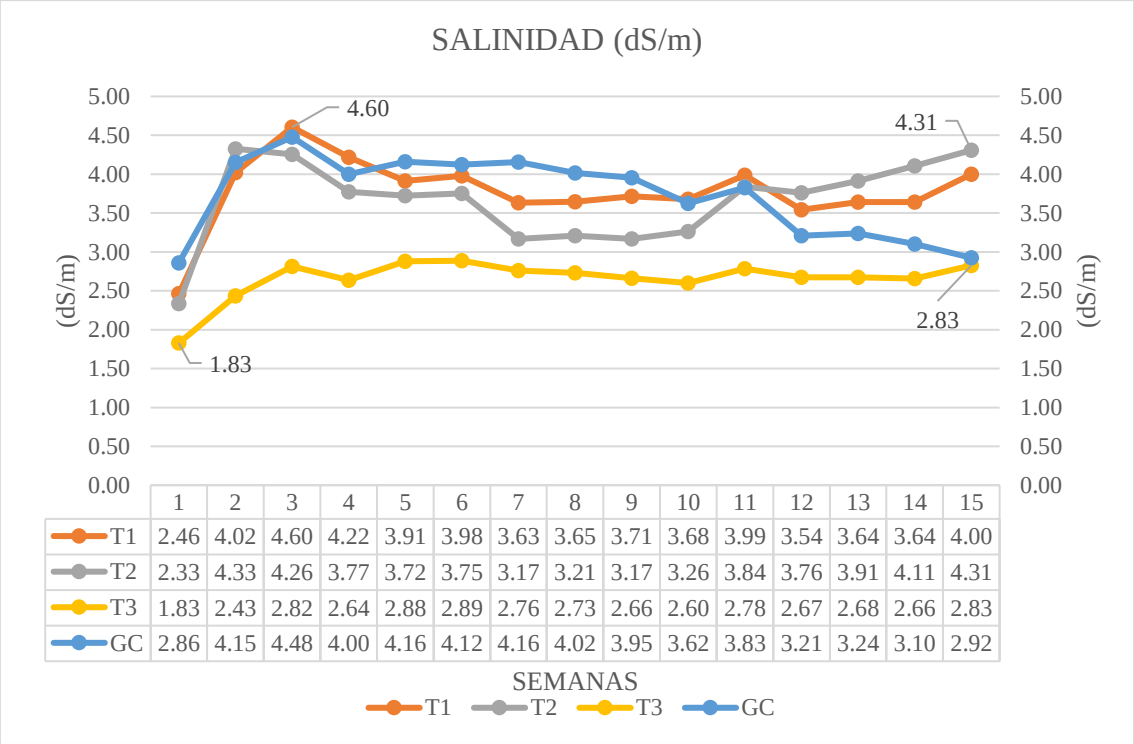
SEMANAS	GC	T1	T2	T3
Semana 1	2.86	2.46	2.33	1.83
Semana 2	4.15	4.02	4.33	2.43
Semana 3	4.48	4.60	4.26	2.82
Semana 4	4.00	4.22	3.77	2.64
Semana 5	4.16	3.91	3.72	2.88
Semana 6	4.12	3.98	3.75	2.89
Semana 7	4.16	3.63	3.17	2.76
Semana 8	4.02	3.65	3.21	2.73
Semana 9	3.95	3.71	3.17	2.66
Semana 10	3.62	3.68	3.26	2.60
Semana 11	3.83	3.99	3.84	2.78
Semana 12	3.21	3.54	3.76	2.67
Semana 13	3.24	3.64	3.91	2.68
Semana 14	3.10	3.64	4.11	2.66
Semana 15	2.92	4.00	4.31	2.83

Por otro lado, en la Figura 23 se observa los valores de Salinidad (dS/m) de los tratamientos con respecto al grupo control durante las quince semanas. Se puede apreciar los valores promedio de salinidad que oscilan un rango de 2.66 a 3.78 (dS/m). En las primeras semanas el GC, T1, T2 y T3 muestran un comportamiento similar con valores mínimos de 2.86 dS/m, 2.46 dS/m, 2.33 dS/m, respectivamente, y el valor más bajo fue registrado en el tratamiento T3 con 1.83 dS/m. El valor máximo de salinidad fue en el tratamiento T1 durante la tercera semana con 4.60 dS/m y el valor mínimo lo obtuvo el T3 (1.83 dS/m) en la primera semana.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 23

Comportamiento de la Salinidad con el grupo de tratamientos



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	2.46	4.02	4.60	4.22	3.91	3.98	3.63	3.65	3.71	3.68	3.99	3.54	3.64	3.64	4.00
T2	2.33	4.33	4.26	3.77	3.72	3.75	3.17	3.21	3.17	3.26	3.84	3.76	3.91	4.11	4.31
T3	1.83	2.43	2.82	2.64	2.88	2.89	2.76	2.73	2.66	2.60	2.78	2.67	2.68	2.66	2.83
GC	2.86	4.15	4.48	4.00	4.16	4.12	4.16	4.02	3.95	3.62	3.83	3.21	3.24	3.10	2.92

5.2.6. Solidos Totales Disueltos (TDS)

La concentración total de sustancias presentes en el sustrato se determinó mediante el monitoreo de los TDS, los valores correspondientes se presentan en la Tabla 20:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 20

Mediciones semanales de los sólidos totales disueltos

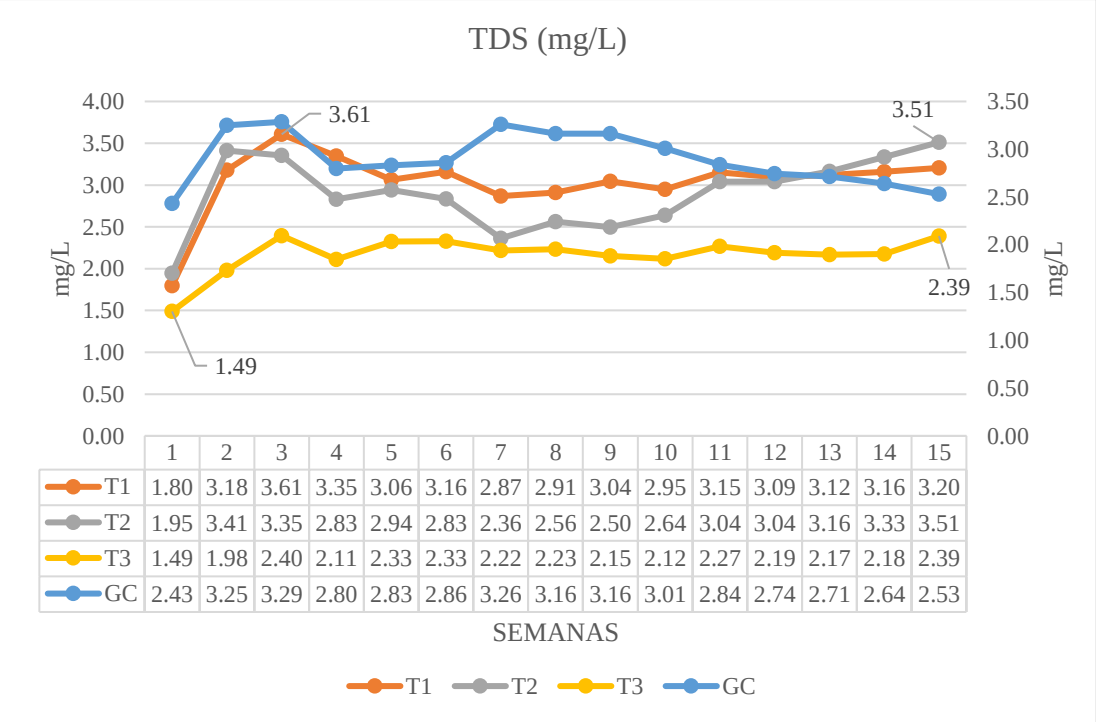
SEMANAS	GC	T1	T2	T3
Semana 1	2.43	1.80	1.95	1.49
Semana 2	3.25	3.18	3.41	1.98
Semana 3	3.29	3.61	3.35	2.40
Semana 4	2.80	3.35	2.83	2.11
Semana 5	2.83	3.06	2.94	2.33
Semana 6	2.86	3.16	2.83	2.33
Semana 7	3.26	2.87	2.36	2.22
Semana 8	3.16	2.91	2.56	2.23
Semana 9	3.16	3.04	2.50	2.15
Semana 10	3.01	2.95	2.64	2.12
Semana 11	2.84	3.15	3.04	2.27
Semana 12	2.74	3.09	3.04	2.19
Semana 13	2.71	3.12	3.16	2.17
Semana 14	2.64	3.16	3.33	2.18
Semana 15	2.53	3.20	3.51	2.39

En la Figura 24 se muestran los valores de Sólidos Totales Disueltos (TDS), de los tratamientos con respecto al grupo control durante las quince semanas, como se puede observar los valores de TDS oscilan en un rango de 2.17 a 2.90 mg/L. En las primeras semanas el GC, T1 y T2 tienen valores mínimos de 2.43, 1.80, 1.95 y el T3 es quien obtuvo una menor concentración de TDS siendo de 1.49 mg/L respectivamente. Pero en el transcurso de las semanas se observa un incremento de los TDS en el GC (3.29 mg/L), T1 (3.61 mg/L) y T3 (2.40 mg/L) durante la semana tres en comparación con el T2 incremento en un 3.51 mg/L en la semana quince.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 24

Comportamiento de los sólidos totales disueltos (TDS)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	1.80	3.18	3.61	3.35	3.06	3.16	2.87	2.91	3.04	2.95	3.15	3.09	3.12	3.16	3.20
T2	1.95	3.41	3.35	2.83	2.94	2.83	2.36	2.56	2.50	2.64	3.04	3.04	3.16	3.33	3.51
T3	1.49	1.98	2.40	2.11	2.33	2.33	2.22	2.23	2.15	2.12	2.27	2.19	2.17	2.18	2.39
GC	2.43	3.25	3.29	2.80	2.83	2.86	3.26	3.16	3.16	3.01	2.84	2.74	2.71	2.64	2.53

5.3. OE 2: Análisis de la relación del Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK)

Los macronutrientes más relevantes son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), para obtener los resultados, se analizaron y compararon los niveles de estos nutrientes entre el grupo control y cada uno de los tratamientos. Los valores correspondientes a este análisis se presentan en la Tabla 21:

