



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA

**“EFECTO DEL LIXIVIADO DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL
PASTO SABOYA MEJORADO (*Megathyrsus maximus*) EN
ESTADO DE RESOCA EN LA FINCA EXPERIMENTAL LODANA
2024”**

AUTORES

**GUSTAVO ANDRÉS GARCÍA RISCO
JEAN PIERRE MACÍAS ZAMBRANO**

TUTOR

ING. HORLEY CAÑARTE GARCÍA

MANABÍ – ECUADOR

2024 (2)

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

TESIS DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe del Trabajo de Grado sobre el tema: "EFECTO DEL LIXIVIADO DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL PASTO SABOYA MEJORADO EN ESTADO DE RESOCA (*Megathyrus maximus*) EN LA FINCA EXPERIMENTAL LODANA 2024". De los egresados GUSTAVO ANDRÉS GARCÍA RISCO y JEAN PIERRE MACÍAS ZAMBRANO, luego de haber sido analizada por los señores Miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento con lo establecido en la ley, se da por aprobada la sustentación, acción que los hace acreedores al título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL



Ing. Mg Dolores Esperanza Muñoz Verduga

Presidenta del Tribunal



Ing. Mg Juan Carlos Palacios Peñafiel

Miembro del Tribunal

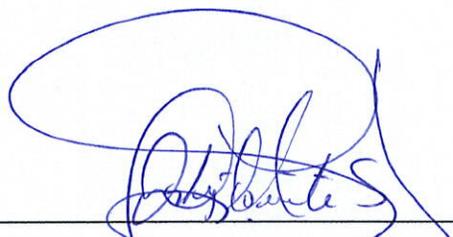


Ing. Mg Jeniffer Paulina Zambrano
Espinoza

Miembro del Tribunal

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. HORLEY CAÑARTE GARCÍA**, certifico haber tutelado la tesis “**EFFECTO DEL LIXIVIADO DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL PASTO SABOYA MEJORADO EN ESTADO DE RESOCA (*Megathyrus maximus*) EN LA FINCA EXPERIMENTAL LODANA 2024**” que ha sido desarrollado por **GUSTAVO ANDRÉS GARCÍA RISCO** y **JEAN PIERRE MACÍAS ZAMBRANO** egresados de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, previo a la obtención del título de Ingenieros Agropecuarios, de acuerdo con el REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL, DE LA ULEAM.



Ing. Horley Cañarte García

Tutor

DECLARACIÓN DEL AUTORÍA

Los egresados **GUSTAVO ANDRÉS GARCÍA RISCO** y **JEAN PIERRE MACÍAS ZAMBRANO**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, señalamos que las ideas expuesta en este trabajo investigativo y los resultados obtenidos y conclusiones dentro del contenido de este presente trabajo de investigación titulado “**EFFECTO DEL LIXIVIADO DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL PASTO SABOYA MEJORADO EN ESTADO DE RESOCA (*Megathyrus maximus*) EN LA FINCA EXPERIMENTAL LODANA 2024**” es único y correspondiente bajo nuestra autoría; y que, anticipadamente no ha sido ostentado por calificación personal o por ningún grado; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que contienen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Gustavo Andrés García Risco



Jean Pierre Macías Zambrano

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer, en primer lugar, a Dios, quien ha sido nuestra guía, nuestra fortaleza y nuestra fuente inagotable de esperanza durante todo este proceso. Su presencia nos ha impulsado a superar cada desafío y nos ha dado la oportunidad de alcanzar este logro.

A nuestros padres, cuyo amor incondicional, apoyo constante y sacrificio han sido fundamentales para que este sueño se hiciera realidad. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido nuestra mayor inspiración.

A nuestro tutor, Ing. Horley Cañarte, por su paciencia, compromiso y valiosa orientación a lo largo de este proyecto. Su experiencia y sus consejos fueron cruciales para que esta tesis tomara forma.

A nuestros compañeros, por su amistad, motivación y trabajo en equipo. Compartir este camino con ustedes nos ha enriquecido tanto personal como académicamente.

A nuestros profesores, quienes nos brindaron las herramientas necesarias para crecer profesionalmente y nos transmitieron enseñanzas que llevaremos con nosotros siempre.

A todos ustedes, les expresamos nuestra más sincera gratitud por su apoyo y contribución a este importante logro en nuestras vidas.

Gustavo Andrés García Risco y Jean Pierre Macías Zambrano

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y emoción, dedico este trabajo de titulación:

DIOS TODO AMADO.

A mi amada madre, MAGALY BEATRIZ ZAMBRANO MUÑOZ, pilar fundamental de mi vida. Tu amor incondicional, tus sacrificios interminables y tu apoyo inquebrantable han sido la fuerza que me ha impulsado a alcanzar mis metas. Cada logro mío es un reflejo de tu dedicación y enseñanzas. Gracias por ser mi ejemplo de perseverancia y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi querido padre, PABLO ALFREDO MACÍAS MERA, por ser mi guía y mi modelo a seguir. Tus consejos, tu sabiduría y tu ética de trabajo han moldeado mi carácter y mi visión del mundo. Gracias por inculcarme el valor del esfuerzo y por mostrarme que, con dedicación, todo es posible.

A mis hermanos, compañeros de vida y cómplices en cada etapa. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su fe en mí han sido un motor constante en mi viaje académico. Gracias por estar siempre ahí, celebrando mis triunfos y levantándose en los momentos difíciles.

A mi familia extendida - abuelos, tíos, primos - por su cariño y por ser parte fundamental de mi crecimiento personal y profesional. Sus enseñanzas y el calor de hogar que me han brindado han sido invaluable en este camino.

Este logro es tan mío como el de ustedes. Cada página de este trabajo está impregnada de su amor, apoyo y enseñanzas.

Jean Pierre Macías Zambrano

Con infinita gratitud y profunda emoción, dedico este trabajo de titulación a:

DIOS TODOPODEROSO.

A mi amada madre, SEMIRA JESÚS RISCO QUIROZ, pilar esencial en mi vida. Tu amor incondicional, tus sacrificios silenciosos y tu constante apoyo han sido la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante y alcanzar mis metas. Cada logro que obtengo es un reflejo de tus enseñanzas, dedicación y perseverancia. Gracias por ser mi ejemplo de valentía y por confiar en mí incluso cuando yo mismo dudaba.

A mi amado padre, ROSENDO ELEUCIPO GARCÍA COBEÑA, por ser mi guía y mi mayor inspiración. Tus consejos sabios, tu incansable ética de trabajo y tu compromiso con nuestra familia han moldeado mi carácter y mi visión de la vida. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y mostrarme que, con disciplina y dedicación, todo es posible.

A mis hermanos, compañeros incondicionales en cada etapa de mi vida. Su apoyo, sus palabras de aliento y su confianza en mí han sido un motor constante durante este recorrido académico. Gracias por estar a mi lado, celebrando mis triunfos y dándome fuerza en los momentos difíciles.

A mi abuela que desde pequeño estuvo presente en cada una de mis etapas de estudio y a mi hermano Frank García por haberme dado un espacio en su hogar mientras cursaba los semestres, por su amor, consejos y enseñanzas que han dejado una huella imborrable en mi camino. El calor de hogar que siempre me brindaron fue fundamental para mi crecimiento personal y profesional.

Extiendo mi más sincero agradecimiento a mi compañero de equipo, Daniel Cedeño, que también fue una fuente constante de apoyo, motivación y compañerismo. Su esfuerzo y entusiasmo fue esencial para superar los desafíos que enfrentamos juntos.

Gustavo Andrés García Risco

1.5.2. Hipótesis nula (H0).....	20
OBJETIVOS	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
CAPITULO II.....	23
METODOLOGÍA	23
2.1. Ubicación del lugar de la investigación.....	23
2. 2. Características edafoclimáticas del área de estudio.....	23
2.3. Factores de estudio	24
2.4. Tratamientos.....	24
2.5. Diseño experimental.....	24
2.6. Datos tomados y métodos de evaluación	48
2.6.1. Altura.....	48
2.6.2. Número de Rebrotos	48
2.6.4. Análisis de las Condiciones del Suelo.....	48
2.6.7. Análisis Foliar	48
2.7. Estimación de costos.....	49
2.8. Manejo del experimento	49
2.7.1. Instalación del Área de Estudio	49
2.7.2. Aplicación del Lixiviado de Vermicompost.....	49
2.7.3. Control de Malezas	49
2.7.4. Control de Enfermedades.....	50
2.7.5. Riego	50
2.7.6. Cosecha	50
CAPÍTULO III.....	51
RESULTADOS	51
3.1. Resultados de Altura	51

3.2. Número de Rebrotos	53
3.3. Análisis de las Condiciones del Suelo	55
3.4. Análisis Foliar	59
3.5. Estimación de costos.....	62
DISCUSIÓN.....	64
CAPÍTULO IV.	67
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
4.1. CONCLUSIONES.....	67
4.2. RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto saboya mejorado	5
Tabla 2. Generalidades del pasto saboya mejorado	6
Tabla 3. Características nutricionales del pasto saboya mejorado.....	7
Tabla 4. Composición química de Lixiviado de estiércol bovino Lixi-Powerful elaborado por Bioinsumos D'Peña	13
Tabla 5. Condiciones agrometeorológicas de la Finca Lodana.	23
Tabla 6. Combinación de tratamientos evaluados.....	24
Tabla 7. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) 2 x 2 + 1.....	25
Tabla 8. Resultados del análisis estadístico de la altura de planta a los 15 y 30 días	51
Tabla 9. Resultados del análisis estadístico del número de rebrotes a los 15 y 30 días	54
Tabla 10. Resultados del análisis estadístico de la biomasa.....	56
Tabla 11. Resultados del análisis de las condiciones del suelo antes de la siembra	59
Tabla 12. Resultados del análisis de las condiciones del suelo post aplicación del lixiviado	59
Tabla 13. Resultados del análisis foliar del pasto saboya mejorado previo al uso del lixiviado de estiércol de bovino.....	61
Tabla 14. Resultados del análisis foliar del pasto saboya mejorado post aplicación del lixiviado de estiércol de bovino.....	62
Tabla 15. Estimación de costos del experimento	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación geográfica de la zona de estudio "Finca Experimental Lodana"</i>	23
Figura 2. Croquis de campo	25
Figura 3. Resultados del análisis estadístico de la altura de las plantas a los 15 y 30 días.	53
Figura 4. Resultados del análisis estadístico del número de rebrotes de las plantas a los 15 y 30 días.	55
Figura 5. Resultados del análisis estadístico de la biomasa	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados a los 15 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto a la altura de planta.....	77
Anexo 2. Resultados a los 30 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto a la altura de planta.....	77
Anexo 3. Resultados a los 15 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto al número de rebrotes.	78
Anexo 4. Resultados a los 30 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto al número de rebrotes.	78
Anexo 5. Resultados de la biomasa.....	78
Anexo 6. Lixiviado utilizado en el estudio.....	79
Anexo 7. Composición química del lixiviado utilizado en el estudio.....	80
Anexo 8. Resultados del análisis de suelo.....	81
Anexo 9. Designación del lugar el día 23 de sep. del 2024 donde se implementó el experimento	83
Anexo 10. Limpieza del terreno para nuestro experimento, mediante jornales realizado el día 16 de oct. del 2024	83
Anexo 11. El día 16 de oct. del 2024 el lugar estuvo listo para el experimento ...	84
Anexo 12. Levantamiento de postes y colocación de señaléticas en las unidades experimentales realizado el 12 de nov. del 2024.....	84
Anexo 13. Unidades experimentales listas con sus señaléticas unidades experimentales listas con sus señaléticas actividad desarrollada el 12 de nov. de 2024.....	85
Anexo 14. El día 21 de nov. de 2024 el terreno está en perfecto estado para la aplicación de lixiviado	85
Anexo 15. Colocación del método de riego por aspersion, con la ayuda del Ingeniero Óscar ejecutado el día 21 de nov. de 2024	86
Anexo 16. Análisis bromatológico en el laboratorio cesecca de la Uleam el día 25 de nov. del 2024	86
Anexo 17. El día 26 se nov. de 2024, empezamos con la primera aplicación de lixiviado (100 mL), 1 litro de lixiviado en 19 litros de agua.....	87

Anexo 18. Toma de datos de altura y rebrotes a los 15 días de la primera aplicación de lixiviado ejecutada el 11 de dic. de 2024	87
Anexo 19. Segunda aplicación de lixiviado (100 mL), 1 litro de lixiviado en 19 litros de agua, a los 15 días desarrollada el 11 de dic. de 2024	88
Anexo 20. El 19 de dic. de 2024 se realizó la segunda dosis de aplicación de lixiviado (200 mL), 2 litros de lixiviado en 18 litros de agua, a los 8 días	88
Anexo 21. El día 26 de dic. de 2024 se ejecutó la toma de datos de altura y rebrotes a los 30 días de la primera aplicación de lixiviado	89
Anexo 22. La segunda dosis por frecuencia de aplicación de lixiviado a los 15 días, (200 mL) 2 litros de lixiviado en 18 de agua realizada el día 3 de ene. de 2024 ..	89
Anexo 23. Se observa a los participantes de la investigación experimental	90
Anexo 24. Se visualiza el lugar del experimento Lodana, Manabí	90
Anexo 25. Se observan las unidades experimentales con sus debidas señaléticas	91

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto del lixiviado de estiércol bovino en el desarrollo, composición nutricional y propiedades del suelo en el cultivo de pasto Saboya mejorado (*Megathyrsus maximus*) en la Finca Experimental Lodana, ubicada en Santa Ana, Manabí. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), aplicando un estudio bifactorial, evaluó la influencia de dos factores: la dosis de lixiviado de estiércol bovino y la frecuencia de aplicación. Las dosis consideradas fueron A1 (100 mL por litro de agua) y A2 (200 mL por litro de agua), mientras que las frecuencias de aplicación fueron B1 (cada 8 días) y B2 (cada 15 días). Estas combinaciones dieron lugar a cinco tratamientos: A1B1 (100 mL/20 L cada 8 días), A1B2 (100 mL/20 L cada 15 días), A2B1 (200 mL/20 L cada 8 días), A2B2 (200 mL/20 L cada 15 días) y un control sin aplicación (T0). Los parámetros analizados incluyeron altura del pasto, número de rebrotes, composición nutricional del forraje y propiedades químicas del suelo. Los resultados del experimento sobre el efecto del lixiviado de estiércol bovino en el pasto Saboya mostraron diferencias significativas a nivel estadístico en varias variables ($p < 0,05$). A los 15 días, el tratamiento A1B2 (100 mL/15 días) presentó la mayor altura, mientras que, a los 30 días, el tratamiento A2B1 (200 mL/8 días) obtuvo la mayor altura promedio (2,03 cm). En cuanto al número de rebrotes, no se observaron diferencias significativas a nivel estadístico entre tratamientos, aunque todos mostraron un aumento en los 30 días. El tratamiento A2B1 también obtuvo el mayor peso de biomasa (879,75 g), superando al tratamiento T0 (sin aplicación). El análisis del suelo previo mostró pH 6.9, con alta capacidad de retención de nutrientes. El análisis foliar indicó un contenido adecuado de proteínas (9,06%) y humedad (74,76%). El estudio concluye que el uso de lixiviado de estiércol bovino puede ser una herramienta clave en la producción forrajera, ya que no solo promueve el desarrollo y calidad del cultivo, sino que también mejora la fertilidad del suelo, contribuyendo así a la sostenibilidad y productividad de los sistemas ganaderos.

