UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIA

Estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú fertilizado con diferentes niveles de quelato de boro.

AUTORA: Zambrano Mendoza Julexy Leonor

TUTOR: Ing. Pedro Eduardo Nivela Morante, MSc

El Carmen, Manabí del 2024

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Extensión en El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el trabajo de Integración Curricular, bajo la autoría de la estudiante Zambrano Mendoza Julexy Leonor, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es Estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú fertilizado con diferentes niveles de quelato de boro.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El carmen,13 de diciembre del 2024.

Lo certifico,

Ing. Pedro Eduardo Nivela Morante, MSc

Docente Tutor(a)

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ EXTENSIÓN EN EL CARMEN Uleam COMISIÓN ACADÉMICA EL CARMEN - MANABÍ

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú fertilizado con diferentes niveles de quelato de boro.

AUTORA: Julexy Leonor Zambrano Mendoza
TUTOR: Ing. Pedro Eduardo Nivela Morante, MSc

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Jácome Gómez Janeth Rocío, Mg

MVZ. Mejía Chanaluisa Kleber Fernando, Mg

MVZ. Vera Bravo David Napoleón, Mg

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Zambrano Mendoza Julexy Leonor con cédula de ciudadanía 1351601628, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy la autora de la tesis titulada **"Estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú fertilizado con diferentes niveles de quelato de boro".** esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,

Zambrano Mendoza Julexy

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, agradezco de todo corazón a mi mama por estar a mi lado siempre y de igual manera a mi papa por su apoyo y a mis tres hermanos. Y a ti amado hijo gracias por entenderme y ser fuerte cuando los días eran difíciles.

A mi tutor de tesis el Ingeniero Pedro nivela Morante por guiarme en esta última etapa de mi carrera que fue fundamental para lógralo, que cumplió y compartió sus conocimientos de una manera muy adecuada agradecida por eso.

Familia y Amigos

También les agradezco a ustedes por estar presentes de una u otra manera apoyándome en este viaje han sido fundamentales valoro mucho cada palabra de motivación, apoyo y compañía que me han brindado.

Con todo mi cariño y gratitud.

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **¡Error! Marcador no definido.**

AGRADECIMIENTO V

ÍNDICE DE TABLAS VIII

ÍNDICE DE FIGURA IX

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 3

1 MARCO TEÓRICO 3

1.1 Generalidades del pasto *Brachiaria brizantha* 3

1.1.1 Origen y taxonomía 3

1.2 Características botánicas y morfológicas 4

1.3 Estabilidad aeróbica 4

1.4 Manejo y fertilización del pasto 5

1.5 Quelatos 5

1.6 Características del ensilaje 5

1.6.1 Microsilos de pastos 6

1.7 Fases del ensilaje 6

1.8 Clases de silo o almacenaje 7

1.9 Humedad 7

1.10 Características del silo 8

1.11 pH 8

CAPITULO II 9

2 INVESTIGACIONES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 9

CAPÍTULO III 11

3 MATERIALES Y MÉTODOS 11

3.1 Localización de la unidad experimental 11

3.2 Caracterización agroecológica de la zona 11

3.3 Variables 11

2.1.1 Variables independientes 11
3.3.1 Variables dependientes 11
3.3.2 Frecuencia (Toma de datos de Temperatura y pH) 12
3.4 Unidad Experimental 12
3.5 Tratamientos 12
3.6 Características de las Unidades Experimentales 12
3.7 Análisis Estadístico 13
3.8 Instrumentos de medición 13
3.8.1 Materiales y equipos de campo 13
3.9 Manejo del ensayo 14
3.10 Procedimiento potencial de (pH) 14
3.11 Procedimiento de la temperatura 14
CAPÍTULO IV 14
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
4.1 Variable Temperatura 15
4.2 Variable potencial de hidrogeno (pH) 16
5 CONCLUSIONES 17
6 RECOMENDACIONES 18
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS XXXV
8. ANEXOS XLI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del pasto Brachiaria brizantha 3

Tabla 2. Características del pasto Marandú 4

Tabla 3. Características agroecológicas de la localidad 11

Tabla 4. Disposiciones de los tratamientos en estudio 12

Tabla 5. *Características de la unidad experimental* 12

Tabla 6. Esquema de ADEVA 13

Tabla 7. Estabilidad aeróbica de la temperatura en intervalos de 0, 24, 48, 96, 120 y 140 horas 15

Tabla 8. Estabilidad aeróbica del potencial de hidrógeno en intervalos de 0, 24, 48, 96, 120 y 140 horas 16

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Procesos químicos-biológicos en el ensilaje. 7
Figura 2. Influencia del potencial de Hidrógeno (pH) en la calidad del ensilaje 8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. ADEVA de temperatura a las 24 horas..... XLI