Tabla 21

Parámetros iniciales y finales del NPK

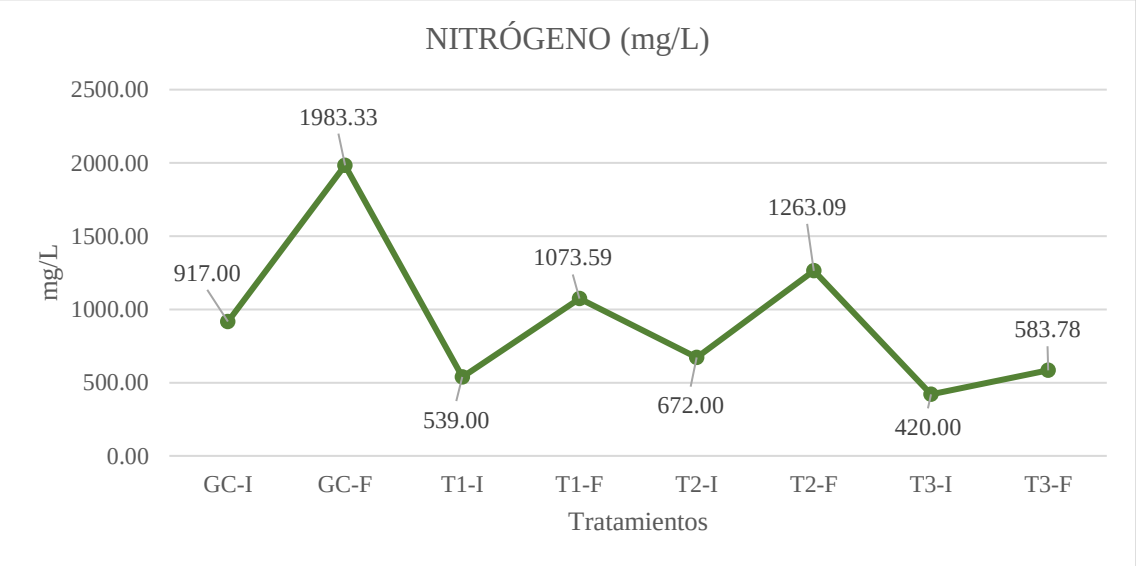
Tratamientos		GC	T1	T2	T3
Nitrógeno(mg/L)	Inicial	917.00	539.00	672.00	420.00
	Final	1983.33	1073.59	1263.09	583.78
Fósforo(mg/L)	Inicial	441.67	176.17	263.06	113.41
	Final	726.22	376.61	394.15	56.18
Potasio(mg/L)	Inicial	917.50	180.00	350.00	104.25
	Final	637.50	508.75	433.75	99.92

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En la Figura 25, se muestran los resultados del macronutriente nitrógeno, donde se puede observar un incremento en las concentraciones con respecto al valor inicial. El grupo control experimentó un aumento significativo de 917.00 mg/L a 1983.33 mg/L, seguido por el tratamiento T2, cuya concentración pasó de 672.00 mg/L a 1263.09 mg/L. Posteriormente, el tratamiento T1 mostró un aumento de 539.00 mg/L a 1073.509 mg/L, mientras que el tratamiento tres registró el menor aumento en comparación con los otros tratamientos, pasando de 420.00 mg/L a 583.78 mg/L.

Figura 25

Relación del macronutriente del nitrógeno



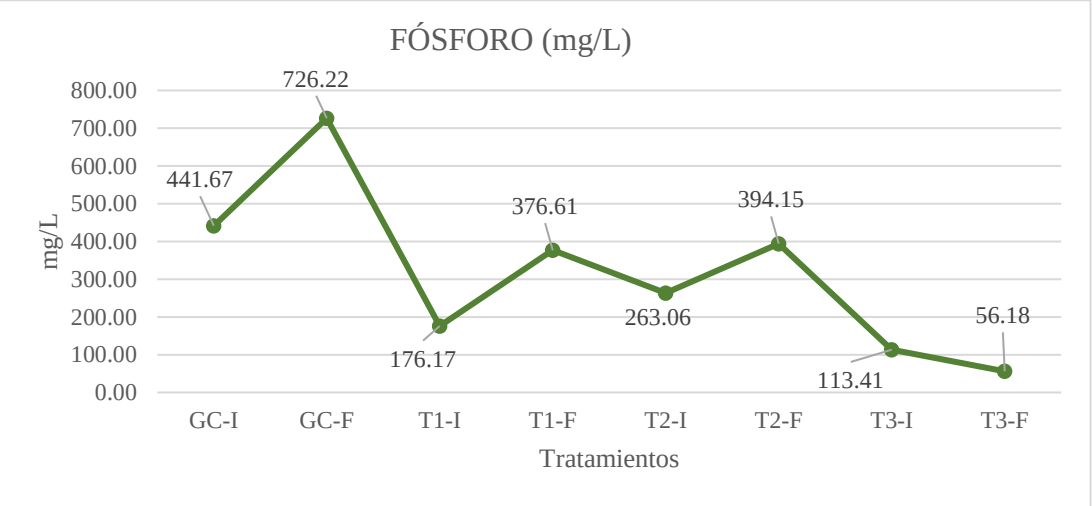
En la Figura 26, se observa los resultados del macronutriente fósforo, donde se observa un incremento en las concentraciones finales del GC y los tratamientos T1 y T2, obteniendo valores de 726.22 mg/L, 376.61 mg/L y 394.15 mg/L. Por el contrario, el tratamiento T3, registró el menor incremento en sus concentraciones en comparación con los otros grupos, pasando de 113.41 mg/L a 56.18 mg/L.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 26

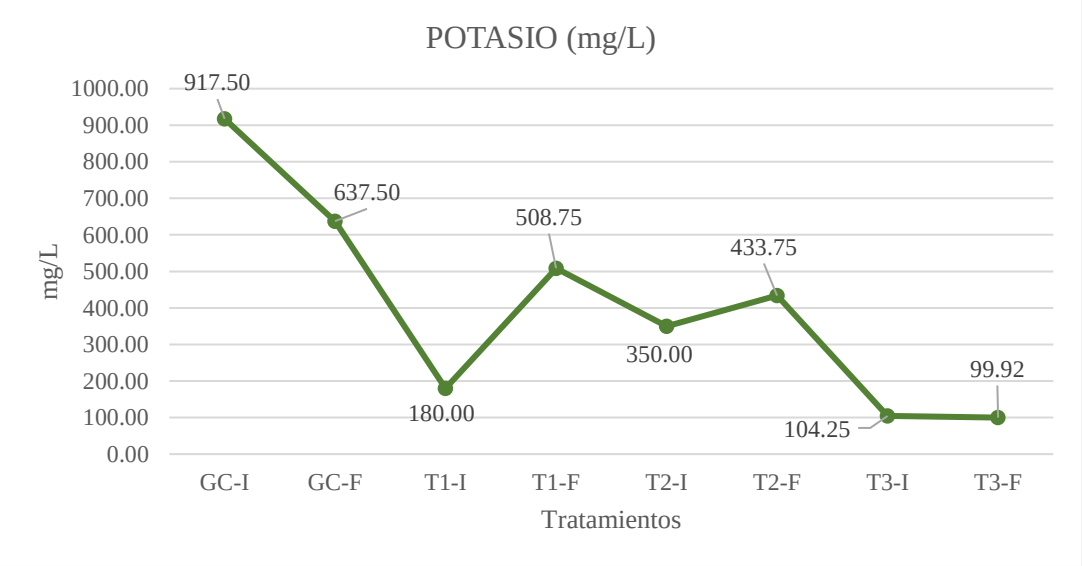
Relación del macronutriente del fósforo



A continuación, en la Figura 27, se aprecia un incremento en las concentraciones finales para los tratamientos T1 y T2 obteniendo resultados de 508.75 mg/L y 433.75 mg/L, respectivamente. En cambio, grupo control tuvo una disminución de 637.50 mg/L y el tratamiento T3 tres mostró un decaimiento en las concentraciones, pasando de 104.25 mg/L a 99.92 mg/L.

Figura 27

Relación del macronutriente Potasio



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

5.4. OE 3: Evaluación de los parámetros Microbiológicos del biol

5.4.1. Coliformes totales, coliformes fecales y E. coli

En la Tabla 22 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos tanto en el grupo control como en los grupos de tratamientos, donde se llevó a cabo la enumeración de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli* (EC), con el fin de evaluar la inocuidad del biol. En las mediciones iniciales del GC, los tratamientos T2 y T3, tuvieron una uniformidad en los parámetros de CT, los cuales se encuentran por encima de $>11x10^{2,}$ estableciéndose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua. En cuanto a CF, ninguno de los grupos control y tratamientos cumple con la Normativa Chilena N°2880, y solamente el tratamiento (T1) cumple con el ECA inicial en el parámetro de *E. coli.* Después de transcurrir las quince semanas, se realizó un análisis final que evidenció la ausencia de los parámetros de CT, CF y EC, lo cual no superaron los estándares establecidos por la Normativa Chilena N° 2880 y los ECA para el agua.

Tabla 22

Análisis de los parámetros microbiológico inicial y final

Parámetros	Coliformes totales (NMP/ml)	Coliformes fecales (NMP/ml)	E. coli. (NMP/ml)
GC-I	$>11x10^2$	$>11x10^2$	$>11x10^2$
GC-F	9.00	4.00	< 3
T1-I	$>11x10^2$	$>11x10^2$	210.00
T1-F	210.00	< 3	< 3
T2-I	$>11x10^2$	$>11x10^2$	$>11x10^2$
T2-F	9.00	9.00	< 3
T3-I	$>11x10^2$	$>11x10^2$	$>11x10^2$
T3-F	43.00	4.00	< 3
ECA AGUA (Categoría 3)	2000	---------	1000
NCh2880	------	<1000	--------

*<3 ausente

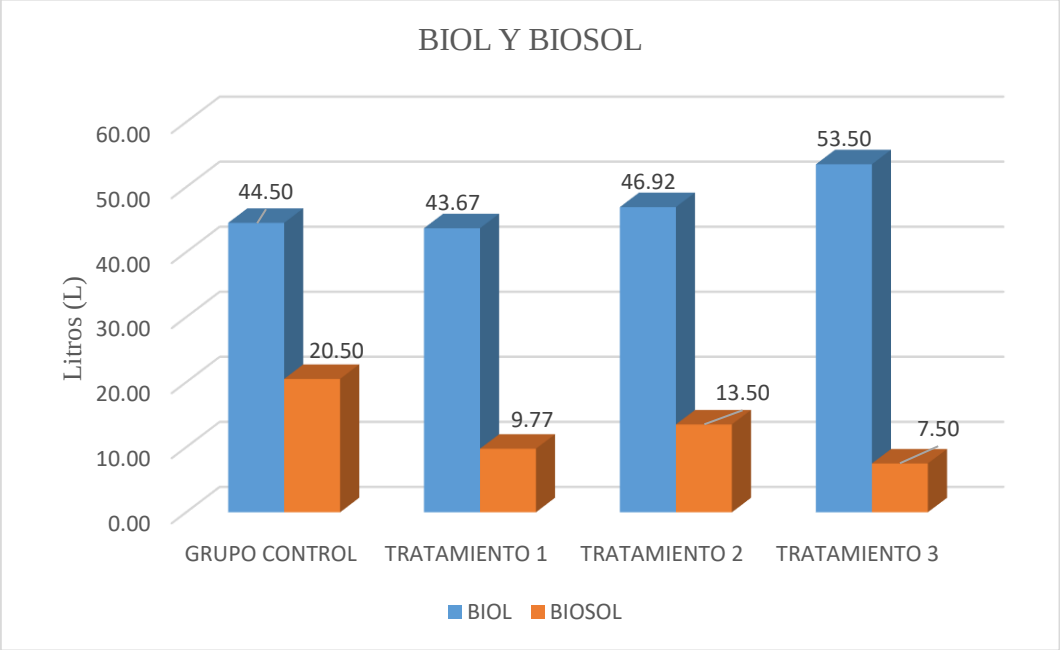
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

5.5. Obtención del Biol y Biosol

En la Figura 28, se presenta la cantidad de abonos líquidos y sólidos obtenidos tras la digestión anaeróbica. El tratamiento T3 generó la mayor cantidad de biol, alcanzando un volumen de 53.50 L, seguido por el tratamiento T2 con 46.92 L, el grupo control fue de 44.50 L y el tratamiento T1 con 43.67 L. En cuanto al biosol, el grupo control registró el mayor volumen con 20.50 L, seguido por el tratamiento T2 con 13.50 L, el tratamiento T1 con 9.77 L y finalmente el tratamiento T3 obtuvo 7.50 L.