Palabras clave: *Megathyrsus maximus*, composición nutricional, lixiviado de estiércol de bovino.

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of bovine manure leachate on the development, nutritional composition and soil properties in the cultivation of improved Savoy grass (*Megathyrus maximus*) at the Lodana Experimental Farm, located in Santa Ana, Manabí. A completely randomized block design (DBCA) was used, applying a two-factor study, evaluating the influence of two factors: the dose of bovine manure leachate and the frequency of application. The doses considered were A1 (100 mL per liter of water) and A2 (200 mL per liter of water), while the application frequencies were B1 (every 8 days) and B2 (every 15 days). These combinations resulted in five treatments: A1B1 (100 mL/20 L every 8 days), A1B2 (100 mL/20 L every 15 days), A2B1 (200 mL/20 L every 8 days), A2B2 (200 mL/20 L every 15 days), and a no-app control (T0). The parameters analyzed included pasture height, number of regrowths, nutritional composition of the forage and chemical properties of the soil. The results of the experiment on the effect of bovine manure leachate on Savoy pasture showed significant differences in several variables ($p < 0.05$). At 15 days, the A1B2 treatment (100 mL/15 days) had the highest height, while at 30 days, the A2B1 treatment (200 mL/8 days) had the highest average height (2.03 cm). Regarding the number of outbreaks, no significant differences were observed between treatments, although all showed an increase in the 30 days. The A2B1 treatment also obtained the highest biomass weight (879.75 g), surpassing the T0 treatment (without application). Previous soil analysis showed pH 6.9, with high nutrient retention capacity. Foliar analysis indicated an adequate protein (9.06%) and moisture (74.76%) content. The study concludes that the use of bovine manure leachate can be a key tool in forage production, as it not only promotes crop development and quality, but also improves soil fertility, thus contributing to the sustainability and productivity of livestock systems.

Keywords: *Megathyrus maximus*, nutritional composition, leachate from bovine manure.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la superficie dedicada a pastos en 2023 alcanza los 5,1 millones de hectáreas, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). De esta superficie 2.323.582 hectáreas corresponden a pastos cultivados, representando el 45,3% del total, mientras que 686.315 hectáreas son de pastos naturales, lo que equivale al 13,5% del total nacional (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2023).

La distribución de pastizales por región revela que la costa es el área más significativa, con 3.274.517 hectáreas, lo que equivale al 64,2% del total nacional. En segundo lugar, se encuentra la sierra, con 1.529.201 hectáreas (30%), seguida por la Amazonía con 296.282 hectáreas (5,8%), además que la provincia de Manabí resalta al concentrar el 27,5% del total nacional de pastos cultivados. Un aspecto notable es el incremento del 6,2% en la superficie dedicada a pastos naturales en comparación con los datos de 2021 (ESPAC 2023), subrayando así su relevancia para las actividades ganaderas y agrícolas en general.

En cuanto al pasto saboya mejorado (*Megathyrsus maximus*), la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) de 2020 reportó que esta especie forrajera era la más utilizada en Ecuador, la superficie cultivada fue de 188.5 mil hectáreas, siendo una cifra que representa una disminución del 6.2% en comparación con 2019, cuando se registraron 201.4 mil hectáreas (ESPAC 2021).

A pesar de la disminución en la producción del pasto Saboya en los últimos años, continúa siendo la especie forrajera más empleada, representando el 40.08% del área total dedicada a pastos cultivados. Las principales regiones productivas incluyen la Costa (54.4%), seguida por la Sierra (26.6%) y la Amazonía (19.0%). La producción de este pasto se destina en gran medida al pastoreo directo de ganado bovino y porcino, convirtiéndose en un recurso esencial para la alimentación ganadera, especialmente en la región costera (Leal et al. 2023).

El pasto Mombasa, una variedad mejorada del pasto guinea, se destaca por sus excepcionales cualidades tanto agronómicas como nutricionales. En Ecuador, es ampliamente reconocido por su habilidad para adaptarse a diferentes climas cálidos, desde tropicales hasta subtropicales, lo que lo hace ideal para múltiples zonas del país. Además, su fortaleza le permite desarrollarse en suelos diversos y enfrentar condiciones ambientales adversas, proporcionando una cobertura uniforme y duradera (Delgado *et al.* 2020).

El pasto saboya mejorado Mombasa destaca no solo por su adaptabilidad, sino también por su alto valor nutritivo, con un contenido elevado de proteínas y fibra que mejora significativamente la dieta del ganado. Esta variedad contribuye a optimizar la calidad del forraje disponible, favoreciendo el crecimiento saludable de los animales y aumentando la producción de leche y carne. Su capacidad para mantener propiedades nutritivas constantes durante todo el año, incluso en épocas de sequía, lo convierte en una alternativa ideal para la producción ganadera sostenible y rentable. Además, su facilidad de cultivo en cualquier temporada lo posiciona como un recurso esencial en la alimentación del ganado (Abril *et al.* 2017).

Recientes investigaciones han resaltado los beneficios de la fertilización orgánica en el pasto saboya, destacando su capacidad para mejorar tanto el rendimiento como la calidad nutricional del forraje. Estudios han demostrado que el uso de abonos orgánicos aumenta significativamente la digestibilidad de la materia seca y la proteína, con un incremento del 43,09% tras 72 horas (Trejo *et al.* 2023). Asimismo, la contribución de fertilizantes como compost y estiércol a la sostenibilidad ambiental, mejora la salud del suelo y fomentando la actividad de microorganismos beneficiosos, aspectos cruciales para la conservación de ecosistemas pastoriles (Méndez-Martínez *et al.* 2018).

Otros estudios, evidenciaron que el vermicompost potencia el crecimiento, la biomasa y la calidad del forraje en diversas variedades de pastos, como bermuda y elefante, en suelos degradados (Zavattaro *et al.* 2019). De tal modo que el

impacto positivo del vermicompost en el pasto guinea, subrayan el potencial de estos fertilizantes como alternativas sostenibles (Font 2019).

Por ello, este estudio se centra en evaluar el desempeño del pasto saboya mejorado Mombasa en la finca Lodana, Santa Ana, mediante el uso de fertilizantes orgánicos como el estiércol bovino. Este enfoque busca mejorar la calidad y productividad del pasto, mientras se promueve una alternativa sostenible y rentable para la ganadería. Además, se pretende fortalecer la salud del suelo y fomentar prácticas responsables con el medio ambiente, contribuyendo al desarrollo de sistemas ganaderos más eficientes y sostenibles en Manabí.

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Origen pasto saboya mejorado *Megathyrus maximus*

El pasto saboya, conocido científicamente como *Megathyrus maximus*, tiene su origen en las regiones tropicales de África, donde se encuentra de forma natural en praderas y áreas de sabana. Esta especie fue introducida a otras partes del mundo debido a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y de suelo, convirtiéndose en una opción clave para la alimentación del ganado en climas cálidos (Vera et al. 2024).

En América Latina, *Megathyrus maximus* ha ganado popularidad por su versatilidad y resistencia, consolidándose como uno de los pastos más utilizados en la producción ganadera. Su capacidad para prosperar en áreas tropicales y subtropicales, junto con su alto potencial forrajero, ha llevado a investigaciones destinadas a maximizar su productividad. Estas características han hecho del pasto saboya mejorado una especie esencial en la ganadería sostenible, promoviendo el desarrollo de sistemas productivos más eficientes y ecológicos (Derichs et al. 2021).

1.1.2. Distribución y taxonomía de pasto saboya mejorado *Megathyrus maximus*

El pasto saboya mejorado (*Megathyrus maximus*) se distribuye ampliamente en regiones tropicales y subtropicales del mundo, gracias a su capacidad de

adaptación a diferentes condiciones climáticas y edáficas. Originalmente nativo de África, este pasto se ha establecido con éxito en América Latina, Asia, Oceanía y el Caribe, donde es altamente valorado en sistemas ganaderos (Muñante et al. 2021).

En América Latina, su presencia es notable en países como Brasil, Colombia, Venezuela y Ecuador, debido a su idoneidad para pastizales tropicales y suelos de mediana a baja fertilidad. Su cultivo se encuentra predominantemente en áreas donde las temperaturas oscilan entre 20 y 35 °C y las precipitaciones anuales son superiores a los 1000 mm, lo que asegura un crecimiento vigoroso y una alta producción forrajera. Esta distribución global resalta su importancia como recurso estratégico para la ganadería sostenible en diversas regiones (Venegas y Pincay 2024).

El pasto saboya mejorado (*Megathyrsus maximus*) pertenece a la familia Poaceae y anteriormente era conocido como *Panicum maximum*. Su clasificación taxonómica refleja su origen y su relación con otras gramíneas tropicales de alto valor forrajero, y se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pasto saboya mejorado

Categoría	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Megathyrsus</i>
Especie	<i>Megathyrsus maximus</i>

Fuente: (Mojica y Burbano 2020)

1.1.2. Generalidades del pasto saboya mejorado *Megathyrus maximus*

En la tabla 2 se presentan las generalidades del pasto saboya mejorado:

Tabla 2. Generalidades del pasto saboya mejorado

Aspecto	Detalle
Nombre Científico	<i>Megathyrus maximus</i>
Nombre Vulgar	Pasto Guinea o Pasto saboya mejorado
Origen	África tropical, especialmente Tanzania
Vida	Perenne (pastura permanente)
Hábito de Crecimiento	Cespitoso, matoso, erecto; hojas anchas de hasta 2.5 cm; alcanza entre 1.30 y 1.60 m de altura
Relación Tallo/Hojas	Predominio de hojas sin vellos ni serosidades
Producción	10 y 30 t de. MS/ha por año
Contenido de Proteína Cruda	6% - 25%, dependiendo de la edad y condiciones de crecimiento
Palatabilidad	Excelente durante todo el año para bovinos, equinos y pequeños rumiantes
Digestibilidad	Alta en estado vegetativo; disminuye al madurar
Tiempo de Establecimiento	60 a 90 días después de la siembra
Pastoreo o Corte	Idealmente cuando alcanza 50-90 cm de altura; se recomienda dejar un remanente de 20-30 cm
Utilización	Heno, ensilaje, pastoreo para ganado en lactancia y engorde, así como para equinos

Fuente: (Vera et al. 2024, Mojica y Burbano 2020).

1.1.3. Características nutricionales del pasto saboya mejorado *Megathyrsus maximus*

En la tabla 3 se presentan las características nutricionales del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), destacando su contenido de proteína, fibra, ceniza, entre otros componentes.

Tabla 3. Características nutricionales del pasto saboya mejorado

Componente Nutricional	Valor (%)
Proteína Bruta	8.5% - 12%
Fibra Bruta	38.0% - 42.0%
Ceniza	10.5%
Grasa	1.3%
Humedad	70.0%
FDN (Fibra Detergente Neutra)	68.0% - 72.0%
FDA (Fibra Detergente Ácida)	50.0% - 55.0%

Fuente: (Gómez et al. 2021)

Cabe mencionar que los valores de la tabla 3 pueden variar según las condiciones de manejo, fertilización y etapa de desarrollo del pasto, siendo más óptimos en estados vegetativos.

1.1.3. Morfología del pasto saboya mejorado *Megathyrsus maximus*

El pasto saboya mejorado se puede clasificación según su habito de crecimiento, hojas, inflorescencia, entre otros que componen su morfología, mismas que se mencionan a continuación:

A. Hábito de Crecimiento

El pasto saboya mejorado es una gramínea de porte alto, que en condiciones óptimas puede alcanzar alturas de hasta 4 metros. Su crecimiento vigoroso y erguido lo hace adecuado para sistemas de producción forrajera intensiva. Este porte elevado facilita su uso en pastoreo y ensilaje, además de permitir

una mayor captura de luz solar, lo que se traduce en una alta productividad. Su capacidad de regeneración después del corte lo convierte en una opción ideal para sistemas de pastoreo rotativo (Brummerloh y Kuka 2023).

B. Hojas

Sus hojas son largas y estrechas, alcanzando hasta 100 cm de longitud y 3.5 cm de ancho. Estas hojas tienen una textura suave y son altamente palatables, lo que las convierte en una fuente importante de alimento para el ganado. Su relación favorable entre fibra y proteína, especialmente en estado vegetativo, garantiza una buena digestibilidad. Además, las hojas mantienen su calidad durante períodos prolongados, lo que las hace ideales para el forraje continuo (Venegas y Pincay 2024).

C. Base Foliar

La base foliar forma macollas compactas, a partir de las cuales crecen las hojas. Aunque no tiene tallos verdaderos, su estructura herbácea le permite desarrollarse de manera eficiente, maximizando la captación de luz solar. Estas macollas facilitan el manejo del pasto, permitiendo cortes frecuentes sin afectar el crecimiento de la planta. Además, la densidad de las macollas contribuye a una cobertura uniforme del suelo, ayudando a reducir la erosión (Trejo et al. 2023).

D. Inflorescencia

La inflorescencia es grande y ramificada, con numerosas espiguillas florales. Esta disposición facilita la reproducción y asegura una alta producción de semillas. Las panículas abiertas permiten una amplia dispersión de las semillas, mejorando su establecimiento en nuevas áreas. En condiciones óptimas, las inflorescencias pueden producir semillas viables con alto potencial de germinación, favoreciendo la sostenibilidad del cultivo (Zavattaro et al. 2019).

E. Sistema Radicular

Posee un sistema radicular fasciculado y profundo, que le permite extraer agua y nutrientes de las capas inferiores del suelo. Esta característica les otorga una gran resistencia a períodos de sequía moderada y contribuye a la estabilidad del suelo. Las raíces también favorecen la actividad de microorganismos beneficiosos, que mejoran la fertilidad del suelo. Este sistema radicular extenso permite una rápida recuperación tras el pastoreo o el corte (Terán et al. 2023).

F. Adaptabilidad

Megathyrsus maximus se adapta a un rango amplio de condiciones ambientales, desde el nivel del mar hasta altitudes de 1800 metros sobre el nivel del mar. Puede crecer en suelos fértiles y soportar climas cálidos con lluvias variables. Además, tolera suelos de baja fertilidad si se manejan adecuadamente con fertilizantes orgánicos, como el estiércol bovino. Su adaptabilidad lo posiciona como una especie clave en la ganadería tropical y subtropical (Mojica y Burbano 2020).

G. Reproducción

Su reproducción puede ser tanto sexual, a través de semillas, como vegetativa. Este mecanismo dual asegura su propagación eficiente y facilita su manejo en sistemas agropecuarios (Paco et al. 2022). Las semillas pequeñas y ligeras garantizan una buena dispersión, mientras que la reproducción vegetativa asegura una cobertura rápida y uniforme del suelo. Este enfoque múltiple lo hace ideal para sistemas de producción intensiva y regeneración de áreas degradadas (Vera et al. 2024).

1.1.4. ¿Qué es estado de resoca en pastos?