Figura 28

Cantidad total de los abonos orgánicos



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

5.6. Análisis estadístico

El análisis de datos es un componente esencial de la investigación, ya que facilita la extracción de conclusiones significativas a partir de la información recolectada. En este sentido, se empleó el programa IBM SPSS Statistics para evaluar tanto las hipótesis generales como las específicas especificas del estudio.

5.6.1. Hipótesis general

Ho: El biol obtenido de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera no es de mejor calidad que el biol de origen vacuno aplicando los ensayos de germinación.

Ha: El biol obtenido de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera es de mejor calidad que el biol de origen vacuno aplicando los ensayos de germinación.

5.6.1.1. Porcentaje de germinación (PG) y crecimiento radicular (CR)

En este análisis, se consideró al primer grupo a los bioles obtenidos de los residuos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera, mientras que el segundo grupo fue el biol de origen vacuno siendo el grupo control.

Para comprobar el comportamiento de los datos se utilizó la prueba estadística de normalidad de Shapiro – Wilk, que está expuesta en la Tabla 23, el cual se observa que el nivel de significancia para el crecimiento radicular es mayor en todos los grupos (GC, T1, T2 y T3), en ello podríamos afirmar que negamos la hipótesis alterna y aceptamos la hipótesis nula, indicando que el crecimiento radicular (CR) tiene una distribución normal, mientras tanto, el porcentaje de germinación (PG) indica que no tienen una distribución

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

normal. En el caso del PG se usará el estadístico prueba no paramétrica de Kruskall Wallis y en el CR se usará ANOVA de un factor.

Tabla 23

Prueba de normalidad Shapiro – Wilk

	Tipo de Tratamiento	Estadístico	Gl	P
Porcentaje de germinación	GC	0.688	18	0.000
	T1	0.642	18	0.000
	T2	0.253	18	0.000
	T3	0.786	18	0.001
Crecimiento radicular	GC	0.964	18	0.681
	T1	0.949	18	0.407
	T2	0.975	18	0.890
	T3	0.987	18	0.993

5.6.1.2. Aplicación de Kruskall Wallis en el porcentaje de germinación

Para la dimensión PG, se tienen las siguientes pruebas: Hipótesis nula (Ho: Los datos tienen homogeneidad y no hay diferencia significativa entre los grupos y los tratamientos compuesto de biol vacuno y de lodos pesqueros) y la Hipótesis alterna (Ha: Los datos tienen homogeneidad y existe diferencias en los grupos y los compuestos del biol vacuno y de lodos pesqueros).

En consecuencia, en la Tabla 24, se evidencia que el nivel de significancia es menor a 0.05 aplicando la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis. Esto lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, lo que indica que no se desestima la hipótesis del tratamiento (T2). Podríamos resumir según lo indicando que si existe diferencia entre el grupo control (biol vacuno) y los diferentes tratamientos de bioles de composición vacuna y de lodos residuales pesqueros

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 24

Resumen de la prueba de hipótesis

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
El porcentaje de germinación presenta la misma distribución entre las distintas categorías de tratamiento.	Kruskall Wallis para muestras independientes	0.001	Rechazar la hipótesis nula

5.2.1.4. Aplicación de ANOVA para el crecimiento radicular (CR)

Para la dimensión del CR, se tienen las siguientes pruebas: Hipótesis nula (Ho: Los datos tienen homogeneidad y no hay diferencia entre los GC y Tratamientos) y la Hipótesis alterna (Ha: Los datos no tienen homogeneidad y hay diferencia entre los GC y Tratamientos).la estadística

En consecuencia, la Tabla 25 muestra los valores obtenidos de la prueba estadística de ANOVA para el crecimiento radicular (CR), lo cual señala la presencia de diferencias significativas entre los grupos, respaldado por un valor p (0.025). La suma de cuadrados y la estadística F indican la magnitud de estas diferencias.

Tabla 25

Prueba estadística ANOVA para el crecimiento radicular

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11.658	3	3.886	3.330	0.025
Dentro de grupos	79.339	68	1.167		
Total	90.996	71			

Estos hallazgos iniciales motivaron la realización de pruebas POST HOC DE TUKEY para identificar qué grupos específicos y tratamientos presentan diferencias entre sí (ver Tabla 26).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 26

Comparaciones múltiples mediante la prueba de POST HOC de TUKEY

Tipo de tratamiento	Comparaciones con los tratamientos	Sig.
Grupo control	T1	0.174
	T2	0.754
	T3	1.000
Tratamiento 1	GC	0.174
	T2	0.016
	T3	0.162
Tratamiento 2	GC	0.754
	T1	0.016
	T3	0.774
Tratamiento 3	GC	1.000
	T1	0.162
	T2	0.774

En resumen, la prueba post hoc de Tukey revela diferencias significativas en el crecimiento radicular entre el Tratamiento (T1) y el Tratamiento (T2), mientras que no se observan diferencias en los otros pares de tratamientos. Esto complementa la conclusión del ANOVA inicial, subrayando las diferencias específicas entre los grupos.

Hipótesis específica 1 (HE_1)

Para la HE_1, se tienen las siguientes pruebas: Hipótesis nula (Ho: No hay diferencia significativa en los parámetros físicos y químicos entre los diferentes tratamientos del biol y lodos pesqueros) e Hipótesis alterna (Ha: Existe una diferencia significativa en los parámetros físicos y químicos entre los diferentes tratamientos del biol y lodos pesqueros).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Como se muestra en la Tabla 27, se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro wilk para conductividad eléctrica (CE), pH, salinidad y TDS. Los resultados sugieren que la variable pH parece seguir una distribución normal en todos los grupos y no existe una evidencia significativa. Sin embargo, las variables de CE, salinidad y TDS, podrían no seguir una distribución normal en algunos grupos. Es fundamental tener en cuenta esta falta de normalidad al describir los resultados de los posteriores análisis, ya que algunas pruebas estadísticas requieren que los datos sigan una normalidad. Por lo tanto, en esta prueba estadística se considerará pruebas no paramétricas.

Tabla 27

Prueba de normalidad Shapiro - Wilk

Parámetros	Tipo de tratamiento	Estadístico	*Gl*	Sig.
pH	GC	0.956	15	0.623
	T1	0.911	15	0.140
	T2	0.934	15	0.317
	T3	0.920	15	0.189
Conductividad Eléctrica	GC	0.926	15	0.240
	T1	0.807	15	0.004
	T2	0.934	15	0.312
	T3	0.732	15	0.001
Salinidad	GC	0.897	15	0.086
	T1	0.841	15	0.013
	T2	0.908	15	0.125
	T3	0.707	15	0.000
Sólidos Totales	GC	0.940	15	0.382
	T1	0.722	15	0.000
	T2	0.963	15	0.749
	T3	0.773	15	0.002

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Una vez realizada la prueba de normalidad para los parámetros mencionados, se usó la prueba estadística Anova para el pH. Los resultados en la Tabla 28 evidencian que el valor p (Sig.) es 0.680, siendo superior al nivel de significancia comúnmente utilizado de 0.05. Como el valor p es mayor que 0.05, no hay diferencias significativas en las medias del pH entre los grupos, es decir, la variabilidad entre los grupos es similar.

Tabla 28

Prueba estadística Anova para el parámetro de pH

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.147	3	0.049	0.506	0.680
Dentro de grupos	5.420	56	0.097		
Total	5.567	59			

Para determinar si existen diferencias en el parámetro del pH entre el grupo de control y los tratamientos, se aplicó la prueba estadística de Tukey para múltiples comparaciones. En la Tabla 29, se observa las comparaciones entre los tratamientos, indicando que no hay diferencias significativas, puesto que, los valores de p son mayores que 0.05. En resumen, la prueba de Tukey indica que no existen diferencias entre las medias del pH en los distintos tratamientos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 29

Prueba estadística Tukey para comparaciones múltiples del pH

Tipo de tratamiento	Comparaciones	Sig.
Grupo control	T1	0.609
	T2	0.928
	T3	0.928
Tratamiento 1	GC	0.609
	T2	0.925
	T3	0.925
Tratamiento 2	GC	0.928
	T1	0.925
	T3	1.000
Tratamiento 3	GC	0.928
	T1	0.925
	T2	1.000

Para la conductividad eléctrica, salinidad y solidos totales, se realizó el análisis de datos para observar el grado de significancia. Los datos en la Tabla 30 indican que el valor de p es menor de 0.05 ($p<0.05$), por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se evidencia el grado de significancia entre los parámetros.

Tabla 30

Resumen de la prueba estadística de hipótesis de los parámetros (CE, SAL y TDS)

Parámetros	Sig.	Decisión
Conductividad eléctrica	0.000	Rechazar la hipótesis nula
Salinidad	0.000	Rechazar la hipótesis nula
Sólidos Totales	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Para corroborar si existen variaciones entre el grupo control y tratamientos se utilizó la prueba no paramétrica de *Kruskall – Wallis.* Según la Tabla 31, estos resultados sugieren que no hay suficiente evidencia para concluir que existen diferencias significativas en la CE, SAL y TDS, solo para el TDS el valor p es marginalmente

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

significativo. Mientras que, en el grupo control y el tratamiento (T2), las pruebas de Mann-Whitney y Wilcoxon indican que no hay medidas para demostrar las diferencias significativas entre los dos grupos y los parámetros. Por otro lado, entre el grupo control y el tratamiento (T3) se observan diferencias significativas en relación con los parámetros; estas diferencias son estadísticamente relevantes, y el valor de p es extremadamente bajo, lo que sugiere una fuerte evidencia en contra de la hipótesis nula.