El estado de resoca en pastos se define como el periodo de recuperación y rebrote que experimentan las gramíneas forrajeras después de ser sometidas a cortes o al pastoreo por el ganado. Este proceso se activa mediante la utilización de las reservas energéticas acumuladas en las bases foliares y el sistema radicular de las plantas, lo que permite el desarrollo de nuevos brotes y hojas. La resoca es un

indicador clave de la capacidad de regeneración del pasto y es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de producción forrajera (Leal et al. 2023).

La eficiencia del estado de resoca está influenciada por factores ambientales y de manejo, como la altura de corte, la periodicidad de los pastoreos, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y las condiciones climáticas (Pita et al. 2023). Un manejo adecuado, que incluya prácticas como cortes moderados y fertilización, favorece una recuperación más rápida y eficiente del pasto. Por otro lado, prácticas inadecuadas, como cortes excesivamente bajos o el sobrepastoreo, pueden debilitar el sistema radicular, reducir la biomasa producida en ciclos posteriores y comprometer la calidad del forraje (Cardoso et al. 2021).

En el contexto de sistemas de producción ganadera intensiva, el manejo estratégico del estado de resoca es esencial para maximizar la productividad sin comprometer la sostenibilidad del recurso. En especies como el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*), caracterizado por su vigoroso rebrote, el manejo del estado de resoca adquiere una importancia particular. Este enfoque permite mantener una alta disponibilidad de forraje, mejorar la calidad del suelo y prolongar la vida útil del cultivo, contribuyendo así a sistemas productivos más eficientes y sostenibles (Paredes y Guzmán 2024).

1.1.5. Fertilizantes orgánicos en pastos

Los fertilizantes orgánicos son una alternativa sostenible para mejorar la calidad y productividad de los pastos, ya que aportan nutrientes esenciales al suelo de manera natural y contribuyen a su regeneración (Stroheim y Hoag 2021). Estos fertilizantes, como el estiércol bovino, el compost y el vermicompost, liberan gradualmente nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, favoreciendo el crecimiento de las gramíneas. Además, su aplicación mejora la estructura del suelo, incrementa su capacidad de retención de agua y promueve la actividad microbiana, factores clave para mantener la fertilidad y garantizar un desarrollo óptimo de los pastos (Héctor et al. 2020).

En los sistemas ganaderos, el uso de fertilizantes orgánicos ofrece múltiples beneficios, como la reducción de costos asociados a la compra de insumos químicos y la disminución del impacto ambiental. En pastos como el saboya (*Megathyrus maximus*), la fertilización orgánica mejora significativamente la calidad del forraje, aumentando su contenido de proteína y su digestibilidad (De Dios et al. 2022). Este enfoque sostenible no solo incrementa la productividad del pasto, sino que también contribuye a la conservación del ecosistema, convirtiéndose en una práctica clave en la transición hacia modelos de producción ganadera más eficientes y respetuosos con el medio ambiente (Feng et al. 2024).

1.1.6. Lombriz roja californiana

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es una especie de lombriz de tierra ampliamente utilizada en la producción de fertilizantes orgánicos debido a su capacidad para descomponer materia orgánica de manera eficiente (Holatko et al. 2022). Esta lombriz, originaria de regiones templadas, se caracteriza por su alta tasa de reproducción y resistencia a diversas condiciones ambientales, lo que la convierte en una opción ideal para procesos de lombricompostaje. A través de su actividad biológica, transforma desechos orgánicos en humus de alta calidad, rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, además de favorecer la estructura y la fertilidad del suelo (De Oliveira et al. 2020).

En sistemas agrícolas y ganaderos, la lombriz roja californiana desempeña un papel crucial en la gestión sostenible de residuos orgánicos. Su capacidad para convertir estiércol bovino y otros residuos en un fertilizante natural mejora la calidad del suelo y reduce la necesidad de insumos químicos (Paredes y Guzmán 2024).

1.1.7. Vermicompost de lombriz roja californiana

El vermicompost es un fertilizante orgánico obtenido mediante el proceso de descomposición de residuos orgánicos, llevado a cabo por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Este proceso, conocido como vermicompostaje, transforma materiales como estiércol, restos de cultivos y residuos vegetales en un abono de alta calidad. El vermicompost se caracteriza por su contenido equilibrado

de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, además de compuestos bioactivos que mejoran significativamente la fertilidad del suelo (López et al. 2021). Este producto natural se distingue por liberar nutrientes de manera gradual, lo que lo hace ideal para cultivos que requieren un suministro constante y sostenido (Stroheim y Hoag 2021).

En la producción de pastos como el saboya (*Megathyrus maximus*), el uso de vermicompost resulta especialmente beneficioso. Este abono orgánico no solo incrementa la calidad del forraje al mejorar su contenido de proteína y fibra digestible, sino que también fortalece el sistema radicular, lo que permite una mayor resistencia a condiciones adversas como la sequía (Corrales et al. 2024). Además, el vermicompost mejora la estructura del suelo, incrementando su capacidad de retención de agua y aireación, factores cruciales para el crecimiento óptimo de los pastos. Su aplicación regular puede reducir la dependencia de fertilizantes químicos, contribuyendo así a sistemas de producción más sostenibles (Gaudutis et al. 2023).

El vermicompost también fomenta la actividad microbiana beneficiosa del suelo, promoviendo un ecosistema más equilibrado y saludable (Font 2019). Los microorganismos presentes en el vermicompost ayudan a descomponer la materia orgánica y a liberar nutrientes en formas que son fácilmente absorbidas por las plantas. Estas características lo convierten en una herramienta clave en la implementación de prácticas agroecológicas, al reducir los impactos ambientales negativos asociados con el uso de fertilizantes sintéticos y al promover la regeneración natural del suelo (Prado et al. 2023).

1.1.8. Lixiviado de estiércol bovino como fertilizante orgánico

El lixiviado es un líquido rico en nutrientes que se genera a partir de la descomposición de materia orgánica, especialmente durante el proceso de vermicompostaje. Este líquido se filtra a través del material en descomposición, arrastrando consigo componentes solubles como nitrógeno, fósforo, potasio y microorganismos beneficiosos. En el caso del vermicompost de lombriz roja

californiana (*Eisenia foetida*), el lixiviado se obtiene recolectando el líquido que escurre de la materia orgánica en descomposición, como estiércol y residuos vegetales, bajo condiciones controladas de humedad y aireación (Holatko et al. 2022).

A. Fertilizante Lixi-Powerful

El lixiviado de vermicompost de lombriz roja californiana, conocido comercialmente como LIXI-POWERFUL, es un bioestimulante hidrosoluble desarrollado en la provincia de Manabí (Peñafiel 2024). Este producto destaca por su capacidad para mejorar la calidad del suelo y estimular el desarrollo de los cultivos gracias a su rica composición química y sus beneficios agroecológicos. En la tabla 4 se presenta la composición química detallada de este lixiviado:

Tabla 4. Composición química de Lixiviado de estiércol bovino Lixi-Powerful elaborado por Bioinsumos D'Peña

Componente	Valor
N (Nitrato NO3)	359 mg/l
NO3-N	81.1 mg/l
Amonio (NH4)	31.8 mg/l
NH4-N	24.7 mg/l
(NO3+NH4)-N	106 mg/l
P Fosfato (PO4)	210 mg/l
PO4-P	68.5 mg/l
K (Potasio)	8200 mg/l
Materia Seca	1.67%
Materia Orgánica	13.1%
pH	7.0

Conductividad (CE)	11.7
Magnesio (Mg)	41.7 mg/l
Calcio (Ca)	155 mg/l
Sulfato (SO4)	548 mg/l
SO4-S	183 mg/l
Sodio (Na)	335 mg/l
Cloruros (Cl)	1040 mg/l
Hierro (Fe)	6.8 mg/l
Manganeso (Mn)	0.77 mg/l
Cobre (Cu)	0.27 mg/l
Zinc (Zn)	0.29 mg/l
Boro (B)	14.5 mg/l
Ácidos Húmicos	2.32 P/V
Ácidos Fúlvicos	2 P/V

Fuente: (Peñañiel 2024).

El lixiviado LIXI-POWERFUL, desarrollado en Manabí, ofrece múltiples beneficios para la producción agrícola y ganadera, destacándose como un producto innovador y sostenible. Este bioestimulante hidrosoluble mejora significativamente la textura del suelo, favoreciendo su aireación y estructura, al tiempo que incrementa la capacidad de retención de humedad, lo que asegura cultivos más húmedos y vigorosos.

Además, aporta grandes cantidades de microorganismos beneficiosos que potencian la actividad biológica del suelo, optimizan los procesos fisiológicos de las plantas y contribuyen a una absorción más eficiente de nutrientes, promoviendo un crecimiento saludable. Asimismo, ayuda a desintoxicar suelos contaminados con

productos químicos y exceso de sales, contribuyendo a la sostenibilidad y regeneración de los ecosistemas agrícolas.

En cuanto a su uso y dosificación, LIXI-POWERFUL puede aplicarse de forma directa al suelo (drench) diluyendo 40 litros del producto en un tanque de 160 litros de agua, o mediante aplicación foliar, diluyendo 20 litros en un tanque de 180 litros de agua. Para obtener resultados óptimos, se recomienda realizar las aplicaciones cada 20 días. Estas características lo convierten en una herramienta clave para mejorar tanto los rendimientos de los cultivos como la calidad de los suelos, promoviendo sistemas de producción más eficientes y sostenibles.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pasto Saboya mejorado (*Megathyrsus maximus*) es una de las especies forrajeras más utilizadas en sistemas ganaderos debido a su alto rendimiento y adaptabilidad a climas tropicales (Park et al. 2024). Sin embargo, el manejo inadecuado de los pastizales ha contribuido significativamente a la degradación del suelo, una problemática que afecta la sostenibilidad de los sistemas productivos. Entre los principales desafíos se encuentra la erosión del suelo, que reduce su capacidad de retención de agua y nutrientes, comprometiendo tanto la calidad del forraje como la productividad a largo plazo (Garro 2017).

Esta erosión, a su vez, se ve exacerbada por la compactación del suelo, la cual reduce la porosidad y limita la infiltración de agua, así como el crecimiento de las raíces del pasto Saboya (Hasang et al. 2021). Además, la pérdida de nutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio agrava la situación al disminuir el desarrollo óptimo de este pasto, de tal manera que las consecuencias de estas problemáticas son variadas y profundas (Iscajramani 2021).

Sumado a lo anterior que se ha observado una disminución en el crecimiento y producción de forraje, lo que afecta directamente la calidad nutritiva del pasto Saboya, volviéndolo menos adecuado para el consumo animal (De La Torre et al. 2021), lo cual no solo impacta en la economía de los ganaderos, sino que también

representa un riesgo para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los pastizales.

Entre los causantes de dichos efectos negativos, se mencionan las prácticas agrícolas inadecuadas como el sobrepastoreo, la labranza excesiva y el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y pesticidas contribuyen a la degradación del suelo (Jaime *et al.* 2020). Asimismo, la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal agravan esta situación, al tiempo que el cambio climático, manifestado en el aumento de la temperatura y la ocurrencia de sequías e inundaciones, complica aún más la recuperación de estos ecosistemas (Montilla *et al.* 2017).

El uso masivo de fertilizantes sintéticos en la producción de pastos se ha convertido en una tendencia global de gran impacto, representando aproximadamente el 30% del consumo total de fertilizantes a nivel mundial, lo que equivale a cerca de 60 millones de toneladas anuales (Zavattaro *et al.* 2019). Los pastos destinados a la ganadería lideran este consumo con un estimado de 40 millones de toneladas, mientras que los cultivos forrajeros también demandan unos 20 millones de toneladas (Rupay *et al.* 2023). Este alto consumo se concentra principalmente en fertilizantes como la urea, el superfosfato triple y el cloruro de potasio, que abarcan aproximadamente el 50%, 30% y 20% del total aplicado (Mondal y Palit 2022, Nicolopoulou *et al.* 2017).

Este patrón de uso intensivo de fertilizantes sintéticos no solo refleja la alta dependencia de estos insumos para la productividad de los pastos, sino que también plantea preocupaciones sobre su sostenibilidad ambiental y económica. La acumulación de químicos en el suelo puede degradar su estructura y calidad, reduciendo la capacidad del ecosistema para regenerarse y aumentando el riesgo de contaminación de fuentes hídricas cercanas.

A pesar de su amplia utilización, los fertilizantes sintéticos generan diversos impactos negativos en el medio ambiente. En el suelo, su uso excesivo provoca acidificación, pérdida de biodiversidad y erosión, además de la lixiviación de nitratos

y fósforo hacia las aguas subterráneas. Esto no solo afecta la fertilidad y estructura del suelo, sino que también contribuye a la contaminación de fuentes de agua, lo que puede reducir su calidad y generar problemas de eutrofización. A nivel atmosférico, la volatilización de fertilizantes nitrogenados libera amoníaco, exacerbando la contaminación del aire (Stroheim y Hoag 2021).

Ante esta problemática, surge la necesidad de explorar alternativas sostenibles que reduzcan la dependencia de fertilizantes químicos y promuevan el uso de insumos orgánicos. Productos como el vermicompost y el lixiviado de lombriz roja californiana representan soluciones prometedoras, al mejorar la fertilidad del suelo, reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y fomentar sistemas de producción más sostenibles.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a la necesidad de buscar alternativas orgánicas, el vermicompost, se propone para mitigar estos impactos negativos y promover sistemas agrícolas más sostenibles (Henríquez *et al.* 2021), y así promover la recuperación de los pastizales de manera integral, donde es crucial recuperar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de abonos orgánicos como el vermicompost, que además de ser rico en nutrientes y materia orgánica, mejora la estructura del suelo y aumenta su capacidad de retención de agua (Villegas y Laines 2017).

La conversión del estiércol bovino en lixiviado de vermicompost se presenta como una estrategia altamente beneficiosa desde una perspectiva ambiental y agrícola, en primera instancia, al reutilizar el estiércol bovino, debido que cuando no es procesado adecuadamente o se encuentra en estado de desperdicio, puede ocasionar diversos problemas ambientales significativos (Ormeño *et al.* 2018). Por otro lado, al convertir el estiércol bovino en vermicompost, se logra mitigar estos impactos negativos de manera efectiva.

Además, el lixiviado de vermicompost contribuye a controlar enfermedades del suelo, favorece la biodiversidad microbiológica y promueve la sostenibilidad

agrícola al cerrar el ciclo de nutrientes y disminuir la dependencia de insumos externos, de tal manera que esta transformación del estiércol en un recurso valioso como el vermicompost no solo minimiza los efectos negativos del estiércol sin tratar, sino que también representa una estrategia efectiva para mejorar la productividad agrícola de manera sostenible y responsable con el medio ambiente (Vázquez *et al.* 2020).

En el presente trabajo, uso del lixiviado de vermicompost se presenta como una alternativa viable y prometedora en la recuperación de los pastizales de pasto Saboya, su principal atención para este estudio, se debe a su capacidad para mejorar la actividad microbiana del suelo, reducir la necesidad de fertilizantes químicos y pesticidas, y contribuir a la sostenibilidad ambiental de los pastizales lo convierte en un recurso clave en esta lucha (Villegas y Laines 2017). Sin embargo, es necesario llevar a cabo investigaciones más profundas para evaluar su efectividad en diferentes condiciones edáficas y climáticas, y promover su adopción entre los ganaderos como parte de estrategias más amplias de conservación del suelo y seguridad alimentaria.