Tabla 31

Prueba estadística Kruskall – Wallis de los parámetros (SALINIDAD, CE y TDS)

Comparaciones	Parámetros	U - Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig.(P)	Significación exacta
Grupo control y Tratamiento 1	CE	85.000	205.000	-1.141	0.254	0.267
	SAL	112.000	232.000	-0.21	0.983	1.000
	TDS	72.000	192.000	-1.682	0.093	0.098
Grupo control Y Tratamiento 2	CE	110.500	230.500	-0.083	0.934	0.935
	SAL	104.500	224.500	-0.332	0.740	0.744
	TDS	106.500	226.500	-0.249	0.803	0.806
Grupo control Y Tratamiento 3	CE	5.000	125.000	-4.459	0.000	0.000
	SAL	2.000	122.000	-4.585	0.000	0.000
	TDS	0.000	120.000	-4.667	0.000	0.000

5.6.2. Hipótesis específica 2 (HE_2)

Para la **HE_2**, se tienen las siguientes pruebas: Hipótesis nula (Ho: No existe una diferencia significativa entre el NPK y las diferentes concentraciones del estiércol vacuno y lodos pesqueros en los tratamientos iniciales y finales) y la hipótesis alterna (Ha: Existe una diferencia significativa entre el NPK y las diferentes concentraciones del estiércol vacuno y lodos pesqueros en los tratamientos iniciales y finales).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Como se muestra en la Tabla 32, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, para los parámetros de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Se observa que el nivel de significancia es mayor en todos las concentraciones iniciales y finales, en ello podríamos afirmar que negamos la hipótesis alterna y se acepta la nula, indicando que los datos siguen una normalidad.

Tabla 32

Prueba de normalidad Shapiro – Wilk

Parámetros	Estadístico	Gl	Sig.
Nitrógeno (mg/L)	0.883	8	0.199
Fósforo (mg/L)	0.945	8	0.657
Potasio (mg/L)	0.931	8	0.527

5.2.3.1. Aplicación de la prueba estadística en la HE_2

Se realizó un análisis de datos de muestras emparejadas para las variables de nitrógeno, fosforo y potasio (NPK). Los resultados en la Tabla 33 indican, que hay variaciones entre las medias, según los valores de significancia proporcionados. Esto sugiere que el tratamiento ha tenido un impacto estadísticamente significativo en las concentraciones de estos nutrientes en el proceso de elaboración de biol.

Tabla 33

Prueba estadística T-Student para muestras emparejadas

Parámetros	T	Gl	Sig.
Nitrógeno (mg/L)	5.138	7	0.001
Fósforo (mg/L)	4.179	7	0.004
Potasio (mg/L)	4.015	7	0.005

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. DISCUSIÓN

6.1. **OG:** Evaluar la calidad del biol mediante los ensayos de germinación en semillas de maíz *(Zea mays)*

La calidad del biol se evaluó mediante ensayos de germinación, abarcando el monitoreo del porcentaje de germinación (PG) y crecimiento radicular (CR) en semillas de maíz (*Zea mays*). Los resultados tras la aplicación de biol a concentraciones del 100%, 10 % y 5 % mostraron que, a una dilución del 5 %, los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron los mayores incrementos en el PG. El tratamiento T3 obtuvo el mejor resultado, con un valor del 60.85 % en el PG, mientras que el tratamiento T2 mostró el mayor CR con 5.71 cm, ambos superiores al grupo control. En comparación, estos resultados con el estudio de Geetha y Themdral (2019), donde se utilizó una dilución del biol del 1.25 % en semillas de frijol, se obtuvo un 66.67 % en el porcentaje de germinación y un crecimiento radicular de 6.27 cm, utilizando biol proveniente de la combinación de residuos de pescado y azúcar.

Además, en otro estudio con semillas de arroz aplicando una dilución del 2.5 % del biol, se demostró un aumento en el PG de 88.18 % y una longitud radicular de 20.74 cm después de 15 días de evaluación (Kusuma et al., 2021). Asimismo, Flórez (2017) reportó una mejor respuesta en el PG en las semillas de lechuga a una dilución del biol del 0.1 %, obteniendo un PG del 100 % y un CR de 2.27 cm, utilizando residuos de trucha (*Oncorhynchus mykiss).* Estos valores son superiores a los obtenidos en nuestra investigación, lo cual puede deberse al efecto positivo de los residuos pesqueros en el crecimiento de las semillas y al hecho de que una mayor dilución del biol tiende a favorecer el desarrollo del cultivo (Aldana, 2023; Juscamaita, 2015).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

A diferencia, las diluciones del 10 % de los tratamientos T2 y T3 presentaron valores del 41.93 % y 42.44 % con referencia al PG, y un CR de 5.20 cm y 5.31 cm respectivamente, excepto en el T1 donde disminuyó un 39.44 % en el PG y 4.17 cm en el CR, respecto al grupo control. Dichos porcentajes se encuentran por debajo del rango reportado por Díaz (2021), que indica que la semilla de maíz alcanzó un PG de 96.67 % y un CR de 12.26 cm, por lo que se considera que esta variación puede deberse al tipo de sustrato utilizado. Sin embargo, a una dilución del 100 % se observa el menor número de germinación y crecimiento radicular en los tratamientos (T1, T2 y T3) respecto al grupo control. De manera similar, Zanabria (2019), analizó semillas de lechuga durante cinco días a diferentes diluciones (0.1 %, 0.01 % y 0.001 %), encontró que al 100 % de aplicación del biol, no hubo germinación en las semillas e incluso presentaron manchas verdes y una alta conductividad eléctrica; lo que coincide con Juscamaita (2015), donde no obtuvo germinación de las semillas debido a su alta conductividad eléctrica y al bajo pH. Según Geetha y Themdral (2019), indicaron que el efecto negativo germinativo se atribuye a la existencia de los ácidos grasos y al amonio presente en el biol como resultado del proceso fermentativo.

No obstante, Benavente et al. (2019) menciona que, esta inhibición también puede deberse a las altas concentraciones de los nutrientes que puede impedir el desarrollo de la semilla y la germinación. Además, el exceso de nutrientes aumenta la incidencia de pudrición de la raíz y provoca desequilibrios en la estructura del suelo, lo que a su vez restringe el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de la planta.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

6.2. OE 1: Parámetros fisicoquímicos del biol

6.2.1. pH y conductividad eléctrica (CE)

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos durante la semana 15 demuestran que el valor del pH se encuentra en la escala de neutralidad, teniendo valores promedios de 7.05 a 7.28 en los tratamientos. Además, se observa una relación entre los parámetros de pH y conductividad eléctrica, siendo los tratamientos T1 y T2 quienes presentan un incremento en su pH de 7.09 y 7.28, respectivamente y una elevada CE de 4.72 dS/m y 4.88 dS/m respecto al grupo control. Resultados similares reportados por Bennet et al. (2016), tuvieron un pH promedio de 7.07 y una CE 4.06 dS/m provenientes de los bioles de estiércol vacuno y porcino. Al comparar los valores de CE, se muestra que este estudio presenta una mayor CE, lo que podría influir en los bajos porcentajes de germinación en las diluciones del 100 % y 10 % en los tratamientos T1 (29.63 %, 39.44 %) y T2 (35.15 %, 41.93 %).

Al respecto, Flórez (2017) en su estudio obtuvo una mayor CE de 21.1 dS/m mostrando una inhibición en el PG en las semillas de lechuga al 100%, indicando que, cuanto mayor es el incremento de la CE, menor es el PG. Según Benavente (2019), este aumento en la CE se debe a la presencia de sales solubles, que pueden afectar a la absorción de los nutrientes, ocasionar salinidad en el suelo y quemaduras en el cultivo. Por otro lado, el tratamiento T3 presento un incremento del pH (7.14) pero una disminución de la CE (3.57 dS/m) respecto del grupo control, obteniendo un porcentaje de germinación de 60.85 % a una dilución del 5 %. Aguirre et al. (2020) obtuvo resultados similares, teniendo un pH de 7.17 y una CE de 4.02 dS/m, obtuvo un PG de 60 % a una dilución del 0.1 % del biol proveniente del estiércol ganado, indicando que cuanto menor es la CE mayor es el PG.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

6.2.2. Relación carbono/nitrógeno y materia orgánica

La relación C/N y la calidad de la materia orgánica (MO) influyen significativamente en la eficiencia y la estabilidad durante la digestión anaeróbica. Los resultados muestran que hubo un incremento en el análisis final del GC, con una relación C/N de 16.88 % y un contenido de MO de 58.20 g/L de MO, el tratamiento T2 aumentó en 7.76 % (C/N) y 18.19 g/L (MO). Estos resultados son similares a lo reportado por Criollo (2011), quien obtuvo una relación C/N de 17.92 % y un contenido de MO de 21.08 g/L en el biol procedente de la mezcla del estiércol vacuno. Un incremento en la relación C/N podría limitar el nitrógeno (N), causando un desbalance en los sistemas ecológicos del suelo; si la relación C/N es muy baja, podría haber un exceso de N, lo que llevaría a la ralentización de los procesos y a la generación de olores desagradables (Acosta, 2019). Los mayores valores de MO se presentaron en el GC, el cual está compuesto por un 50% de estiércol vacuno, a diferencia de los tratamientos (T1 y T3) que obtuvieron una disminución final en sus porcentajes de C/N y MO, esto se debe a la actividad de los microorganismos de degradar materiales orgánicos, además, gran parte de carbono se pierde como CO_2 (Bardales et al., 2022).

6.2.3. Temperatura y solidos totales (TDS)

La variación de la temperatura interna en todo el tratamiento fue de régimen mesofílico oscilando entre los valores promedio de 25.8 °C, con un rango de temperatura ambiental de 27 ± 4 °C. Durante el inicio de la semana la temperatura del grupo control y los tratamientos empezaron a elevarse, teniendo valores promedios de 25.42 °C y 25.89 °C, resultados similares obtuvo Garavito (2018), teniendo valores promedios de 23.6 ºC a 24.4°C, durante los 60 días que duro el periodo de evaluación. Según Sotil (2007), el aumento progresivo de la temperatura promueve tanto la velocidad de la actividad microbiana como el tiempo de retención hidráulica, lo que conlleva a una mayor

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

eficiencia en la degradación de la materia orgánica y la generación del biogás. Pero, cambios bruscos de temperatura pueden causar inestabilidad en el proceso de fermentación, una baja descomposición, aumento de ácidos grasos y por ende un descenso en la obtención del biogás (Varnero, 2011).

Por otro lado, los sólidos totales (TDS) muestran diferencias entre los tratamientos, como se demuestra en la tabla 20 después de las quince semanas de evaluación. Los tratamientos T1 y T2, alcanzaron sus valores máximos de 3.61 mg/L y 3.51 mg/L, mientras que, el T3 registró la menor concentración de TDS con 1.49 mg/L. Estos valores son semejantes a los resultados de Bennet et al. (2016), quien obtuvo un valor promedio de 2.48 a 4.81 mg/L. Según Rojas (2014), estas diferencias en los sólidos totales se deben a la variedad de sustratos utilizados en el biodigestor para la fermentación. De igual manera, Varnero (2011) menciona que, la cantidad de sólidos totales presente en el digestor es un factor crucial para el proceso de digestión, ya que un exceso de 8 a 12% de sólidos totales puede retrasar el crecimiento de las bacterias y, por ende, afectar la eficiencia en la producción de gas.

6.3. OE 3: Relación que existe entre el nitrógeno, fósforo y potasio con el tipo de tratamiento

Los resultados obtenidos de los macronutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) demuestran que el desarrollo de la semilla de maíz respondió al incremento de las concentraciones de nitrógeno (583.78 mg/L). El tratamiento T3 generó el mayor porcentaje de germinación, a pesar de presentar una disminución en las concentraciones de fósforo (56.18 %) y potasio (99.92 %). Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Garavito (2018), quien registró una mayor concentración de nitrógeno (6600 mg/L) en un tratamiento con 39 L de trucha y 24 L de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

estiércol vacuno. Por lo que se puede considerar que el maíz logra asimilar los nutrientes del nitrógeno proveniente del biol con una mayor concentración del lodo pesquero; siendo fundamental en el crecimiento y desarrollo de las semillas, debido a las proteínas y aminoácidos presentes en el pescado (Smith y Jones, 2020).

Los tratamientos T1 y T2 incrementaron sus concentraciones finales de nitrógeno (1073.59 mg/L y 1263.09 mg/L) y potasio (508.75 mg/L y 433.75 mg/L), pero mostraron un menor incremento en el fósforo (376.61 mg/L y 394.15 mg/L). Esta disminución del fósforo se debe a la precipitación y formación de compuestos insolubles durante el proceso de fermentación (Banks y Sigerts, 2015), lo que podria haber influido en la menor germinación del maíz en las diluciones del 10 % y 100 %. Otro estudio realizado por Bardales et al. (2023) presentó valores inferiores de N (290 mg/L), P (17.18 mg/L) y K (11 mg/L) con un biol producido a partir de estiércol vacuno y residuos vegetales. Las diferencias obtenidas se deben al grado de dilución de los residuos, el tiempo y proceso de fermentación (Juscamaita, 2015).

Además, el incremento de los nutrientes está relacionado con las mezclas de distintos insumos como estiércoles de animales y su tipo de alimentación, que pueden influir en las concentraciones nutricionales del biol (Lakhal et al., 2020). Por otro lado, el grupo control tuvo la más alta concentración de nitrógeno (1983.33 mg/L) y fósforo (726.22 mg/L), pero mostró una disminución en potasio (637.50 mg/L). Según Bardales et al. (2019), su estudio registró la mayor concentración de nitrógeno (12200 mg/L) proveniente del biol de estiércol vacuno, mientras que Juscamaita (2015) presentó menores concentraciones de nitrógeno (1876 mg/L) y fósforo (203.4 mg/L), pero un incremento de potasio (1993 mg/L) en el biol proveniente de estiércol ovino y purín de cerdo. Estos resultados respaldan la idea de que las variaciones en las concentraciones de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

nutrientes se deben al tipo de residuos utilizados, siendo el estiércol vacuno el que presenta mayor concentración de nitrógeno (Bardales et al., 2019).

6.4. OE 4: Parámetros microbiológicos (CT, CF y *E.coli*)

Los resultados microbiológicos obtenidos de la investigación revelan que tanto el grupo control (GC) como los tratamientos (T1, T2 y T3) mostraron valores iniciales de 1100 NMP/ml de coliformes totales (CT), ubicándose dentro del marco referencial de la normativa ECA AGUA (Categoría 3). En cuanto a los coliformes fecales (CF) y E. coli, el grupo control y los tratamientos T2 y T3 incumplieron con la normativa chilena (<1000 NMP/ml) al superar los 1000 NMP/ml. Al término de la digestión anaeróbica, se observó la ausencia de CT, CF y E. coli, resultados similares a los del estudio de Tay (2017), que reportó valores inferiores a 3 NMP/ml. De manera similar, Aldana (2023) mostró que el biol proveniente de estiércol vacuno, rastrojo y residuos de pescado no contiene estos patógenos. La ausencia de estos microorganismos en el biol se debe a la presencia de sustancias inhibidoras durante el proceso de digestión anaerobia y a un bajo nivel de pH, que inhibe la actividad microbiana (Bardales et al., 2023; Juscamaita, 2015). Estos resultados permiten utilizar los bioles como abonos inocuos en cultivos y otras actividades agrícolas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VII. CONCLUSIONES

La evaluación de la calidad del biol mediante ensayos de germinación demostró una mejora significativa en la tasa de germinación con el tratamiento T3, y un mayor crecimiento radicular con el tratamiento T2. Aplicando una concentración de biol al 5%, se observó un aumento en el PG y el desarrollo de las semillas de maíz (*Zea mays*). Sin embargo, a concentraciones superiores o mayores al 5%, tanto el PG como el CR disminuyeron.

Los parámetros fisicoquímicos, como el pH, temperatura, salinidad, CE y TDS son indicadores durante el proceso de digestión anaeróbica. Se mostró un pH neutro o ligeramente ácido, se tuvo diferencias significativas en la CE y la salinidad entre los tratamientos (T1 y T3), pero cumplió con lo establecido por la Normativa Chilena N° 2880 (≤ 5dS/m), y el contenido de materia orgánica fue mayor en el GC y T1 por el aumento de la actividad microbiana.

Existe una relación entre los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y los diferentes tratamientos empleados, esta variabilidad se atribuye a las distintas composiciones de los residuos utilizados como materia prima. Los tratamientos T1 y T2, presentan las concentraciones de los nutrientes del nitrógeno, fosforo y potasio. el GC solo presentó concentraciones de N y P, mientras que, el tratamiento T3, solo predominó en mayor cantidad el nitrógeno.

La evaluación de los parámetros microbiológicos del biol, como coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli,* se encuentran dentro del rango establecido por la Normativa Chilena N° 2880 y los Estándares de calidad de agua (ECA). Su contenido microbiológico en el grupo control y tratamientos (T1, T2 y T3) lo hace adecuado para mejorar el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VIII. RECOMENDACIONES

- Se requiere realizar diferentes diluciones del biol para ver a que otras concentraciones adicionales y poder evaluar su efectividad, el crecimiento radicular y germinación de las semillas del maíz (*Zea mays*).
- Es importante monitorear y controlar la CE del biol, debido a que, valores muy altos pueden afectar negativamente la germinación y el crecimiento de las plantas. Se recomienda mantener la CE dentro de los límites óptimos para garantizar la salud de los cultivos.
- Se sugiere realizar un seguimiento microbiológico del biol para garantizar su inocuidad y seguridad. Es fundamental cumplir con las normativas y estándares establecidos en cuanto a la ausencia de patógenos como *E. coli* , Salmonella y coliformes fecales.
- Se recomienda seguir las buenas prácticas agrícolas y aplicar el biol de manera adecuada para maximizar sus beneficios y minimizar cualquier riesgo ambiental.
- Se recomienda implementar sensores remotos para los parámetros fisicoquímicos y tener una mayor cantidad de base de datos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adam, G., Duran, J., y Rodríguez, I. (2020). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. *Agricultura: Revista Agropecuaria*, *78*(912). https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/37372/1/

Acosta, R. (2019). *Características físicas, químicas, microbiológicas y efectividad agronómica del abono líquido biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. https://n9.cl/4m8jf

Apaza, V., Colque, T. y Mujica, A. (2005). *Producción de biol abono líquido natural y ecológico*. Instituto Nacional de Investigación y extensión Agraria (INIA). https://es.slideshare.net/slideshow/produccin-de-biol-abono-lquido-natural-y-ecolgico/149956974

Aparcana, R. y Janses, A. (2008). *Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso de fermentación anaeróbica para producción de biogás*. [Archivo PDF]. https://shre.ink/lkRq

Aldana, S. y Maquén, J. (2023). *Efecto del biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de Vigna Unguiculada y Walp Zea mays.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11559

Álvarez, M., López, I. y Suárez, V. (2019). Estimación de la producción de biogás a partir de un modelo de simulación de procesos. *Centro Azúcar*, *46*(1), 73-85. https://shre.ink/l7GO

Adekunle, F. y Okoile, J. (2015). A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, (6) 205-212. DOI: 10.4236/abb.2015.63020

Aguirre, O., Diaz, P., Garcia, E. y Hidalgo, D. (2020). Response of corn crop to concentrations of digested bovine manure in humid tropical climate. Manglar, 17(3), 203-208. https://doi.org/10.17268/manglar.2020.030

Bardales, C., Gil, L., Leiva, F., Lezama, M. y León, C. (2023). Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica. *Revista Alfa*, 7(20), 336–345. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219

Bardales, C., Cabos, J., Jara, J., Leiva, F. y León, C. (2022). Influencia de las

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

concentraciones del biol en el crecimiento y desarrollo de *Medicago Sativa (Fabaceae)*"alfalfa".*Arnaldoa*,(1):149-162. https://n9.cl/7d2vw

Bardales, C., Cabos, J., Gil, L. y León, C. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*,26(3):1165-1176. https://n9.cl/e9kcb

Balat, M. y Balat, H. (2009) El biogás como fuente de energía renovable: una revisión. *Fuentes de energía*, 31 (14), 1280-1293.DOI: 10.1080/15567030802089565

Banks, C. y Siegert, I. (2015). "The effect of volatile fatty acid additions on the anaerobic digestion of cellulose and glucose in batch reactors." *Process Biochemistry*, 40(11), 3412-3418. doi:10.1016/j.procbio.2005.03.035

Bello, R., Gonzales, M., Pérez, S., Yañez, G. y Wong, A. (2015) Agro-industrial wastes methanization and bacterial composition in anaerobic digestion. *Revista Argentina Microbiology*. 47(3):229-335. doi: 10.1016/j. Ram.2015.05.003

Bennet, A., Cano, M., Castorena, H., Robles, S., Sainos, U. y Silva, E. (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. *Agrociencia*, 50(4), 471-479. https://n9.cl/0ozty1

Benavente, G., Delgado, E. y Cáceres, G. (2019). Elaboración de fertilizante orgánico a partir de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mikyss*) y jurel (*Trachurus murphyi*), cuantificación y evaluación del efecto de los nutrimentos minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452-461. https://doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471

Bonomi, A., Moraes, B. y Zaiat, M. (2015). Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 888 - 903. https://n9.cl/6e56z

Bodelierc, P., Buisman, C., Chavez, V., Sechi, V. y Veeken , A. (2022). Producción de enmiendas orgánicas: Cambios fisicoquímicos en biorresiduos utilizados en digestión anaeróbica, compostaje y fermentación. *Elsevier*, 149, 177-185. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.06.005

Botero R. y Preston, T. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. *Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV)*, 30. http://downloads.bbc.co.uk/worldservice/pdf/spanish/manual_biodigestor.pdf

Byong, J., Geon, S. y Woong, P.(2019). Perspective on anaerobic digestion for biomethanation in cold environments. *Elsevier*. 103(85-89).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.034

Criollo, H., Lagos, T., Piarpuezan, E., y Pérez, R. (2011). El efecto de tres biofertilizantes líquidos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y repollo (*Brassica oleracea L. var. capitata*). *Agronomía Colombiana*, 29 (3), 415-421.