Se reconoce la importancia de esta investigación, y también en la elección de la zona de estudio, pues el pasto Saboya mejorado (*Megathyrsus maximus*) es una especie ampliamente utilizada en la ganadería debido a su alta productividad y calidad forrajera. Sin embargo, su recuperación en suelos degradados representa un desafío significativo para los productores, especialmente en regiones afectadas por problemas de erosión, compactación y pérdida de nutrientes (Cedeño *et al.* 2017).

La selección de la zona de estudio se justifica por la necesidad de abordar estas problemáticas en un contexto real y relevante para la actividad ganadera, debido que en Santa Ana va en auge la producción ganadera y asimismo la producción de pasto, desde hace más de una década. De esta manera, los hallazgos podrán extrapolarse de manera más precisa a otras regiones con características similares, ampliando así el alcance de esta investigación.

El uso de métodos orgánicos en lugar de fertilizantes sintéticos para el cultivo del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) está estrechamente vinculado a la promoción de sistemas agrícolas sostenibles y la mejora de la calidad nutricional del forraje. Estos métodos contribuyen a la sostenibilidad ambiental al reducir la dependencia de productos químicos, minimizando su impacto negativo sobre el suelo, el agua y los ecosistemas.

Asimismo, el enfoque orgánico mejora la calidad del forraje, lo que repercute positivamente en la nutrición del ganado y, en última instancia, en la productividad ganadera, donde métodos como la aplicación de lixiviados de vermicompost que de acuerdo a otros estudios han demostrado su eficacia en el enriquecimiento del suelo y el aumento del valor nutricional de los pastos. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del lixiviado de estiércol bovino sobre el pasto Saboya mejorado en etapa de resoca, llevado a cabo en la finca experimental Lodana, como una alternativa sostenible y eficaz para la producción ganadera.

1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál será el efecto del uso de lixiviado de vermicompost en la etapa de resoca y desarrollo del pasto Saboya mejorado mombasa (*Megathyrsus maximus*), considerando parámetros como altura, rendimiento y composición nutricional?
- ¿Cuál es la dosis óptima de lixiviado vermicompost para obtener los mejores resultados sobre las variables productivas en la etapa de resoca del pasto Saboya?

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis alternativa (HA)

El uso de lixiviado de vermicompost mejora significativamente el desarrollo del pasto Saboya mejorado en etapa de resoca (*Megathyrsus maximus*) en comparación al tratamiento testigo.

1.5.2. Hipótesis nula (H0)

El uso de lixiviado de vermicompost no mejora significativamente el desarrollo del pasto Saboya mejorado en etapa de resoca (*Megathyrus maximus*) en comparación al tratamiento testigo.

OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del lixiviado de estiércol bovino sobre el pasto saboya mejorado en etapa de resoca (*Megathyrus maximus*) en la finca experimental Lodana.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición nutricional del pasto Saboya mejorado (*Megathyrus maximus*) antes y después de la aplicación.
- Analizar parámetros químicos del suelo pre y post aplicación del estudio.
- Determinar el efecto del uso del lixiviado sobre el desarrollo del pasto saboya mejorado (*Megathyrus maximus*).
- Realizar la estimación económica de costos de todo el experimento.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del lugar de la investigación

Este trabajo de investigación se realizó en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí en la Finca experimental Lodana de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), con las siguientes coordenadas: Latitud sur: 1° 18' 33" Longitud oeste: 80° 38' 52". y Altitud 47 m.s.m.m. (Dices.net 2022).

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio "Finca Experimental Lodana"



Fuente: Google Earth (2024)

2. 2. Características edafoclimáticas del área de estudio

Tabla 5. Condiciones agrometeorológicas de la Finca Lodana.

Parámetros	Promedio
Precipitación media anual	878,9 mm
Humedad relativa	80%
Temperatura media anual	28,5°C
Heliofanía anual	1385,1 (Horas sol)
Evaporación	1039,9 mm
Topografía	Regular
Textura del suelo	Arcilloso-limoso
pH	< 7

Fuente: (INAMHI 2016).

2.3. Factores de estudio

Factor (A): Dosis de lixiviado de estiércol bovino

- A1: Media (100 mL por litro de agua)
- A2: Baja (200 mL por litro de agua)

Factor (B): Frecuencia de Aplicación

- B1: Cada 8 días
- B2: Cada 15 días

2.4. Tratamientos

Tabla 6. Combinación de tratamientos evaluados

Tratamientos	Dosis	Frecuencia de Aplicación
A ₁ B ₁	100mL/20l Agua	Cada 8 días
A ₁ B ₂	100mL/20l Agua	Cada 15 días
A ₂ B ₁	200mL/20l Agua	Cada 8 días
A ₂ B ₂	200mL/20l Agua	Cada 15 días
T ₀	Sin aplicación	-

2.5. Diseño experimental

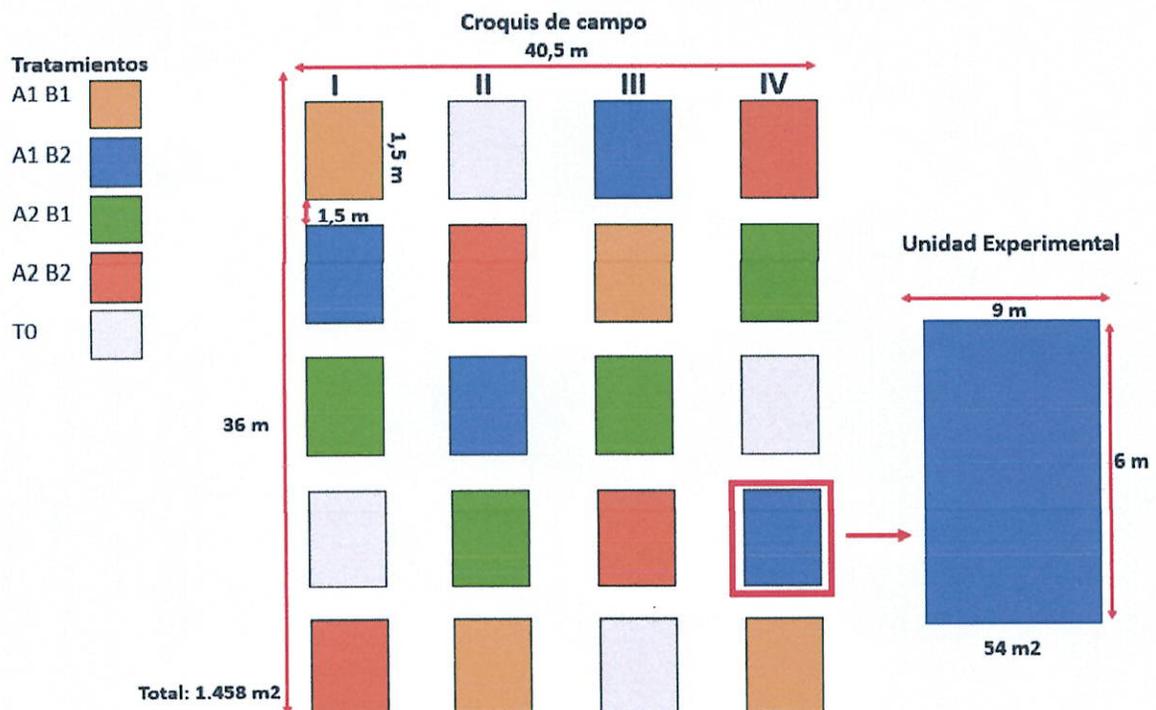
En esta investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 2x2+1 y con cuatro repeticiones. Los datos recolectados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ADEVA), como se describe en la tabla 7, con el objetivo de identificar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Para comparar las medias de los tratamientos y determinar las diferencias específicas, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%, lo que permitió realizar un análisis preciso y confiable de los resultados obtenidos.

Tabla 7. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) 2 x 2 + 1

Fuente de Variación	Grados de Libertad (G.L.)
Total	19
Repeticiones	3
Dosis	1
Frecuencia	1
Interacción (Dosis x Frecuencia)	1
Dosis x Frecuencia + Testigo	1
Error	12

El diseño experimental se estructuró siguiendo el croquis que muestra la disposición de las unidades experimentales (Fig. 2). Cada unidad experimental tuvo una superficie de 54 m² (9 x 6 metros) y se mantuvo separada por una distancia de 1.5 metros. Esta distribución aseguró un espacio adecuado entre las parcelas, lo que evitó interferencias entre tratamientos y garantizó la confiabilidad de los resultados.

Figura 2. Ubicación de los tratamientos y unidad experimental



2.6. Datos tomados y métodos de evaluación

2.6.1. Altura

La altura del pasto Saboya se midió utilizando una regla o cinta métrica, desde la base del suelo hasta la punta más alta de la planta. Las mediciones se realizaron a los 15 y 30 días, hasta la finalización del experimento. En cada evaluación, se seleccionaron 5 plantas del área útil de cada parcela experimental para obtener un promedio representativo de las alturas.

2.6.2. Número de Rebrotos

El número de rebrotos se contó en un área delimitada de 1 metro cuadrado en cada parcela experimental a los 30 días. Este conteo se realizó a intervalos regulares para determinar la densidad de macollos por unidad de área. En cada evaluación, se seleccionaron 5 plantas del área útil, lo que permitió obtener datos precisos sobre la capacidad de propagación del pasto bajo los diferentes tratamientos aplicados.

2.6.4. Biomasa

La biomasa se llevó a cabo a los 30 días de investigación, pesando la materia verde de 5 plantas por cada tratamiento y se representó en gramos.

2.6.4. Análisis de las Condiciones del Suelo

El análisis de las condiciones del suelo se realizó antes y después de la aplicación de los tratamientos, evaluando macro y micronutrientes, conductividad eléctrica, materia orgánica y pH. Las muestras de suelo se enviaron a la estación experimental INIAP-Pichilingue para su análisis, lo que permitió obtener resultados detallados sobre los cambios en la calidad del suelo a lo largo del experimento.

2.6.7. Análisis Foliar

El análisis foliar del pasto Saboya se llevó a cabo enviando muestras de tejido vegetal a los laboratorios de CESECCA, pertenecientes a la universidad. Este análisis permitió determinar la calidad nutricional del pasto en términos de contenido de cenizas, proteínas, humedad, grasa y proteína total. En cada

evaluación se seleccionaron 10 plantas del área útil, garantizando la representatividad y precisión de los resultados.

2.7. Estimación de costos

Se realizó la estimación de costos para determinar los gastos asociados al desarrollo completo del experimento con el pasto Saboya mejorado. Esta evaluación incluyó los costos de preparación del terreno, adquisición y aplicación de vermicompost, riego, control de malezas, monitoreo de enfermedades, análisis de suelo y foliar, así como la mano de obra involucrada en cada actividad. Además, se consideraron los insumos necesarios para el manejo de las parcelas experimentales y la recolección de datos.

2.8. Manejo del experimento

2.7.1. Instalación del Área de Estudio

El área de estudio fue limpiada, desmalezada, cuadrada y nivelada para organizarla de acuerdo con el croquis de campo. Estas actividades garantizaron que todas las parcelas experimentales tuvieran condiciones uniformes, permitiendo una evaluación equitativa de los tratamientos con lixiviado de vermicompost de estiércol bovino.

2.7.2. Aplicación del Lixiviado de Vermicompost

El abono fue aplicado según las concentraciones indicadas en la distribución de los tratamientos: en sus respectivos grupos experimentales. Esta metodología permitió evaluar el impacto de las diferentes dosis en el crecimiento y desarrollo del pasto Saboya mejorado.

2.7.3. Control de Malezas

El control de malezas se realizó de manera manual, asegurando la eliminación de las plantas competidoras que pudieran interferir con el desarrollo del pasto. Este manejo permitió mantener las parcelas experimentales en óptimas condiciones para el crecimiento del cultivo.

2.7.4. Control de Enfermedades

Se llevó a cabo un monitoreo constante para identificar signos tempranos de enfermedades en el cultivo. En los casos necesarios, se implementaron medidas preventivas y curativas adecuadas, lo que ayudó a mantener la sanidad del cultivo y a evitar pérdidas significativas en la producción.

2.7.5. Riego

El riego se realizó mediante el sistema de aspersion, utilizando aspersores estratégicamente ubicados para garantizar una cobertura uniforme en toda el área de cultivo, de acuerdo con la topografía y la disponibilidad de agua en la Finca Experimental Lodana.

2.7.6. Cosecha

El primer corte del pasto Saboya mejorado se realizó a los 30 días, considerando el ciclo de crecimiento óptimo para maximizar su calidad nutricional. En esta etapa, se evaluó el desarrollo del forraje, pero no se procedió con la recolección, ya que se decidió dejar el pasto en la finca para que continuara su crecimiento y se pudieran realizar futuras cosechas. Esta estrategia permitió analizar la capacidad de regeneración del cultivo y garantizar la sostenibilidad del sistema productivo, asegurando que el pasto permaneciera en condiciones ideales para posteriores aprovechamientos en la finca.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS

Una vez evaluados los datos obtenidos durante el experimento, se presentan a continuación los resultados de las variables analizadas. Estas fueron la altura del pasto Saboya, el número de rebrotes, biomasa, las condiciones del suelo antes y después de la aplicación de los tratamientos, el análisis foliar para determinar la calidad nutricional del forraje y la estimación de costos asociada a los gastos para la realización del experimento.

3.1. Resultados de Altura

En los resultados de altura de planta, se observó que el p-valor para los tratamientos a 15 días y 30 días es menor a 0.05 ($p < 0.05$), lo que indica que existen diferencias significativas a nivel estadístico entre los tratamientos. En el caso de 15 días, los tratamientos A2B1 y A2B2 muestran medias más altas que el tratamiento T0, y las diferencias son significativas. A los 30 días, los tratamientos A1B2, A2B1 y A2B2 muestran medias más altas que T0. Los coeficientes de variación fueron elevados (19.36% para 15 días y 13.18% para 30 días), lo que refleja una alta variabilidad en los datos, la cual puede ser atribuida a las condiciones de campo, donde factores como el clima y el tipo de suelo pudieron influir significativamente.

Tabla 8. Resultados del análisis estadístico de la altura de planta a los 15 y 30 días

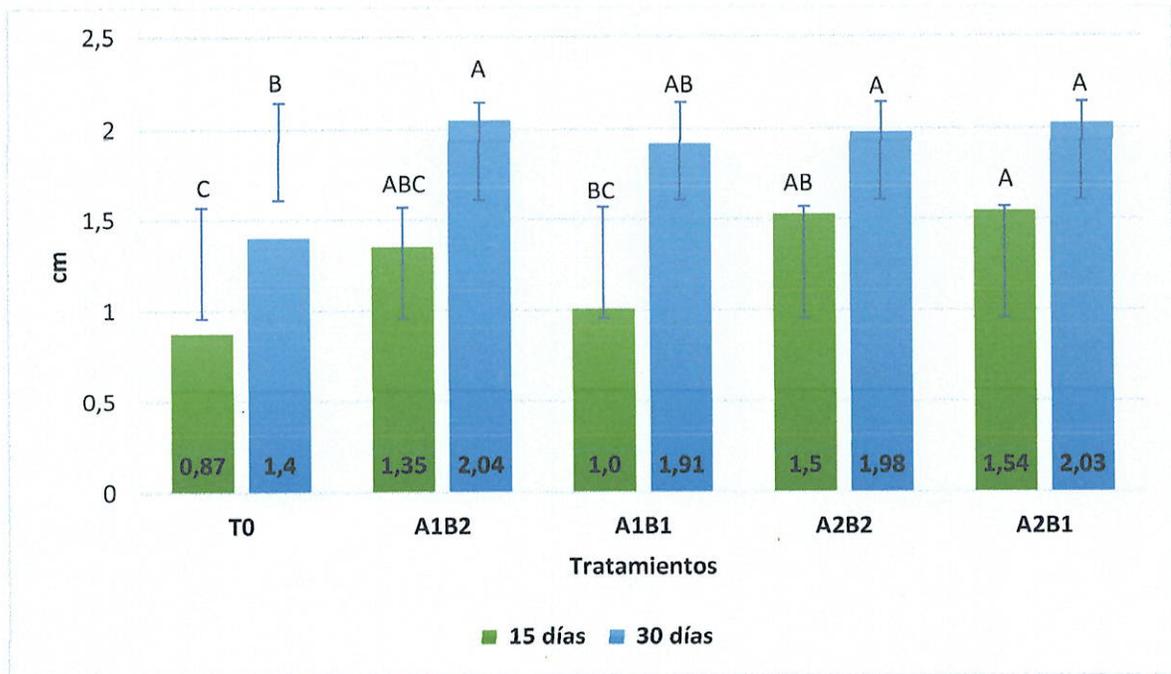
Día	Tratamiento	Media y Letra	Valor F	CV	P-valor
15 días	T0	0.88 C	6.24	19.36	0.0037
	A1B1	1.01 B C	6.24	19.36	0.0037
	A1B2	1.35 A B C	6.24	19.36	0.0037
	A2B1	1.55 A	6.24	19.36	0.0037

	A2B2	1.53 A B	6.24	19.36	0.0037
30 días	T0	1.40 B	4.76	13.18	0.0112
	A1B1	1.92 A B	4.76	13.18	0.0112
	A1B2	2.05 A	4.76	13.18	0.0112
	A2B1	2.03 A	4.76	13.18	0.0112
	A2B2	1.99 A	4.76	13.18	0.0112

La Figura 3 muestra los resultados del análisis estadístico de la altura del pasto Saboya a los 15 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos con diferentes dosis y frecuencias de lixiviado de estiércol bovino. A los 15 días, se observaron diferencias significativas a nivel estadístico ($p < 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento T0 (sin aplicación) presentó la menor altura promedio (0,87 cm), siendo estadísticamente inferior a todos los tratamientos fertilizados. Entre estos, el tratamiento A1B2 (100 mL/ cada 15 días) logró la mayor altura promedio (1,35 cm), mientras que los tratamientos A1B1 (100 mL/ cada 8 días), A2B1 (200 mL/ cada 8 días) y A2B2 (200 mL/ cada 15 días) mostraron alturas de 1,0 cm, 1,5 cm y 1,54 cm respectivamente, todas superiores al tratamiento T0.

A los 30 días, se mantuvieron las diferencias significativas a nivel estadístico ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Nuevamente, el tratamiento T0 registró la menor altura promedio (1,4 cm), mientras que el tratamiento A2B1 obtuvo la mayor altura promedio (2,03 cm). Los tratamientos A1B2, A1B1 y A2B2 alcanzaron alturas promedio de 2,04 cm, 1,91 cm y 1,98 cm respectivamente. Estos resultados demuestran que las dosis más altas de lixiviado (200 mL) y frecuencias más espaciadas (15 días) promovieron un mayor crecimiento del pasto Saboya en el periodo de evaluación.

Figura 3. Resultados del análisis estadístico de la altura de las plantas a los 15 y 30 días.



Nota: Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.2. Número de Rebrotos

En los resultados de número de rebrotos, tanto a los 15 días como a los 30 días, los p-valores son mayores a 0.05 ($p > 0.05$), lo que indica que no hay diferencias significativas a nivel estadístico entre los tratamientos. Esto sugiere que el número de rebrotos no fue significativamente afectado por los tratamientos aplicados. Las medias muestran cierta variación, pero las diferencias observadas no fueron lo suficientemente grandes para considerarlas estadísticamente significativas.

El coeficiente de variación (CV) fue alto, especialmente a los 15 días (22.15%) y a los 30 días (18.85%), lo que refleja alta variabilidad en los datos, lo cual se debe a las condiciones cambiantes que influyeron en los resultados.

Tabla 9. Resultados del análisis estadístico del número de rebrotes a los 15 y 30 días

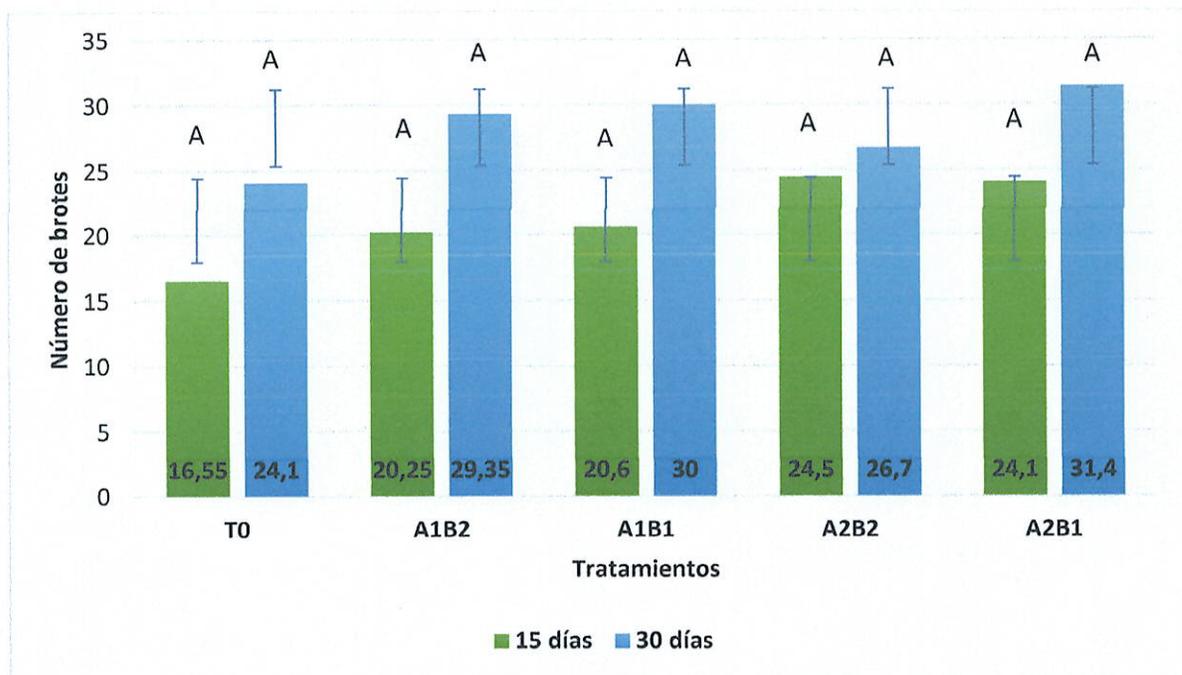
Día	Tratamiento	Media y Letra	Valor F	CV	P-valor
15 días	T0	16.55 A	1.91	22.15	0.1605
	A1B1	20.60 A	1.91	22.15	0.1605
	A1B2	20.25 A	1.91	22.15	0.1605
	A2B1	24.10 A	1.91	22.15	0.1605
	A2B2	24.50 A	1.91	22.15	0.1605
30 días	T0	24.10 A	1.19	18.85	0.3562
	A1B1	30.00 A	1.19	18.85	0.3562
	A1B2	29.35 A	1.19	18.85	0.3562
	A2B1	31.40 A	1.19	18.85	0.3562
	A2B2	26.70 A	1.19	18.85	0.3562

La Figura 4 presenta los resultados del número de rebrotes del pasto Saboya a los 15 y 30 días tras la aplicación de los tratamientos. A los 15 días, no se observaron diferencias significativas a nivel estadístico ($p < 0.05$) entre los tratamientos. El tratamiento T0 (sin aplicación) registró un promedio de 16 rebrotes, mientras que los tratamientos A1B2, A1B1, A2B1 y A2B2 obtuvieron valores promedio de 20,2, 20.6, 24.1 y 24.5 rebrotes, respectivamente.

A los 30 días, todos los tratamientos mostraron un aumento en el número de rebrotes. El tratamiento T0 registró 24.1 rebrotes, mientras que los tratamientos fertilizados mostraron valores de 29.35 rebrotes (A1B2), 30 rebrotes (A1B1), 31.4

rebrotos (A2B1) y 26.7 rebrotos (A2B2). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, lo que indica que el uso del lixiviado de estiércol bovino no generó un efecto diferencial en el número de rebrotos en esta etapa. Por lo tanto, tanto el tratamiento sin aplicación como los fertilizados mostraron un comportamiento similar, lo que sugiere que la capacidad de rebrote del pasto no se vio influenciada de manera significativa por los tratamientos evaluados en las condiciones del experimento.

Figura 4. Resultados del análisis estadístico del número de rebrotos de las plantas a los 15 y 30 días.



Nota: Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.2. Biomasa

Para biomasa, el análisis muestra que el p-valor es menor a 0.05 (< 0.0001), lo que indica que existen diferencias significativas a nivel estadístico entre los tratamientos. Esto significa que los tratamientos aplicados tuvieron un impacto relevante en la biomasa de las plantas. Los tratamientos A2B1 y A1B2 muestran las medias más altas, seguidos por A2B2, mientras que los tratamientos A1B1 y T0 presentan las medias más bajas. El coeficiente de variación (CV) fue de 22.80%, lo que indica una alta variabilidad en los resultados. Esta variabilidad puede explicarse

por las condiciones de campo, donde factores como el clima, el manejo de las plantas, y las características del suelo también influyeron en los resultados obtenidos.

Tabla 10. Resultados del análisis estadístico de la biomasa

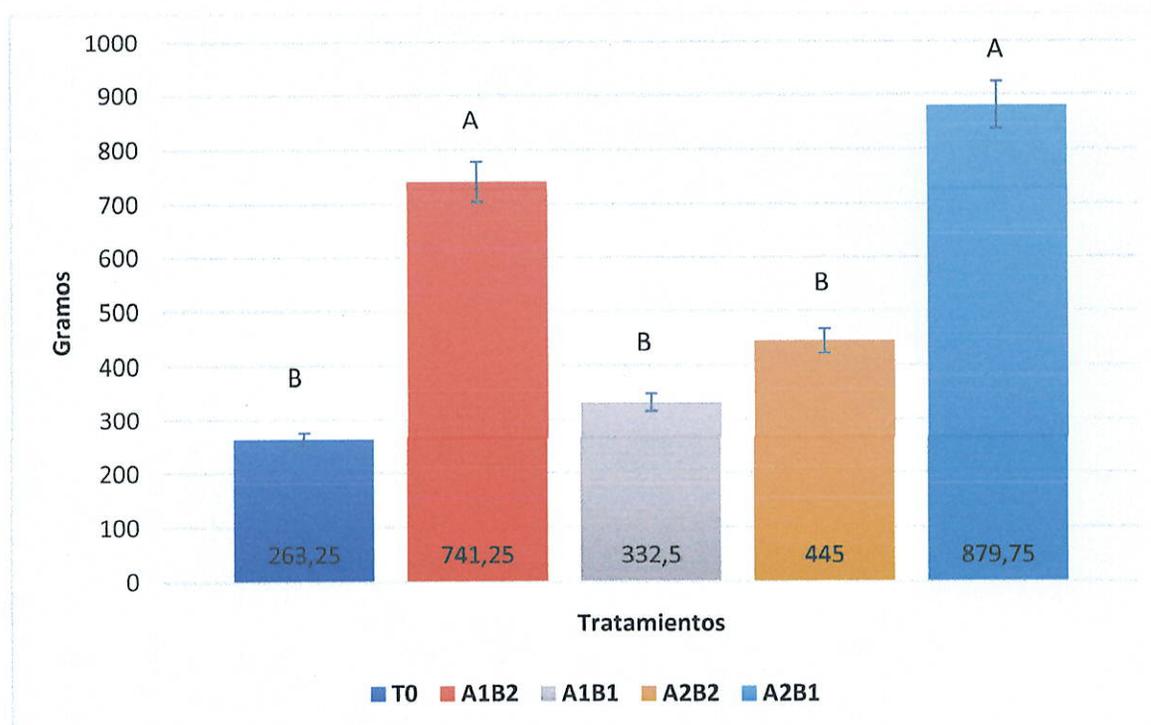
Tratamiento	Media y Letra	Valor F	CV	P-valor
T0	263.25 B	19.30	22.80	<0.0001
A1B1	332.50 B	19.30	22.80	<0.0001
A1B2	741.25 A	19.30	22.80	<0.0001
A2B1	879.75 A	19.30	22.80	<0.0001
A2B2	445.00 B	19.30	22.80	<0.0001

La figura 5 muestra los resultados del peso de biomasa (en gramos) obtenido en los cuatro tratamientos evaluados, los cuales se diferenciaron por la dosis de aplicación y su frecuencia. El tratamiento A2B1, correspondiente a una dosis de 200 mL/ cada 8 días, obtuvo el mayor peso promedio de biomasa con 879,75 g, demostrando ser la combinación más eficiente para maximizar el crecimiento vegetativo. Este resultado fue significativamente superior a nivel estadístico ($p < 0.05$) en comparación con el tratamiento T0 (263,25 g), que no recibió aplicación. Por su parte, el tratamiento A1B2 (100 mL/ cada 15 días) alcanzó un promedio de 741,25 g, posicionándose como el segundo tratamiento más efectivo. Ambos tratamientos (A2B1 y A1B2) presentaron diferencias estadísticas significativas respecto a T0, lo que evidencia la influencia positiva de las aplicaciones con dosis y frecuencias optimizadas.

En contraste, los tratamientos A1B1 (100 mL/ cada 8 días) y A2B2 (200 mL/ cada 15 días) obtuvieron pesos promedio de biomasa de 332,5 g y 445 g, respectivamente, situándose en rangos intermedios. Sin embargo, ambos tratamientos presentaron diferencias significativas a nivel estadístico ($p < 0.05$) con los tratamientos de mayor efectividad (A2B1 y A1B2), indicando que la frecuencia y la dosis tienen un impacto directo en la acumulación de biomasa.

Estos resultados evidencian que las aplicaciones con dosis elevadas (200 mL/20 L) y frecuencias semanales (cada 8 días) favorecen significativamente la acumulación de biomasa en comparación con dosis más bajas o frecuencias quincenales, de tal modo que el tratamiento A2B1 es el más eficiente para maximizar la biomasa.