Carhuancho, F. (2012). *Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://n9.cl/eyk3n

Cárdenas, G. (2009). *Aislamiento térmico de biodigestor en planta de tratamiento de aguas servidas Osorno*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. Repositorio Institucional UACH. https://n9.cl/i18ck

Cadena, F., Cuevas, D., Garzón, A., Meza, A., Reynaga, F. y Torres, J. (2022). Aguas residuales de la industria pesquera: Retos y oportunidades en la recuperación de proteínas y péptidos con alto valor biológico y funcional. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25: 1-16, 2022.

Courtis, A. (2013). Cátedra de Fisiología Vegetal. *Fisiología Vegetal*. *1*, 1-22. https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf

Caroca, R.,Vargas, M. y Zapata, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de manÍ (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(2), 94-101. https://n9.cl/eg82u

Cassés D., Fuenzalida, A., Fajardo, F., Rivera, L. y Sanchez, J. (2020). Aprovechamiento del biosol producido por biodigestión anaerobia de porquinaza para la germinación de rábano. *Revista Ontare*, 8. https://n9.cl/0r60g

Cazier, E., Escudie, R. y Steyer, J. (2015). Biomass hydrolysis inhibition at high hydrogen partial pressure in solid state anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 190, 106-113.https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.04.055

Cabos, J., Vásquez, C., León, C. y Gil, L. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*, *26*(3), 1165-1176. https://n9.cl/oudjb

Dávila, S., Montes, I. y Siura, S. (2009). Efecto del biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca *(Spinacea oleracea)* bajo cultivo orgánico. *Anales científicos*, 70(1), 1-8. https://n9.cl/lbotx

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Diaz, M., Montes, K. y Urriola, L. (2021). Evaluación de la fitotoxicidad de abonos orgánicos comerciales usando semillas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) y maíz (*Zea mays L.*). *Revista cientifica semilla del Este*, 1(2), 1-11. https://n9.cl/p2mcl

Decreto Supremo N° 005-2011. [Ministerio de la Producción]. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del procesamiento de descartes y/o residuos de recursos hidrobiológicos. 20 de marzo de 2011.

Decreto Supremo N°016-2012-AG. [Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego]. Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. 17 de setiembre de 2012.

Decreto Supremo Nº 017-2021-MIDAGRI. [Ministerio de Agricultura y Riego]. Que aprueba la Política Nacional Agraria 2021-2030. 22 de julio de 2021.

Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. [Ministerio del Ambiente]. Guía para el Muestreo de Suelos. 25 de marzo de 2013.

Decreto Supremo Nº 015-2017-VIVIENDA. [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento]. aprueba el Reglamento para el Reaprovechamiento de los Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. 22 de junio de 2027.

Decreto Supremo N° 017-2011-PRODUCE. [Ministerio de la Producción]. Decreto Supremo que Modifica el Reglamento del procesamiento de Descartes y Residuos de Recursos Hidrobiológicos. 18 de noviembre de 2011.

Decreto Supremo N°03-2010-MINAM. [Ministerio del Ambiente]. Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales. 17 de marzo de 2010.

Decreto Legislativo N° 1278. [Ministerio del Ambiente]. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 24 abr. 2017.

Daglio, G., Sterren, M., y Benintende, S. (2005). Almacenamiento de muestras de suelo: Incidencia sobre la cuantificación de biomasa microbiana. *Agriscientia*, *22*(2). https://doi.org/10.31047/1668.298x.v22.n2.2681

Díaz, A. (2021). *Características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2792

Escudero, A. y Mediavilla, S. (2003). Dinámica interna de los nutrientes. *Ecosistemas* 12(1). https://shre.ink/lHTs

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Ezquerra B., García, C., Márquez, E., Pacheco, R. y Valdez, S. (2009). Impacto del agua de cola de la industria pesquera: tratamientos y usos. *Revista de alimentación*, 7(1), 67-77 . https://doi.org/10.1080/11358120902850412

Flórez, M. (2017). *Elaboración de biofertilizante líquido utilizando subproductos del procesamiento de trucha* (*oncorhynchus mykiss*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3271/florez-jalixto-marco-antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Frioni, T., Gatti, M., Norrie, J., Pallioti, A. y Sabatinni, P. (2018). Efectos de un bioestimulante derivado del alga parda *Ascophyllum nodosum* sobre la dinámica de maduración y la calidad del fruto de la vida. *Science Horticulturae*, 232,97-106. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.054

Ferrer, Y. y Pérez, H. (2010). Los microorganismos en la digestión anaerobia y la producción de biogás. Consideraciones en la elección del inóculo para el mejoramiento de la calidad y el rendimiento. *Revista sobre los derivados de la Caña de Azúcar*, *43*(1), 9-20. https://shre.ink/l7O7

Flórez, V. y Rodríguez, M. (2004). *Elementos esenciales y beneficiosos para las plantas.* Tesis de postgrado, Universidad de Almería]. Repositorio Institucional PCUA. https://repositorio.ual.es/handle/10835/3133

Garavito, O. (2018). *Relación entre la producción de biogás y biol a partir de restos de trucha y estiércol vacuno*. [Tesis de postgrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional UCSUR. https://n9.cl/lo4sr

Grobelack, A., Rorat, A., y Morel, C. (2017). The presence of contaminations in sewage sludge–The current situation. *Journal of environmental management*, *203*, 1126-1136. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.068

Gallegos, M., Celis, L. y Razo, E. (2010). Competencia por sustrato durante el desarrollo de biomasa sulfatorreductora a partir de un lodo metanogénico en un reactor UASB. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26 (2), 109-117. https://www.redalyc.org/pdf/370/37014383002.pdf

Gerardi, M. (2003). The microbiology of anaerobic digesters.. DOI: 10.1002/0471468967

Gadow, S., Li, Y. y Niu, Q. (2015). Biomass energy using methane and hydrogen from waste materials. *Topical Themes in Energy and Resources: A Cross-Disciplinary Education and Training Program for Environmental Leaders*, 131-157. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55309-0_8

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Giraldo, Y. y Ortiz, M. (2018). *Producción de biogás a partir de la codigestión de biomasa residual en un sistema de digestión anaerobia con agitación a escala laboratorio.* [Tesis de pregrado, Universidad de América Bogotá]. Repositorio Institucional UAMÉRICA. https://n9.cl/qjy0e

Hernández, R., Fernández C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación.* [Archivo PDF]. https://n9.cl/1a0cc

Herrera, R. (2017). *Elaboración de un abono líquido a partir de residuos de fresa (Fragaria x ananassa) por fermentación láctica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3590

Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica IDTT (2020). *Boletín informativo de Residuos pesqueros, una alternativa para el desarrollo de productos con valor*. https://n9.cl/tq6w9p

Informativo Agrícola (17 de junio del 2017). *Nutrientes presentes en el suelo*. https://mexico.infoagro.com/nutrientes-presentes-en-el-suelo/

Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura [INIA] (2001). *Los Elementos Benéficos para las Plantas*. https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/los-elementos-beneficos-para-las-plantas

Instituto Nacional de Investigación Agraria [INIA] (2008). *Producción y uso de biol.* [Folleto].https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf

Instituto Nacional de Estadística Informática [INEI] (2021). *Un análisis de la eficiencia de la Gestión Municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes.* https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf

Juscamaita, J., Medina, A. y Quipuzco, L., (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://n9.cl/2bikyz

Kondusamy, D y Kalamdhad, A. (2014). Pre-treatment and anaerobic digestion of food waste for high-rate methane production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2, 1821-1830. https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.07.024

Kim, J. Jung, H. y Cho, J. (2017). Zero-emission management of organic fisheries' waste and its favorable impact on the envieronment. *Organic Waste*, 39-69. https://n9.cl/s6mzok

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. (15 de octubre del 2005). Diario Oficial El Peruano.

Ley N° 27314, Ley general de los residuos sólidos. (23 de diciembre del 2016). De las disposiciones generales, Diario Oficial El Peruano.

Ley N° 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo (20 de agosto del 2011). *Funciones de la inspección de trabajo*. Diario Oficial El Peruano.

Linares, L. y Rodríguez, E. (2020). *Reducción de salinidad del agua de mar mediante hidrogel de grafeno y destilación solar a nivel laboratorio, en Lurín, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72835

López. E., Rodríguez, A., Robles, C., Ruiz, R. y Sedeño, J. (2014). Índices de germinación y elongación radical de *Lactuca sativa* en el biomonitoreo de la calidad del agua del río Chalma. *Revista internacional de contaminación ambiental, 30*(3), 307-316. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992014000300007&script=sci_arttext

Martí, H. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. 10.13140/RG.2.1.1048.6242

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

Ministerio del Ambiente (2019). *Informe Nacional de Gestión de Residuos Sólidos.* https://sites.google.com/minam.gob.pe/dgrs/p%C3%A1gina-principal

Ministerio de Desarrollo Agrario (06 de julio del 2020). *Buenas prácticas ambientales reducirán las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el sector Agropecuario.* https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/192105-minagri-buenas-practicas-ambientales-reduciran-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-en-el-sector-agropecuario

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (23 de febrero del 2021). *Midagri desarrolla hoja de ruta para migrar hacia la economía circular.* https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/343540-midagri-desarrolla-hoja-de-ruta-para-migrar-hacia-economia-circular

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (18 de enero del 2020). *Biol: El método artesanal preventivo que promueve Minagri para mejorar el rendimiento y calidad de los productos agropecuarios.*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/78089-biol-el-metodo-artesanal-preventivo-que-promueve-minagri-para-mejorar-el-rendimiento-y-calidad-de-los-productos-agropecuarios

Morales, M. (2020). *Tratamiento de osmoacondicionamiento para aumento de vigor en semillas de aji escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4620

Milivojevic, M., Petrovic, T. y Ripka, Z. (2018). Ista rules changes in seed germination testing at the beginning of the 21st century. *Journal on Processing and Energy in Agriculture.* https://n9.cl/i14v0

Navarro, G. (2023). *Fertilizantes. Química y acción*. Ediciones Mundi-Prensa. https://n9.cl/6ffma

Norma para la habilitación sanitaria de las infraestructuras pesqueras y acuícolas- N° 056-2019-SANIPES/PE. https://www.sanipes.gob.pe/archivos/normas/Norma_habilitacion_sanitaria_SANIPES.pdf

Norma Técnica Colombiana (NTC) N° 5167. Norma para abonos orgánicos y fertilizantes.https://es.scribd.com/doc/138627365/NTC-5167-Apartes1-1-Norma-Para-Abonos-Organicos-y-Fertilizantes

Norma Chilena Oficial (NCh2880*). Compost – clasificación y requisitos.* Instituto Nacional de normalización (INN).