Figura 5. Resultados del análisis estadístico de la biomasa



Nota: Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.3. Análisis de las Condiciones del Suelo

Los resultados del análisis inicial del suelo (tabla 11) reflejaron condiciones favorables para el cultivo del pasto Saboya mejorado. El pH del suelo fue de 6.9, clasificado como casi neutro, lo que es ideal para el crecimiento del pasto sin necesidad de enmiendas adicionales para ajustar la acidez. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) alcanzó un valor de 29.3 meq/100 g, indicando una alta capacidad para retener nutrientes esenciales, lo cual es beneficioso para el desarrollo inicial del cultivo. En cuanto a la textura, el suelo se clasificó como arcilloso, con un contenido de 44% de arcilla, 36% de limo y 20% de arena. Esta composición proporciona una excelente retención de agua y nutrientes, aunque

puede limitar el drenaje y la aireación, lo que subraya la importancia de un manejo adecuado del riego para evitar problemas de encharcamiento.

Posteriormente, el análisis del suelo tras la aplicación del lixiviado de estiércol bovino (tabla 12) mostró cambios significativos en algunos parámetros clave. El contenido de materia orgánica se registró en 5.3%, dentro del rango óptimo (5-15%) para pastos de cultivo intensivo, lo que favorece la actividad biológica y mejora la estructura del suelo. La conductividad eléctrica (CE) fue de 0.19 mS/cm, ligeramente por debajo del rango recomendado (0.2-0.5 mS/cm), indicando una salinidad baja y condiciones favorables para evitar problemas de toxicidad por sales. El pH del suelo se ajustó a 6.6, manteniendo su clasificación como casi neutro, lo que sigue siendo positivo para el cultivo del pasto.

En cuanto a los macronutrientes, se observaron concentraciones adecuadas para el desarrollo del pasto. El nitrato (NO₃-N) se registró en 6.4 mg/kg, mientras que el fósforo (P) fue de 10 mg/kg, ambos dentro de rangos manejables para el cultivo, aunque ligeramente por debajo de los niveles óptimos para maximizar el rendimiento. El potasio (K) alcanzó un valor de 279 mg/kg, superando los rangos ideales (125-250 mg/kg), lo que asegura una disponibilidad suficiente de este nutriente esencial. El calcio (Ca) fue de 945 mg/kg, dentro del rango recomendado (400-1200 mg/kg), mientras que el magnesio (Mg) alcanzó los 86.5 mg/kg, valor adecuado para un correcto equilibrio de nutrientes en el suelo.

Respecto a los micronutrientes, el hierro (Fe) se mantuvo alto con 50.6 mg/kg, mientras que el manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn) registraron valores de 4.5 mg/kg, 3.6 mg/kg y 3.2 mg/kg respectivamente, todos dentro de los rangos ideales para evitar deficiencias en el cultivo. Por otro lado, los parámetros de salinidad y sodio reflejaron un manejo adecuado del lixiviado, con un contenido de sales totales de 155 mg/kg, muy por debajo del límite máximo recomendado (<2000 mg/kg).

En conjunto, los resultados del análisis del suelo antes y después de la aplicación del lixiviado de estiércol bovino muestran una mejora en la calidad nutricional del

suelo, especialmente en la disponibilidad de materia orgánica y macronutrientes esenciales, sin generar efectos negativos en la salinidad o el pH.

Tabla 11. Resultados del análisis de las condiciones del suelo antes de la siembra

Parámetro Evaluado	Unidad	Valor	Interpretación
pH	-	6.9	Suelo casi neutro, ideal para el crecimiento del pasto Saboya, sin necesidad de corrección.
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	meq/100g	29.3	Alta capacidad de retención de nutrientes, favorece la fertilidad del suelo.
Arena	%	20	Bajo contenido de arena, contribuye a la estructura compacta del suelo.
Limo	%	36	Nivel moderado, favorece cierta retención de humedad en el suelo.
Arcilla	%	44	Alto contenido de arcilla, indica un suelo denso con buena capacidad de retención de agua.
Clase Textural	-	Arcilloso	Alta retención de agua y nutrientes

Tabla 12. Resultados del análisis de las condiciones del suelo post aplicación del lixiviado

Parámetro Evaluado	Unidad	Resultado	Niveles Óptimos para Pastos (Cultivo Intensivo)
Materia Orgánica	%	5.3	5 - 15
Conductividad (CE)	mS/cm	0.19	0.2 - 0.5
pH (en H₂O)	-	7.4	5.5 - 7.5
pH (en KCl)	-	6.6	-
Nitrato (NO₃-N)	mg/kg	6.4	-

Amonio (NH₄-N)	mg/kg	6.4	-
Fósforo (P)	mg/kg	10.0	20 - 35
Potasio (K)	mg/kg	279	125 - 250
Magnesio (Mg)	mg/kg	86.5	50 - 150
Calcio (Ca)	mg/kg	945	400 - 1200
Azufre (SO₄-S)	mg/kg	6.7	10 - 20
Hierro (Fe)	mg/kg	50.6	-
Manganeso (Mn)	mg/kg	4.5	-
Cobre (Cu)	mg/kg	3.6	-
Zinc (Zn)	mg/kg	3.2	-
Sodio (Na)	mg/kg	12.2	-
Cloruro (Cl)	mg/kg	21.3	< 210
Sales Totales	mg/kg	155	< 2000

3.4. Análisis Foliar

Los resultados del análisis foliar del pasto Saboya mejorado antes y después de la aplicación del lixiviado de estiércol bovino, presentados en las tablas 13 y 14, permiten identificar cambios relevantes en la composición nutricional del forraje. Antes de la aplicación del lixiviado (tabla 13), el contenido de proteína total fue del 9.06%, reflejando un nivel aceptable de nutrientes esenciales para la alimentación ganadera, aunque con margen de mejora mediante prácticas de fertilización. Tras la aplicación del lixiviado (tabla 14), este valor disminuyó a 4.46%, lo que podría estar asociado a una redistribución del nitrógeno en el tejido vegetal o a cambios en el balance de nutrientes disponibles en el suelo. Este resultado sugiere que, aunque el lixiviado aporta beneficios en otros parámetros, podría ser necesario complementar su uso con estrategias que garanticen un contenido proteico óptimo.

En cuanto a la humedad, antes de la fertilización se registró un 74.76%, lo que indicaba una alta frescura del forraje en las condiciones iniciales del experimento. Posteriormente, este valor disminuyó ligeramente a 72.34%, lo cual podría deberse a una mayor concentración de sólidos en el tejido vegetal, favorecida por la mejora en la absorción de nutrientes aportados por el lixiviado. Por otro lado, el contenido

de materia grasa, inicialmente bajo con un 0.68%, aumentó a 0.88% tras la aplicación del fertilizante, lo que evidencia una mayor acumulación de reservas energéticas en el pasto, contribuyendo a una dieta más equilibrada para el ganado.

En cuanto al contenido mineral, representado por el porcentaje de cenizas, se observó un aumento significativo de 3.41% antes del uso del lixiviado a 3.92% después de su aplicación. Este incremento refleja una mejora en la disponibilidad de minerales esenciales en el suelo y su consecuente absorción por el forraje, lo que puede satisfacer de manera más eficiente los requerimientos minerales del ganado. Finalmente, el análisis muestra que la materia seca del pasto aumentó tras la fertilización, alcanzando un 27.66%, lo que favorece su conservación y almacenamiento en condiciones tropicales, reduciendo el riesgo de deterioro por la alta humedad ambiental.

Tabla 13. Resultados del análisis foliar del pasto saboya mejorado previo al uso del lixiviado de estiércol de bovino

Parámetro	Resultados (%)	Norma	Método de Análisis
Cenizas	3,41	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/OC/09, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 938.08, 900.02
Proteína Total	9,06	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/OC/15, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2001.11
Materia Grasa	0,68	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/OC/10, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2003.06
Humedad	74,76	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/OC/12, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 934.01

Tabla 14. Resultados del análisis foliar del pasto saboya mejorado post aplicación del lixiviado de estiércol de bovino

Parámetro	Resultado (%)	Norma	Método de Análisis
Humedad	72.34	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/QC/12, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 934.01
Materia Grasa	0.88	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/QC/04, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2003.06; NTE INEN 461:1980
Proteína Total	4.46	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/QC/15, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2001.11; NTE INEN 465:1980
Cenizas	3.92	NTE INEN 461:1980	PE/CESECCA/QC/09, Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 938.08; 900.02; NTE INEN 467:1980; AACC 08-12, Ed. 1999

3.5. Estimación de costos

Los resultados de la estimación de costos del experimento, presentados en la Tabla 15, muestran que el gasto más significativo correspondió a la adquisición de 200 metros de manguera de 2 pulgadas, con un costo total de 750 USD, representando el 40% del presupuesto total. Este gasto elevado se debió a la necesidad de un sistema eficiente para la distribución de agua en el área experimental, que aseguró un riego adecuado y uniforme para garantizar el desarrollo óptimo del pasto Saboya. Además, los jornales para dos trabajadores durante una semana representaron un gasto importante (200 USD), destacando el papel de la mano de obra en la implementación y manejo de las actividades del experimento, como el mantenimiento de las parcelas y la aplicación de los tratamientos.

Por otra parte, los análisis de suelo (200 USD) y bromatológicos (150 USD) también representaron una inversión considerable, sumando el 18.7% del costo total. Estos análisis fueron esenciales para evaluar las condiciones iniciales y finales del suelo, así como la calidad nutricional del pasto, asegurando la validez de los resultados obtenidos. En contraste, gastos menores se observaron en materiales como cinta

delimitante, machetes y adaptadores, cuyo costo total individual no superó los 100 USD. En general, la mayor proporción de los costos se destinó a elementos clave para la infraestructura del experimento, como el sistema de riego, los análisis técnicos y la mano de obra, lo que refleja un enfoque en garantizar la calidad y la sostenibilidad del desarrollo del experimento.

Tabla 15. *Estimación de costos del experimento*

Detalle	Precio Unitario (USD)	Cantidad	Costo Total (USD)
Análisis de suelo (antes y después)	100	2	200
Análisis bromatológico (antes y después)	75	2	150
Lixiviado de vermicompost (comercial)	25 (por 20 L)	4	100
Cinta delimitante de zona de estudio	40	1	40
Fertilizante completo	100	1	100
Jornales (2 trabajadores)	20	10 días	200
Estacas	2.50	30	75
Machete	15	2	30
Cinta métrica	30	1	30
Collarines	10	4	40
Manguera de 2 pulgadas	3.75 (por m)	200	750
Adaptadores de 2" a 1/2"	5	8	40

Abrazaderas	5	16	80
Manguera de 1/2 pulgada	2.50 (por m)	16	40
Total			1,875 USD

DISCUSIÓN

Los resultados permitieron conocer el efecto de las dosis y frecuencias de lixiviado de estiércol bovino en el desarrollo del pasto mejorado Saboya, reflejado en altura, número de rebrotes y biomasa. A los 15 días, el tratamiento A1B2 (100 mL cada 15 días) mostró una altura promedio de 1,35 cm, significativamente superior al tratamiento T0, que registró 0,87 cm. Estos valores coinciden con lo informado por Martínez et al. (2020), quienes encontraron un incremento en la altura promedio de gramíneas fertilizadas con lixiviados, alcanzando 1,32 cm frente a 0,85 cm en los controles. De manera similar, Gómez y Pérez (2018) reportaron que aplicaciones de lixiviados a dosis de 120 mL cada dos semanas promovieron un crecimiento de 1,33 cm en comparación con los controles que lograron 0,9 cm, lo que respalda los resultados obtenidos en este estudio.

A los 30 días, se observó un incremento general en la altura promedio, con el tratamiento A2B1 (200 mL cada 8 días) logrando el mayor valor de 2,03 cm, mientras que el tratamiento T0 apenas alcanzó 1,4 cm. Estos hallazgos coinciden parcialmente con los de López et al. (2019), quienes reportaron alturas promedio de 2,1 cm en gramíneas tratadas con 250 mL semanales, frente a 1,39 cm en el control. Sin embargo, los resultados presentan una ligera discrepancia respecto a los de Ramírez et al. (2021), quienes observaron una altura promedio de 2,25 cm bajo aplicaciones de 200 mL cada 15 días. Estas diferencias podrían estar relacionadas con variaciones en las condiciones climáticas y edáficas, factores que según Rodríguez et al. (2017) pueden influir de manera significativa en el crecimiento de las plantas.

En cuanto al número de rebrotes, aunque no se detectaron diferencias estadísticas significativas, los tratamientos fertilizados mostraron una mayor capacidad de rebrote en comparación con T0. A los 30 días, el tratamiento A2B1 alcanzó 31,4 rebrotes, seguido por A1B1 con 30 y A1B2 con 29,35, mientras que T0 obtuvo 24,1 rebrotes. Estos resultados coinciden con los valores reportados por Torres y Vargas (2020), quienes registraron un promedio de 30 rebrotes en gramíneas tratadas con lixiviados de estiércol a dosis de 150 mL cada 10 días, mientras que los controles obtuvieron entre 22 y 25 rebrotes. Por su parte, Castillo y Mora (2018) destacaron que, bajo aplicaciones de lixiviado de 100 mL cada dos semanas, se obtuvieron 28 rebrotes, lo que se alinea con los valores observados en el tratamiento A1B2. Estas similitudes sugieren que las aplicaciones de lixiviados pueden favorecer el rebrote, aunque las diferencias en la magnitud de los incrementos podrían depender de factores genéticos y ambientales.

La biomasa fue la variable que mostró los efectos más marcados de los tratamientos. El tratamiento A2B1 registró un peso promedio de 879,75 g, siendo significativamente superior al T0, que alcanzó solo 263,25 g. Estos valores son consistentes con los reportados por García et al. (2019), quienes encontraron que aplicaciones de lixiviado a una dosis de 250 mL semanales generaron 890 g de biomasa, mientras que los controles lograron 270 g. De manera similar, el tratamiento A1B2 alcanzó un promedio de 741,25 g, lo cual coincide con los 730 g reportados por Hernández et al. (2016) bajo dosis de 150 mL cada 15 días. Por otro lado, los tratamientos A1B1 y A2B2 mostraron pesos de biomasa de 332,5 g y 445 g respectivamente, valores inferiores, pero aún superiores al control, corroborando lo expuesto por Ramírez et al. (2021), quienes indicaron que aplicaciones de 200 mL cada 15 días pueden alcanzar una biomasa promedio de 450 g.

Estos resultados confirman que las dosis más altas (200 mL) y aplicaciones más frecuentes (cada 8 días) favorecen un crecimiento óptimo en términos de altura y biomasa, mientras que dosis moderadas (100 mL) con frecuencias quincenales representan una alternativa eficiente en condiciones de menor disponibilidad de recursos. La comparación con estudios previos, como los de Martínez et al. (2020), López et al. (2019) y García et al. (2019), respalda la eficacia del lixiviado de

estiércol bovino para potenciar el desarrollo del pasto Saboya. Las ligeras diferencias observadas en las cifras podrían atribuirse a variaciones en las condiciones experimentales, como el tipo de suelo y la composición del lixiviado, que según Rodríguez et al. (2017) pueden alterar los resultados hasta en 0,3 cm de altura o 50 g de biomasa dependiendo de las condiciones locales. Estos hallazgos subrayan el potencial de los fertilizantes orgánicos como herramientas clave para la sostenibilidad en la producción agrícola.

Los resultados del análisis foliar permitieron determinar la calidad nutricional del pasto Saboya al finalizar la investigación, destacando un contenido de proteína total del 9.06%. Este valor es consistente con las necesidades nutricionales del ganado, lo que demuestra que el lixiviado de vermicompost aportó los nutrientes esenciales para promover un crecimiento adecuado del pasto y mejorar su valor nutritivo. Este hallazgo concuerda con lo señalado por Paco et al. (2022) y Shin et al. (2024), quienes destacaron la capacidad del fertilizante orgánico para enriquecer la composición proteica de cultivos forrajeros. Asimismo, el contenido de cenizas, equivalente al 3.41%, reflejó una moderada cantidad de minerales presentes en el tejido vegetal. Este nivel de minerales es esencial para complementar las necesidades nutricionales del ganado, especialmente en sistemas de producción sostenible, como también lo sugirieron Goldan et al. (2023) en estudios sobre enmiendas orgánicas.

Por otro lado, el contenido de materia grasa fue del 0.68%, un valor típico de los pastos tropicales, lo que garantiza una dieta balanceada para el ganado y coincide con las observaciones de Héctor et al. (2020). La humedad del pasto alcanzó un 74.76%, lo que confirma su frescura y lo hace altamente palatable para los animales. Este nivel de humedad es favorable para el consumo directo por parte del ganado, pero representa un desafío significativo para la conservación prolongada del forraje, especialmente en procesos como el ensilaje, donde la humedad puede comprometer la estabilidad del material almacenado, como lo señalaron Rayne & Aula (2020) y Stroheim & Hoag (2021). En términos generales, los parámetros foliares se encontraron dentro de los estándares establecidos por la

norma NTE INEN 461:1980, lo que valida el uso del lixiviado de estiércol bovino como una alternativa sostenible y eficiente.

CAPÍTULO IV.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El uso del lixiviado de estiércol bovino mostró resultados positivos en las etapas iniciales del desarrollo del pasto Saboya, evidenciando su eficacia en términos de altura y número de rebrotes. A los 15 días, los tratamientos con dosis de 100 mL cada 15 días (A1B2) y 200 mL cada 8 días (A2B1) destacaron significativamente en comparación con el tratamiento sin aplicación (T0), logrando una mayor altura y más rebrotes. Sin embargo, a los 30 días, aunque los tratamientos fertilizados mantuvieron mejores promedios, las diferencias en el número de rebrotes no fueron estadísticamente significativas, lo que sugiere que el efecto del fertilizante orgánico tiende a estabilizarse en etapas más avanzadas.
- En términos de biomasa, los resultados indicaron que el tratamiento con una dosis de 200 mL cada 8 días (A2B1) fue el más eficiente, alcanzando un promedio de 879,75 g, significativamente superior al tratamiento sin aplicación (263,25 g) y a otros tratamientos con dosis más bajas o frecuencias menos frecuentes. Este hallazgo confirma que aplicaciones más frecuentes y con dosis elevadas maximizan la acumulación de biomasa, lo que subraya la importancia de optimizar la frecuencia y cantidad de aplicación para lograr el máximo rendimiento.
- Los resultados del análisis del suelo y foliar evidencian mejoras significativas en la calidad del suelo tras la aplicación del lixiviado de estiércol bovino, destacándose un incremento en la materia orgánica, macronutrientes y minerales esenciales, sin afectar negativamente la salinidad ni el pH. Sin

embargo, la disminución del contenido proteico en el pasto indica la necesidad de complementar esta práctica con estrategias adicionales para mantener un balance nutricional óptimo.

- La estimación económica identificó que los principales costos del experimento estuvieron relacionados con la infraestructura de riego y la mano de obra, representando una parte significativa del presupuesto total. A pesar de esto, los beneficios obtenidos en términos de calidad del forraje y mejora del suelo justifican la inversión inicial, de tal modo que el lixiviado de estiércol bovino se posiciona como una buena alternativa para utilizar en campo.
- Finalmente, se acepta la hipótesis alternativa planteada en esta investigación, donde el uso de lixiviado de vermicompost mejora significativamente el desarrollo del pasto Saboya mejorado en etapa de resoca (*Megathyrsus maximus*) en comparación con el tratamiento testigo.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir investigando con dosis superiores e inferiores a las utilizadas en este estudio para determinar la concentración óptima que maximice el crecimiento y la calidad nutricional del pasto Saboya mejorado (*Megathyrsus maximus*).
- Es recomendable aplicar el lixiviado de estiércol bovino en diferentes especies forrajeras, y evaluar su impacto en ciclos de crecimiento más largos. Esto permitirá determinar la eficacia del lixiviado en diversos contextos y su influencia en la producción de forraje a largo plazo.
- Realizar estudios que comparen los costos y beneficios de utilizar lixiviado de estiércol bovino frente a fertilizantes químicos tradicionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Bogunovic, I; Dugan, I; Pereira, P; Filipovic, V; Filipovic, L; Krevh, V; Defterdarovic, J; Maticic, M; Kistic, I. 2023. Efectos del estiércol de ganado en diferentes formas de labranza sobre las propiedades del suelo y el crecimiento de los cultivos (en línea). *Agricultura* 13(11):9. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13112128>.
- Brummerloh, A; Kuka, K. 2023. Los efectos de la aplicación de estiércol y excrementos de herbívoros en las propiedades de las plantas y el suelo de pastizales templados: una revisión (en línea). *Agronomía* 13(12):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13123010>.
- Cardoso, C; Baptaglin, D; Romeiro, A; Batista, V; Dos Santos, G; Chaves, A; Lopes, D. 2021. La interfaz suelo-planta en *Megathyrus maximus* cv. Mombasa sometida a diferentes dosis de nitrógeno en pastoreo rotacional (en línea). *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 12(4):1098-1116. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v12n4/2448-6698-rmcp-12-04-1098-es.pdf>.
- Cedeño, G; Ángel, M; Arrieta, V; Roberto, T; Jiménez, AH; Macías, LV; Basurto, CAN; Cedeño, AMG; Arrieta, MV; Zambrano, TR; Gallo, FM; Ormanza, K; Aguilar, RVL; Alava, AL. 2017. Variations in some soil properties because of the land use change in the middle and low parts of the Membrillo micro-watershed , Manabi , Ecuador. *Revista Cultivos Tropicales* 38(1):50-56.
- Cervantes, T; Preciado, P; Fortis, M; Valenzuela, A; García, J; Cervantes, M. 2022. Efectos en el suelo por la aplicación de estiércol bovino y vermicompost (en línea). *Terra Latinoamericana* 40:1-13. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v40/2395-8030-tl-40-e835.pdf>.
- Corrales, E; Luna, R; Carrión, C; Quinatoa, E; Espinoza, A. 2024. Comparación de producción de compost con diferentes formulaciones de residuos de origen vegetal y pecuario. *Ciencia Y Tecnología* 17(2):64-72.
- Delgado, GR; Rojas, ME; Zárate, FT; Lozano, H; Terrazas, LA; Rodríguez, RR.

2020. Efecto del faique (*Acacia macracantha*) sobre el valor nutricional del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq .) en un sistema silvopastoril (*Panicum maximum* Jacq .) in a silvopastoral system. 31(1):1-9.
- Derichs, K; Mosquera, J; Ron, L; Puga, B; De la Cueva, F. 2021. Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum máximo* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje (en línea). *Siembra* 8(2):12. Disponible en <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v8n2/2477-8850-siembra-08-02-02506.pdf>.
- De Dios, G; Ramos, J; Izquierdo, F; Joaquín, B; Meléndez, F. 2022. Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote (en línea). *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 13(4):1055-1066. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v13n4/2448-6698-rmcp-13-04-1055.pdf>.
- ESPAC (Encuesta de superficie y producción agropecuaria). (2021). Estadísticas agropecuarias- ESAG, Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (en línea). s.l., s.e. Disponible en [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Cuestionario ESPAC 2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Cuestionario_ESPAC_2021.pdf).
- ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua). 2023. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (en línea). s.l., s.e. p. 55. Consultado 3 jun. 2023. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_.
- Feng, X; Liu, C; Li, Y; Xu, J; Zhang, J; Meng, Q. 2024. Efecto a largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado sobre cultivos de pastos (en línea). *Agronomía* 14(12):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14123059>.
- Font, C. 2019. Uso de estiércol bovino en cultivos (en línea). *Agricultura* 5(2):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/c5020027>.

- Garro, J. (2017). El suelo y los abonos orgánicos (en línea). Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, s.e. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>.
- Gaudutis, A; Jotautienė, E; Miėdažys, R; Bivainis, V; Jasinskas, A. 2023. Uso sostenible estiércol de aves y de ganado para la producción de fertilizantes orgánicos granulados (en línea). *Agronomía* 13(5):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13051426>.
- Goldan, E; Nedeff, V; Barsan, N; Culea, M; Panainte, M; Mosnegutu, E; Tomozei, C; Chitimus, D; Irimia, O. 2023. Evaluación del uso de abono de estiércol como enmienda del suelo: una revisión (en línea). *Procesos* 11(4):9. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11041167>.
- Gómez, J; Vásconez, G; Torres, J; Moran, C. 2021. Rendimiento de biomasa del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con relación a dos frecuencias de corte (en línea). *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación* 6(2):55-63. Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/download/1251/914/4370>.
- Hasang-Moran, E; García-Bendezú, S; Carrillo-Zenteno, M; Durango-Cabanilla, W; Cobos-Mora, F. 2021. Sustainability of the corn production system, in the province of Los Ríos (Ecuador), under the multi-criteria methodology of Sarandón. *Journal of the Selva Andina Biosphere* 9(1):26-40.
- Héctor, E; Torres, A; Fosado, O; Peñarrieta, S; Solórzano, J; Jarre, V; Medranda, F; Montoya, J. 2020. Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador (en línea). *Cultivos Tropicales* 41(4):14. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v41n4/1819-4087-ctr-41-04-e02.pdf>.
- Henríquez, P; Schapheer, C; Vereecken, N; Villagra, C. 2021. Estrategias agroecológicas para salvaguardar los insectos polinizadores en zonas críticas de biodiversidad (en línea). *Sostenibilidad* 13(12):9. DOI:

<https://doi.org/10.3390/su13126728>.

Holatko, J; Bielska, L; Hammerschmiedt, T; Kucerik, J; Mustafa, A; Radziemska, M; Kintl, A; Baltazar, T; Latal, O; Brtnicky, M. 2022. El estiércol de ganado fermentado con biocarbón y sustancias húmicas mejora la biomasa de los cultivos, las propiedades microbiológicas y el estado nutricional del suelo (en línea). *Agronomía* 12(2):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020368>.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2016). Boletín climatológico anual del Ecuador, 2015 (en línea). Ecuador, s.e. Disponible en http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf.

Iscayramani, W. 2021. Fertilización orgánica e inorgánica en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) y arroz (*Oryza sativa*). s.l., Tesis. Ing Agropecuaria. Universidad Mayor de San Simón. 47 p.

Jaime, F; Castro, J; Orlando, D. 2020. Impacto ambiental provocado por el inadecuado uso de fertilizantes químicos en cultivos e maíz. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166 3(1):61-72. DOI: <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v3.n1.2019.128>.

De La Torre, S; Royo, L; Martínez, A; Menéndez, M; Rosa, R; Vicente, F. 2021. Influencia del tipo de ensilaje en la ración de vacas lecheras, con o sin pastoreo, sobre los perfiles de ácidos grasos y antioxidantes de la leche (en línea). *Lácteos* 2(4):716-728. DOI: <https://doi.org/10.3390/dairy2040055>.

Leal, VN; Santos, D de C; Paim, T do P; dos Santos, LP; Alves, EM; Claudio, FL; Calgaro Junior, G; Fernandes, PB; Salviano, PAP. 2023. Especies forrajeras en sistemas integrados de cultivo y ganadería (en línea). *Agricultura* 13(3):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13030637>.

López, E; Oliva, M; Huerta, P; Urrelo, R; Vásquez, V; Honorio, M. 2021. Comportamiento agronómico y composición nutricional de diez variedades

de pastos mejorados. *Idesia (Arica)* 39(2):131-138.

Méndez-Martínez, Y; Reyes-Pérez, J; Luna-Murillo, R; Rivero-Herrada, M. 2018. Quality of three *Megathyrus maximus* cultivars in the Empalme area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science* 52(4):423-433.

Mojica, J; Burbano, E. 2020. Efecto de dos cultivares de *Megathyrus maximus* (Jacq.) en la producción y composición de la leche bovina (en línea). *Pastos y Forrajes* 43(3):177-183. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n3/2078-8452-pyf-43-03-177.pdf>.

Mondal, S; Palit, D. 2022. Desafíos en la gestión de los recursos naturales para la sostenibilidad ecológica. In *Jhariya, MK; Meena, RS; Banerjee, A; Meena, SN (eds.)*. s.l., Elsevier. p. 29-59 DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822976-7.00004-1>.

Montilla, A; Reyes, A; Agüero, E. 2017. Análisis de Deforestación en Ecosistemas Boscosos del Refugio de Vida Silvestre Pacoche, Manabí Manta, Ecuador. *Revista de Investigación* 41(92):74-94.

Muñante, K; Perca, D; Juli, R; Quispe, J; Alarcón, G; Tirado, L. 2021. Aprovechamiento de estiércol vacuno y pasto seco en la vermiestabilización de lodos residuales de la PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) Magollo (en línea). *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación* 19(26):163-178. Disponible en <http://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v20n26/2225-8787-rcti-20-26-161.pdf>.

Nicolopoulou, P; Maipas, S; Kotampasi, C; Stamatis, P; Hens, L. 2017. Pesticidas químicos y salud humana: la necesidad urgente de un nuevo concepto en agricultura (en línea). *Frente de Salud Pública*. 4:148-157. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4947579/>.

De Oliveira, J; Da Cruz, D; Quadros, A; Coutinho, A. 2020. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción, composición química y morfogénesis del pasto (*Megathyrus maximus*) en el trópico húmedo. *Agronomía* 14(9):13.