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (1996). *Ecología y enseñanza rural. https://n9.cl/qewvo*

Organización de las Naciones Unidas (2002). *Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina*. https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación [FAO] (2021). *El mercado mundial de fertilizantes: balance de la situación de un mercado en dificultades*. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4f9f04d8-5df6-4931-93ea-9fe544ef8758/content

Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Sampling techniques on a population study. *International journal of morphology*, *35*(1), 227-232. https://n9.cl/qx4d

Payares, I. (2014). Germinación y desarrollo de plántulas de *Myroxylon balsamum* (L.) Harms en el departamento de sucre. *Colombia forestal*, *17*(2), 193-201. http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a05

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Paucar, L. y Quispe, M. (2015*). Producción y evaluación de la calidad del biogas y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja VA Velebit SAC ubicada en el distrito de Lurigancho, Chosica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2153

Pérez, A., Rodríguez, C. y Torrez, P. (2022). Research trends and strategies for the improvement of anaerobic digestion of food waste in psychrophilic temperatures conditions. *ScienceDirect*, 8(10).https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11174

Powers, W. (2009). Environmental challenges ahead for the US dairy industry. In *Proceedings of the 46th Florida Dairy Production Conference*. https://n9.cl/6ec1kz

Kusuma, I., Ramona, Y. y Suriani, N. (2021). El uso de fertilizantes orgánicos a base de desechos de pescado para mejorar el crecimiento del arroz (*Oryza sativa L.). Revista de investigación aplicada para el desarrollo y el empoderamiento comunitario*, 5(2), 13-18. https://doi.org/10.29165/ajarcde.v5i2.67

Rajendran, K., Aslanzadeh, S. y Taherzadeh, R. (2012). Household Biogas Digesters A Review. *Energies*,5(8), 2911-2942. DOI:10.3390/EN5082911

Resolución Ministerial N° 128-2017-Vivienda. [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento]. Condiciones Mínimas de Manejo de Lodos y las instalaciones para su disposición final. 5 de abril de 2017.

Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas [ITSA], (2016). ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf (umayor.cl)

Rojas, H. (2014). *Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos (EM) en la calidad de biol en un proceso de biodigestión anaeróbica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1878

Rivera, V. (2010). *Estudio cinético de la digestión anaeróbica termofilica de pollinaza a escala piloto*. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional IPN. https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9735/1/177.pdf

Smith, J. y Jones, A. (2020). Nutritional Properties of Fish Silage and Its Use in Animal Feed. *Journal of Animal Nutrition*, 45(3), 123-135. doi:10.1016/j.jan.2020.02.007

Sotil, F. (2007). *Dinámica poblacional de los microorganismos del grupo coliforme, en el proceso de biodegradación aeróbica y anaeróbica de los abonos líquidos orgánicos: biol y purín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://n9.cl/seauv

Tay , M. (2017). *Rendimiento del biogás y biofertilizante en la digestión anaerobia de estiércol de animales y rastrojos en Lambayeque.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6060

Geetha, A., y Thendral, B. (2019). Caracterización fisicoquímica del estiércol líquido fermentado tradicionalmente a partir de desechos de pescado (Gunapaselam). *Indian Journal of Traditional Knowledge , 18* (4),830-836. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28751.23206

Ulloa, J. (2017). *Valoración de tres tipos de bioles en la producción de rábano (Raphanus sativus).* [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA. https://pirhua.udep.edu.pe/items/7fbcd4fd-ea98-47dd-8978-843fc219b1d3

Varnero, M. (2011). *Manual de Biogás.* [Manual]. https://www.fao/as400s/as400s.pdf

Zanabria, J. (2019). *Evaluación de la calidad de biol de segunda y tercera generación de estiércol de cuy producido en un biodigestor instalado en el instituto regional de la costa de la UNALM.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4044

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

X. ANEXOS

Anexo 1

Matriz de Consistencia

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO	POBLACIÓN Y MUESTRA
General:	***General:***	***General***	***Variable Independiente:***		***Población:***
¿Cuál será la calidad del biol evaluando las pruebas agronomicas a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera ?	Evaluar la calidad del biol mediante las pruebas agronómicas en semillas Zea Mays a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera	Ho:El biol obtenido de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera no es de mejor calidad que el biol de origen vacuno aplicando las pruebas agronómicas. Ha:El biol obtenido de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera es de mejor calidad que el biol de origen vacuno aplicando las pruebas agronómicas.	Residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera	Tipo de investigación:Aplicativo Nivel de Investigación: Explicativo Enfoque: Cuantitativo Diseño y esquema de la investigación: Diseño experimental de tipo Experimental	Se utilizará 150 litros de residuos ganaderos vacunos, 90 litros de lodos residuales de la industria pesquera y 480 litros de agua
Especificos:	***Especificos***		***Variable Dependiente***		***Muestra y muestreo***
¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera ?	Determinar los parámetros físicos y químicos del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera	Ho: Los parámetros fisicos y químicos no influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera Ha: Los parámetros fisicos y químicos influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera	Biol		Para la elección de la muestra se tomará como referencia la guía para el muestreo de suelo en el marco del DS N°002-2013-MINAM, el cual se rige al muestreo de rejillas regulares. El diseño de muestreo será de tipo no probabilístico y la tecnica a usar será por conveniencia o a elección del investigador.
¿Cuál es la relación que existe entre el nitrógeno, fósforo y potasio con el tipo de tratamientos a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera?	Analizar la relación que existe entre el nitrógeno, fósforo y potasio con el tipo de tratamientos a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera	Ho: La relación del nitrogeno, fosforo y potasio no influira en el tipo de tratamiento de los residuos ganaderos vacunos y los lodos residuales pesqueros Ha: La relacioón del nitrogeno, fosforo y potasio influira en el tipo de tratamiento de los residuos ganaderos vacunos y los lodos residuales pesqueros			
¿Cuáles serán los parámetros microbiologicos(Coliformes totales, Coliformes fecales, *E.coli.*) del biol a partir de los residuos ganaderos vacunoss y lodos residuales de la industria pesquera ?	Evaluar los parámetros microbiologicos(*Coliformes totales, Coliformes fecales, E, coli* .) del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera	Ho:Los parámetros microbiologicos no influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera. Ha:Los parámetros microbiologicos influirán en la calidad del biol a partir de los residuos ganaderos vacunos y lodos residuales de la industria pesquera.			

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 2

Matriz Operacional

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA						
MATRIZ OPERACIONAL						
VARIABLE DE ESTUDIO	**DEFINICIÓN CONCEPTUAL**	**DEFINICIÓN OPERACIONAL**	**DIMENSIONES**	**SUB DIMENSIONES**	**INDICADORES**	**UNIDAD DE MEDICIÓN**
V.Independiente						
RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA	El estiércol vacuno es el producto que se obtiene de la fermentación anaeróbica sucedida en el intestino de los residuos alimentarios no utilizados por el rumiante(Lijarza,2017). Según el D.S N° 148/2003 lodo se define como: Cualquier residuo semisólido que ha sido generado en plantas de tratamiento de efluentes que se descarguen a la atmósfera, de aguas servidas, de residuos industriales líquidos o de agua potable". "Se incluyen en esta definición los residuos en forma de fangos, barros o sedimentos provenientes de procesos, equipos o unidades de industrias o de cualquier actividad"(Fuentes,2015).	Los residuos ganaderos vacunos y los lodos residuales de la industria pesquera serán medidos por los parámetros fisícos y químicos.	RESIDUOS GANADEROS VACUNO/ LODOS (Individual)	Parámetros físicos	Masa = peso	kg
					Volumen	L
					Temperatura	°C
				Parámetros Químicos	Conductividad Electrica (CE)	%
					pH	0-14
					C/N	%
			SUSTRATO Y AGUA (Combinación)	Parámetros Fisicoquímicos	Temperatura	°C
					Solidos Totales (TDS)	ppt
					Conductividad Electrica (CE)	dSm
					pH	0-14
					Salinidad	ppt
					C/N	%
				Microbiologicos del biol	Enumeración de Coliformes totales	NMP/ml
					Enumeración de Coliformes fecales	NMP/ml
					Enumeración de E. Coli	NMP/ml
V.Dependiente						
BIOL	El biol es el efluente líquido que se descarga del biodigestor, dependiendo del tipo de biodigestor, este puede obtenerse, en forma frecuente o intermitente.Asimismo, es una fuente de fitorreguladores, actúa como estimulante orgánico porque promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas(Garay,2017).	El biol sera medido mendiante los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, el uso del biol serán medidos mediante las pruebas agronómicas.	BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNO Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA	Fisicoquímicos del biol	Temperatura	°C
					C/N	%
					Nitrogeno	mg/l
					Fosforo	mg/l
					Potasio	mg/l
					Solidos Totales (TDS)	dS/m
					Materia Orgánica	%
					Conductividad Electrica (CE)	dS/m
					pH	unidades de pH
				Microbiologicos del biol	Enumeración de Coliformes totales	NMP/ml
					Enumeración de Coliformes fecales	NMP/ml
					Enumeración de E. Coli	NMP/ml
				Pruebas Agronómicas	Número de semillas germinadas	N°
					% de Germinación	%
					Elongación de la radicula	cm
					Velocidad de germinación	Dias

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 3

Solicitud de permiso para la empresa pesquera Diamante

Solicitud: Ingreso a la empresa pesquera Diamante para el retiro de los lodos residuales pesqueros.

Estimados,

Representantes de la empresa pesquera DIAMANTE

Yo, BRENDA JOSSEFIN HUAYTALLA GALINDO, identificado con DNI 71232160 con domicilio en Sector los Ángeles A MZ 86 LT 2, Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores. Soy tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur ubicado en Villa el Salvador – Lima, me dirijo a ustedes para solicitarle lo siguiente:

Que, teniendo la necesidad de realizar estudios de investigación científica, le solicito su permiso para poder ingresar a su empresa y retirar los lodos residuales pesqueros generados de su Planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR), con la finalidad de reaprovechar los lodos mediante un proceso de estabilización en biodigestores anaeróbicos y ser utilizados como abonos orgánicos, de esa manera poder contribuir al desarrollo sostenible de nuestro país. Por lo expuesto, le agradezco su apoyo oportuno y quedo a la espera de su respuesta.

Lima, 15 de octubre del 2022.