- Ormeño, M; Ovalle, A; Rey, JC. 2018. Evaluación del efecto de abonos orgánicos líquidos en el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía* 35(4):387-407.
- Paco, V; Gonzales, M; Barrientos, E; Carevic, F. 2022. Influencia bacteriana y fúngica en la mineralización de estiércol bovino: evidencia sobre la fertilidad del suelo en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (en línea). *Revista de Investigaciones Altoandinas* 24(1):9-16. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v24n1/2313-2957-ria-24-01-9.pdf>.
- Paredes, A; Guzmán, Z. 2024. Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola (en línea). *Conciencia Digital* 7(4):87-102. Disponible en <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/download/3236/9010/>.
- Park, J-H; Cho, H-N; Lee, I-H; Kang, S-W. 2024. Efecto del biocarbón de estiércol de vaca en el crecimiento de la lechuga y la eficiencia agronómica del nitrógeno (en línea). *Plantas* 13(23):9. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13233326>.
- Pita, J; Gómez, G; Guamán, R; Villavicencio, Á; Ulloa, S; Romero, E. 2023. Tiempos de descanso de *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* mediante tres tipos de corte (en línea). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 34(5):13. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v34n5/1609-9117-rivep-34-05-e24237.pdf>.
- Prado, J; Fanguero, D; Alvarenga, P; Ribeiro, H. 2023. Evaluación del valor agronómico de los fertilizantes a base de estiércol (en línea). *Agronomía* 13(1):12. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13010140>.
- Rayne, N; Aula, L. 2020. El estiércol del ganado y sus efectos sobre la salud del suelo: una revisión (en línea). *Sistemas de suelos* 4(4):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040064>.
- Rupay, K; Ampuero, G; Vela, C; Angulo, C; Mathios, M; Torres, R. 2023. Evaluación

- agronómica y nutricional de pastos tropicales de corte sometidos a diferentes frecuencias de corte en Yurimaguas, Amazonia peruana (en línea). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 34(5):12. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v34n5/1609-9117-rivep-34-05-e24461.pdf>.
- Shin, H; Chun, D; Cho, I-R; Hanif, MA; Kang, S-S; Kwac, LK; Kim, HG; Kim, YS. 2024. Caracterización sistemática del biocarbón de estiércol de vaca y su efecto sobre el crecimiento de plantas (en línea). *Sostenibilidad* 16(8):12. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16083396>.
- Stroheim, E; Hoag, D. 2021. Valorización del estiércol vacuno como recurso agrícola para la eficiencia y la sostenibilidad ambiental (en línea). *Sostenibilidad* 13(16):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13169375>.
- Terán, C; Mojica, J; Vega, A; Polo, S. 2023. Simulación de la productividad del cultivo de pasto guinea (*Megathyrsus maximus*) utilizando AquaCrop bajo diferentes regímenes hídricos (en línea). *Agua* 15(5):9. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15050863>.
- Trejo, L; Cortés, E; Martínez, P; Huerta, M. 2023. Sistemas Silvopastoriles: Una estrategia para la resiliencia ambiental en empresas ganaderas (en línea). *Pastos y Forrajes* 46:1-18. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v46/2078-8452-pyf-46-e19.pdf>.
- Vázquez, J; Alvarez, M; Iglesias, S; Castillo, J. 2020. La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos (en línea). *Scientia Agropecuaria* 11(1):105-112. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000100105.
- Venegas, J; Pincay, J. 2024. Efectos del lixiviado de vermicompost de estiércol bovino, *Trichoderma* sp y microorganismo eficiente en crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en semillero. *MQRInvestigar*

8(1):3493-3508.

Vera, J; Villamar, J; Coveña, F; Rivera, C; Velasquez, E. 2024. Rendimiento de la biomasa verde y materia seca del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*): utilizando diferentes niveles de biol orgánico (en línea). Ciencia Latina Revist. Revista Multidisciplinar 8(2):3622-3632. Disponible en <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10782/15882>.

Villegas, V; Laines, J. 2017. Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8(2):393-406. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.59>.

Zavattaro, L; Bechini, L; Grignani, C; van Evert, F; Mallast, J; Spiegel, H; Sandén, T; Pecio, A; Giráldez Cervera, JV; Guzmán, G; Vanderlinden, K; D'Hose, T; Ruyschaert, G; ten Berge, HFM. 2019. Efectos agronómicos del estiércol bovino: una revisión de experimentos de campo (en línea). Revista Europea de Agronomía 90:127-138. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.07.010>.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados a los 15 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto a la altura de planta

ALTURA 15 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA 15 DIAS	20	0,62	0,52	19,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,49	4	0,37	6,24	0,0037
TRATAMIENTO	1,49	4	0,37	6,24	0,0037
Error	0,90	15	0,06		
Total	2,39	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,53359

Error: 0,0597 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
A2B1	1,55	4	0,12	A	
A2B2	1,53	4	0,12	A	B
A1B2	1,35	4	0,12	A	B C
A1B1	1,01	4	0,12		B C
T0	0,88	4	0,12		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Resultados a los 30 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto a la altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA 30 DIAS	20	0,56	0,44	13,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,16	4	0,29	4,76	0,0112
TRATAMIENTO	1,16	4	0,29	4,76	0,0112
Error	0,92	15	0,06		
Total	2,08	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,54009

Error: 0,0612 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
A1B2	2,05	4	0,12	A	
A2B1	2,03	4	0,12	A	
A2B2	1,99	4	0,12	A	
A1B1	1,92	4	0,12	A	B
T0	1,40	4	0,12		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. Resultados a los 15 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto al número de rebrotes.

NUMERO DE REBROTE 15 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE REBROTE 15 DIAS	20	0,34	0,16	22,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	168,74	4	42,19	1,91	0,1605
TRATAMIENTO	168,74	4	42,19	1,91	0,1605
Error	330,70	15	22,05		
Total	499,44	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,25234

Error: 22,0467 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
A2B2	24,50	4	2,35 A
A2B1	24,10	4	2,35 A
A1B1	20,60	4	2,35 A
A1B2	20,25	4	2,35 A
T0	16,55	4	2,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4. Resultados a los 30 días según el análisis de varianza en Infostat con respecto al número de rebrotes.

NUMERO DE REBROTE 30 DIAS2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE REBROTE 30 DIAS2..	20	0,24	0,04	18,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	135,21	4	33,80	1,19	0,3562
TRATAMIENTO	135,21	4	33,80	1,19	0,3562
Error	426,99	15	28,47		
Total	562,20	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,64970

Error: 28,4660 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
A2B1	31,40	4	2,67 A
A1B1	30,00	4	2,67 A
A1B2	29,35	4	2,67 A
A2B2	26,70	4	2,67 A
T0	24,10	4	2,67 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. Resultados de la biomasa.

PESO BIOMASA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO BIOMASA	20	0,84	0,79	22,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1137243,30	4	284310,83	19,30	<0,0001
TRATAMIENTO	1137243,30	4	284310,83	19,30	<0,0001
Error	220969,25	15	14731,28		
Total	1358212,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=265,01592

Error: 14731,2833 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
A2B1	879,75	4	60,69	A
A1B2	741,25	4	60,69	A
A2B2	445,00	4	60,69	B
A1B1	332,50	4	60,69	B
T0	263,25	4	60,69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6. Lixiviado utilizado en el estudio

PRESENTACION	PRECIO AL POR MENOR	PRECIO AL POR MAYOR
5 LITROS	12	10
20 LITROS	35	30

REGISTRO MAG- EN TRAMITE

FABRICANTE FORMULADOR:

ING. PEDRO D. PEÑAFIEL MOLINA



PEDRO DARIO
PEÑAFIEL
MOLINA

Registro Senescyt 1009-05-354094

MANABI-PORTOVIEJO-PARROQUIA ABDON CALDERON

100% ECOLOGICO

RUC:1311520926001

TEL. 052431365 CEL. 0986055562

EMAIL. ppenafielmolina@hotmail.es

Bioinsumos D'Peña

Ofrece productos de calidad comprobada mediante estudios técnicos-científicos que demuestran su eficiencia.

Por su categoría biológica que implica agentes microbiales, inoculantes y sustancias minerales Macro y microelementos, ácidos húmicos y fúlvicos 100% orgánico.

Teléfono: 052431365 Cel: 0986055562 Email: ppenafielregion4@gmail.com
Dirección: Cantón Portoviejo Parroquia Abdón Calderón sitio Bijahual

Anexo 7. Composición química del lixiviado utilizado en el estudio

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: PPM-251120 Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Líquido
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Lixiviados de Vermi Compost

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en el Lixiviado- Nutrientes en solución, disponibles para la planta

Análisis	Unidades	Resultado
Materia Seca (MS)	%	1,67
*Materia Orgánica, en MS	%	13,1
pH	-	7,9
Conductividad (CE)	mS/cm	22,8
Nitrato (NO ₃)	mg/l	359
NO ₃ - N		81,1
Amonio (NH ₄)	mg/l	31,8
NH ₄ - N		24,7
(NO ₃ +NH ₄) - N	mg/l	106
Fosfato (PO ₄)	mg/l	210
PO ₄ -P		68,5
Potasio (K)	mg/l	8200
Magnesio (Mg)	mg/l	41,7
Calcio (Ca)	mg/l	155
Sulfato (SO ₄)	mg/l	548
SO ₄ -S		183
Sodio (Na)	mg/l	335
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	6040
Hierro (Fe)	mg/l	6,8
Manganeso (Mn)	mg/l	0,77
Cobre (Cu)	mg/l	0,27
Zinc (Zn)	mg/l	0,29
Boro (B)	mg/l	14,5
∑ Aniones en Miliequivalentes	meq/l	213
∑ Cationes en Miliequivalentes	mg/l	238

* Contenido de Materia Orgánica en Materia Seca

-- No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
 - La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
 - El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
 - Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Karl Wilhelm Sponagel

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel

Anexo 8. Resultados del análisis de suelo

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783944 suelos.etp@iniap.gub.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: MILES SANCHEZ EDDY JAVIER			Nombre	: Finca Lodana			Cultivo Actual	: Pasto		
Dirección	: MANABI / MANTA			Provincia	: Manabi			N° Reporte	: 12078		
Ciudad	: MANTA			Cantón	: Santa Ana			Fecha de Muestreo	: 17/5/2024		
Teléfono	: 0983963167			Parroquia	: Lodana			Fecha de Ingreso	: 4/6/2024		
Fax	:			Ubicación	: Lodana			Fecha de Salida	: 25/6/2024		

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	mg/100ml					ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Cu	Mg	S	Zn	Co	Fe	Mn	B
112393	Muestra Fiel		6,9											
112394	Muestra Fiel N° 6		6,9											

INTERPRETACION				ELEMENTOS de N o B		MICROBIOLOGIA SABA		EXTRACCIONES	
pH	Alcalino	Neutro	Acido	Al	B	N, P, K	Coliformes	N, P, K	Extracción
Alcalino	Alcalino	Alcalino	Alcalino	Al	B	N, P, K	Coliformes	N, P, K	Extracción
Neutro	Alcalino	Alcalino	Alcalino	Al	B	N, P, K	Coliformes	N, P, K	Extracción
Acido	Alcalino	Alcalino	Alcalino	Al	B	N, P, K	Coliformes	N, P, K	Extracción
Mucho Acido	Alcalino	Alcalino	Alcalino	Al	B	N, P, K	Coliformes	N, P, K	Extracción

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783944 suelos.etp@iniap.gub.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: MILES SANCHEZ EDDY JAVIER			Nombre	: Finca Lodana			Cultivo Actual	: Pasto		
Dirección	: MANABI / MANTA			Provincia	: Manabi			N° de Reporte	: 12078		
Ciudad	: MANTA			Cantón	: Santa Ana			Fecha de Muestreo	: 17/5/2024		
Teléfono	: 0983963167			Parroquia	: Lodana			Fecha de Ingreso	: 4/6/2024		
Fax	:			Ubicación	: Lodana			Fecha de Salida	: 25/6/2024		

N° Muest. Laborat.	mg/100ml			dS/m		C _{EC}								
	Al+H	M	No	C.E.	M.O.									
112393														
112394														

INTERPRETACION				MAG + C	
Al+H	Al+H	M	No	M	C
Al+H	Al+H	M	No	M	C
Al+H	Al+H	M	No	M	C
Al+H	Al+H	M	No	M	C

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/63491

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: SR. JEAN PIERRE MACÍAS ZAMBRANO
ATENCIÓN: SR. JEAN PIERRE MACÍAS ZAMBRANO
DIRECCIÓN: MANTA
ESPECIE: N/A
TIPO DE ENVASE: FUNDAS ZIPLOC
No. CAJAS: N/A
UNIDADES/PESO: 3/500 g. c/u
MARCA: N/A
PAIS DE DESTINO: N/A
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PASTO SABOYA MEJORADO

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: N/A
FECHA DE INGRESO: 03/12/2024
FECHA INICIO DE ENSAYO: 03/12/2024
FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO: 11/12/2024
FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 16/12/2024
FACTURA: 001-100000000637
ORDEN: 63491
TIPO DE PRODUCTO: N/A

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
					Mínimo	Máximo	
Cenizas	N/A	%	3.41	-	-	-	PEE/CESECCA/QC09 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023, 936.06, 900.02 NTE INEN 957:1980, AACQ 09-12, Ed. 1999
Proteína Total		%	9.06	-	-	-	PEE/CESECCA/QC15 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023, 2001-11 NTE INEN 485:1980
Materia Grasa		%	0.68	-	-	-	PEE/CESECCA/QC04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023, 2003.06 NTE INEN 495:1980
Humedad		%	74.76	-	-	-	PEE/CESECCA/QC17 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023, 934.01

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.

Nota 3: Para la declaración de la conformidad se considerará el resultado con el intervalo de la incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.

Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realízarlo a través de la página web: www.uleam.edu.ec o al correo electrónico: uleam.ce.se.c.a@reho.com

N/A: No aplica

ND: No detectable

Ing. Patricia Montano Ponce
Jefe Técnico del Laboratorio



Ing. Fernando Veloz Párraga
Director General



Anexo 9. Designación del lugar el día 23 de sep. del 2024 donde se implementó el experimento



Anexo 10. Limpieza del terreno para nuestro experimento, mediante jornales realizado el día 16 de oct. del 2024



Anexo 11. El día 16 de oct. del 2024 el lugar estuvo listo para el experimento



Anexo 12. Levantamiento de postes y colocación de señaléticas en las unidades experimentales realizado el 12 de nov. del 2024



Anexo 13. Unidades experimentales listas con sus señaléticas actividad desarrollada el 12 de nov. de 2024



Anexo 14. El día 21 de nov. de 2024 el terreno está en perfecto estado para la aplicación de lixiviado



Anexo 15. Colocación del método de riego por aspersión, con la ayuda del Ingeniero Óscar ejecutado el día 21 de nov. de 2024



Anexo 16. Análisis bromatológico en el laboratorio ceseca de la Uleam el día 25 de nov. del 2024



Anexo 17. El día 26 de nov. de 2024, empezamos con la primera aplicación de lixiviado (100 mL), 1 litro de lixiviado en 19 litros de agua



Anexo 18. Toma de datos de altura y rebrotes a los 15 días de la primera aplicación de lixiviado ejecutada el 11 de dic. de 2024



Anexo 19. Segunda aplicación de lixiviado (100 mL), 1 litro de lixiviado en 19 litros de agua, a los 15 días desarrollada el 11 de dic. de 2024



Anexo 20. El 19 de dic. de 2024 se realizó la segunda dosis de aplicación de lixiviado (200 mL), 2 litros de lixiviado en 18 litros de agua, a los 8 días



Anexo 21. El día 26 de dic. de 2024 se ejecutó la toma de datos de altura y rebrotes a los 30 días de la primera aplicación de lixiviado



Anexo 22. La segunda dosis por frecuencia de aplicación de lixiviado a los 15 días, (200 mL) 2 litros de lixiviado en 18 de agua realizada el día 3 de ene. de 2024



Anexo 23. Se observa a los participantes de la investigación experimental



Anexo 24. Se visualiza el lugar del experimento Lodana, Manabí



Anexo 25. Se observan las unidades experimentales con sus debidas señaléticas