Brenda Jossefin Huaytalla Galindo
TESISTA

Sr_____
REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 4

Materiales de construcción de los biodigestores

	Material	Cantidad	Unidad
BIODIGESTOR	Bidón de 80 L	12	unidad
	Llave de paso de 1/2 "	12	unidad
	Llave de paso de 1"	12	unidad
	Niple especial de 1" PVC	12	unidad
	Niple especial de 1/2" PVC	12	unidad
	Tuercas de 1/2" PVC	12	unidad
	Reducción de 1/2" a 3/8" de cobre	12	unidad
	Tubo de 1/2" de PVC	7	metros
	Pegamento para tubo PVC	2	unidad
	Silicona Sika Flex	2	unidad
	Teflón grueso	12	unidades
	Empaques	24	unidad
	Bolsa film	1	unidad
SALIDA DEL BIOGÁS Y ALMACENAMIENTO	Cámara de llanta	12	unidad
	Pitón de 1/2" a 5/4"de bronce	12	unidad
	abrazaderas	12	unidad
	Manguera de gas	8	metros
	Llave de paso para la manguera de cobre	12	unidad
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Termohigrómetro	3	unidad
	Peachímetro	1	unidad
	Balanza	1	unidad
	Termómetro para sustancias líquidas	1	unidad
	Jarra pyrex 1L	1	unidad
	vaso pyrex 100 ml	2	unidad
	vaso pyrex 150 ml	2	unidad
	Agua desionizada	2	unidad
	Bagueta	2	unidad

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 5

Cadena de custodia de las muestras iniciales

CADENA DE CUSTODIA INICIAL

I. DATOS GENERALES

TITULO DEL PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA				
RESPONSABLE DEL MUESTREO: BRENDA HUAYTALLA GALINDO					
LUGAR DE ESTUDIO:	CENTRO POBLADO PAMPA PACTA			FECHA	1-Nov-22
DEPARTAMENTO:	LIMA	PROVINCIA	HUAROCHIRI	DISTRITO:	SANTO DOMINGO DE OLLEROS

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE DE LA MUESTRA	CODIGO DE LA MUESTRA	Coordenadas		Toma de la muestra		Tipo y cantidad del recipiente		Volumen (ml)	Parámetros				
		Norte/Latitud	Este/Longitud	Fecha	Hora	V	P		Temperatura (C°)	Ph	Conductividad Electrica (mS/cm)	TDS (ppt)	Salinidad (ppt)
GRUPO CONTROL 1	GC -1	12°18'22.00"S	76°47'37.00"O	1/11/2022	15:32	X		500	23.4	6.70	7.69	5.16	4.20
TRATAMIENTO 1 -A	T1 - A	12°18'22.00"S	76°47'37.00"O	1/11/2022	15:42	X		500	22.0	6.60	3.52	2.36	1.86
TRATAMIENTO 2 -A	T2 - A	12°18'22.00"S	76°47'37.00"O	1/11/2022	15:52	X		500	20.9	6.61	4.95	3.32	2.70
TRATAMIENTO 3 -A	T3 - A	12°18'22.00"S	76°47'37.00"O	1/11/2022	16:00	X		500	21.3	6.62	2.98	1.99	1.55

OBSERVACIONES: Muestras Fisicoquímico y microbiologicos

Entregado por :	Brenda Huaytalla Galindo	Responsable del muestreo	Brenda Huaytalla Galindo
Firma		Fecha:	2/11/2022
		Hora:	Rango de 10:00 a 11:00 a.m.
Nombre del laboratorio que recibe la muestra:		Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"	
Nombre del representante:			
Firma		Fecha:	
		Hora:	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 6

Análisis inicial de los parámetros fisicoquímicos

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

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANT E	BRENDA HUAYTALLA GALINDO
PROCEDENCIA	LIMA/ HUAROCHIRI/ SANTO DOMINGO DE OLLEROS/ CC.PP. DE PAMPA ALTA
MUESTRA DE	BIOL
REFERENCIA	H.R. 78279
BOLETA	5462
FECHA	07/12/2022

N° LAB	CLAVES	N Total mg/L	P TOtál mg/L	K TOtál mg/L	M.0 en Solución g/L	C g/L	Relación C/N
730	MUESTRA DE BIOLT1- A	539.00	176.17	180.00	5.43	3.15	5.84
731	MUESTRA DE BIOLT2- A	672.00	263.06	350.00	7.21	4.18	6.22
732	MUESTRA DE BIOLT3 - A	420.00	113.41	104.25	2.44	1.42	3.37
733	MUESTRA DE BIOLGC -1	917.00	441.67	917.50	13.85	8.03	8.76

Lab. Análisis de Suelos, Agua y Plantas LASPAF UNALM

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina sin 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

Anexo 7

Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T1)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2211276 - LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : Biol T1-A

PROCEDENCIA	: Centro Poblado de Pampa Pacta
TIPO DE ENVASE	: frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2022 – 11-01
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022 – 11-02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2022 – 11-07
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2022 – 11-11

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2211276
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml)	>11x10^2
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	>11x10^2
[1]Enumeración de *E. coli*. (NMP/ml)	210

Métodos:
SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS Nº 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.
Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

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, 15 de noviembre de 2022

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA
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

Anexo 8

Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T2)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2211277 - LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : Biol T2-A

PROCEDENCIA	: Centro Poblado de Pampa Pacta
TIPO DE ENVASE	: frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2022 – 11-01
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022 – 11-02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2022 – 11-07
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2022 – 11-11

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2211277
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml)	>11x10^2
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	>11x10^2
[1]Enumeración de *E. coli*. (NMP/ml)	>11x10^2

Métodos:
SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS Nº 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.
Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

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, 15 de noviembre de 2022

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

Anexo 9

Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T3)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2211278 - LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : Biol T3-A

PROCEDENCIA	: Centro Poblado de Pampa Pacta
TIPO DE ENVASE	: Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2022 – 11-01
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022 – 11-02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2022 – 11-07
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2022 – 11-11

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2211278
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml)	$>11x10^2$
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	$>11x10^2$
[1]Enumeración de *E. coli*. (NMP/ml)	$>11x10^2$

Métodos:
SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS Nº 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.
Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

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, 15 de noviembre de 2022

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

Anexo 10

Análisis inicial de los parámetros microbiológicos del grupo control

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2211279 - LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : Biol CG-1

PROCEDENCIA	: Centro Poblado de Pampa Pacta
TIPO DE ENVASE	: frasco de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2022 – 11-01
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022 – 11-02
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2022 – 11-07
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2022 – 11-11

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2211279
[1]Enumeración de coliformes totales (NMP/ml)	$>11x10^2$
[1]Enumeración de coliformes fecales (NMP/ml)	$>11x10^2$
[1]Enumeración de *E. coli*. (NMP/ml)	$>11x10^2$

Métodos:
SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS Nº 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.
Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

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, 15 de noviembre de 2022

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

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

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 11

Análisis final de los parámetros fisicoquímicos

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

INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGÁNICA

SOLICITANTE	BRENDA HUAYTALLA GALINDO
PROCEDENCIA	LIMA/ HUAROCHIRI/ SANTO DOMINGO DE OLLEROS/ CC.PP. DE PAMPA ALTA
MUESTRA DE	BIOL
REFERENCIA	H.R. 78279
BOLETA	5482
FECHA	13/03/2023

N° LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L	M.O en Solución g/L	Relación C/N
730	MUESTRA DE BIOLT1- A	1073.59	376.61	508.75	10.29	5.27
731	MUESTRA DE BIOLT2- A	1263.09	394.15	433.75	18.19	7.76
732	MUESTRA DE BIOLT3 - A	583.78	56.18	99.92	2.25	2.25
733	MUESTRA DE BIOLGC -1	1983.33	726.22	637.50	58.20	16.88

Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Lab. Análisis de Suelos, Agua y Plantas
LASPAF
UNALM

Av. La Molina sin 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

Anexo 12

Análisis final de los parámetros microbiológicos del grupo control (GC)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2304045- LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla Galindo
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : GC-1

PROCEDENCIA	: Biol
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2023 – 03-13
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023 – 03-14
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2023 – 03-15
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2023 – 03-21

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2304045
[1]Enumeracion de coliformes totales (NMP/ml)	9
[1]Enumeracion de coliformes fecales (NMP/ml)	4
[1]Enumeracion de E. coli (NMP/ml)	< 3

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, 04 de abril de 2023

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

Anexo 13

Análisis final de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T1)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2304047- LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla Galindo
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : T1-A

PROCEDENCIA	: Biol
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2023 – 03-13
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023 – 03-14
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2023 – 03-15
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2023 – 03-21

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2304047
[1]Enumeracion de coliformes totales (NMP/ml)	210
[1]Enumeracion de coliformes fecales (NMP/ml)	< 3
[1]Enumeracion de E. coli (NMP/ml)	< 3

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, 04 de abril de 2023

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

Anexo 14

Análisis final de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T2)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO Nº 2304050- LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla Galindo
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : T2-B

PROCEDENCIA	: Biol
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2023 – 03-13
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023 – 03-14
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2023 – 03-15
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2023 – 03-21

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2304050
[1]Enumeracion de coliformes totales (NMP/ml)	9
[1]Enumeracion de coliformes fecales (NMP/ml)	9
[1]Enumeracion de E. coli (NMP/ml)	< 3

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, 04 de abril de 2023

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA
Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

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

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

Página 6 de 8

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 15

Análisis final de los parámetros microbiológicos del tratamiento (T3)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA

INFORME DE ENSAYO N° 2304051- LMT

SOLICITANTE: Brenda Huaytalla Galindo
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO
MUESTRA : T3-A

PROCEDENCIA	: Biol
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2023 – 03-13
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023 – 03-14
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2023 – 03-15
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2023 – 03-21

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2304051
[1]Enumeracion de coliformes totales (NMP/ml)	43
[1]Enumeracion de coliformes fecales (NMP/ml)	4
[1]Enumeracion de E. coli (NMP/ml)	< 3

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, 04 de abril de 2023

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

Anexo 16

Evidencias fotográficas



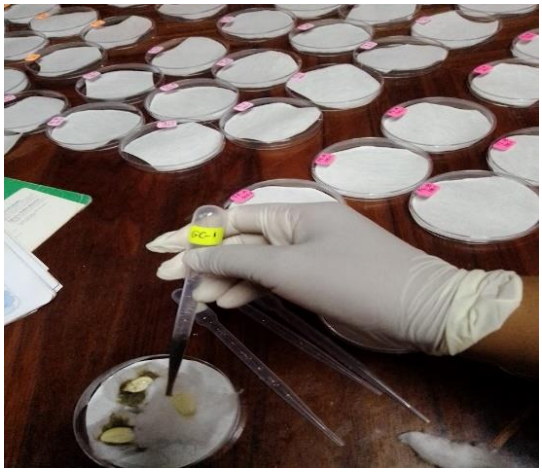














Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

CONSTANCIA N° 116-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2022

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:	**PRE-11-2022-00173**
Título:	**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA**
Investigador(a):	**Brenda Jossefin Huaytalla Galindo**

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

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

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 23 de mayo de 2024**), 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, 24 de noviembre de 2022

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

Méd. Vet. Milena Paola Montenegro Veja
Presidenta (e)
Comité Institucional de Ética en Investigación
con Animales y Biodiversidad

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 026-2023-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 15 de febrero del 2023

VISTO:
El informe de revisión académica independiente y la aprobación de un Comité de Ética (**N° de Constancia: 116-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2022**) del proyecto de tesis titulado: ***EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA***, presentado por:

- **BRENDA JOSSEFIN HUAYTALLA GALINDO**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, según la modalidad elegida, es necesario la realización y sustentación de una tesis.

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

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: ***EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL BIOL A PARTIR DE LOS RESIDUOS GANADEROS VACUNOS Y LODOS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA PESQUERA***con N° de registro: **PRE-11-2022-00173**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

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

Regístrese, comuníquese y archívese,

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