Anexo 2. ADEVA de la variable pH *a las 24 horas* XLI

Anexo 3. Riego del Pasto y Toma de medida del quelato de..... XLI

Anexo 4. Fertilización de los tratamientos **y** picado de Pasto para la Realización del micro silo

.....XLII

Anexo 5. Toma de Datos.....XLIII

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental Río Suma**,** ubicada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, con el objetivo de evaluar la estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú**,** fertilizado con distintos niveles de quelato de boro. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos: 0 litros de quelato de boro (testigo), 0,50, 1,00, 1,50 y 2,00 litros. En la variable temperatura**,** se identificaron diferencias significativas ($p<0,01$) durante los intervalos de 0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas en el ensilaje con una edad de corte de 30 días. A las 0 horas, los tratamientos 4 y 5 registraron un promedio de 29,00 °C, mientras que a las 120 horas, los tratamientos 3 y 5 alcanzaron 30,00 °C. A las 144 horas, los tratamientos 1 y 3 destacaron con 28,75 °C. En la variable pH, los valores más bajos se observaron en el tratamiento 5, con 3,85 a las 48 horas y 4,70 a las 144 horas. En contraste, el tratamiento 1 mostró un pH ascendente, alcanzando 6,55 a las 144 horas. El uso de quelato de boro demostró beneficios significativos en la estabilidad aeróbica del ensilaje, optimizando pH y temperatura tras la apertura. Se recomienda aplicar los tratamientos evaluados para prolongar la estabilidad y mejorar la calidad del ensilaje de pasto Marandú.

Palabras claves: forraje, pastura, temperatura, pH, Urochloa

ABSTRACT

The study was conducted at the Río Suma Experimental Farm, located in the canton of El Carmen, Manabí province, with the objective of evaluating the aerobic stability of Marandú grass silage fertilized with different levels of boron chelate. A randomized complete block design (RCBD) was used, including five treatments: 0 liters of boron chelate (control), 0.50, 1.00, 1.50, and 2.00 liters. In the temperature variable, significant differences ($p<0.01$) were observed across intervals of 0, 24, 48, 72, 96, 120, and 144 hours in silage harvested at 30 days of growth. At 0 hours, treatments 4 and 5 recorded an average temperature of 29.00 °C, while at 120 hours, treatments 3 and 5 reached 30.00 °C. At 144 hours, treatments 1 and 3 showed an average of 28.75 °C. In the pH variable, the lowest values were observed in treatment 5, with 3.85 at 48 hours and 4.70 at 144 hours. In contrast, treatment 1 exhibited an increasing pH trend, reaching 6.55 at 144 hours. The use of boron chelate demonstrated significant benefits in improving the aerobic stability of silage, optimizing pH and temperature after opening. Applying the evaluated treatments is recommended to extend stability and enhance the quality of Marandú grass silage.

Keywords: Forage, pasture, temperatura, pH, Urochloa

INTRODUCCIÓN

El ensilaje representa una técnica fundamental en la conservación de forrajes, especialmente relevante en regiones con marcada estacionalidad climática donde la disponibilidad de pastos frescos fluctúa significativamente (Johnson, Harrison, & Hunt, 2021). En este contexto, el pasto Marandú (*Brachiaria brizantha cv. Marandú*) se ha destacado como una especie forrajera ampliamente utilizada en sistemas ganaderos tropicales y subtropicales, debido a su adaptabilidad y potencial productivo (Santos, Silva, & Oliveira, 2020). Esta gramínea presenta características morfofisiologías que la hacen particularmente adecuada para la conservación mediante ensilaje, incluyendo su alta producción de biomasa y contenido de carbohidratos solubles (Pereira, Silva, & Santos, 2021).

La estabilidad aeróbica, definida como el tiempo durante el cual el ensilaje mantiene sus características nutritivas y microbiológicas después de la exposición al aire, constituye un parámetro crítico en la evaluación de la calidad del forraje conservado (Da Silva, Santos, & Oliveira, 2019). Este aspecto cobra especial relevancia considerando que las pérdidas por deterioro aeróbico pueden alcanzar hasta un 30% de la materia seca almacenada, impactando significativamente en la rentabilidad de los sistemas ganaderos (Martínez-Fernández, González, & García, 2022).

El proceso de deterioro aeróbico está asociado con la actividad de microorganismos indeseables, principalmente levaduras y hongos, que metabolizan los ácidos orgánicos y los carbohidratos residuales, provocando un aumento en el pH y la temperatura del ensilaje (González & Rodríguez, 2023).

La nutrición mineral, particularmente el boro en forma de quelato ha emergido como un factor potencial en la mejora de la calidad del ensilaje. El boro, como micronutriente esencial, participa en procesos fisiológicos cruciales como el metabolismo de carbohidratos y la síntesis de componentes de la pared celular (Williams & Cooper, 2023).

La aplicación de este elemento en forma que latada podría optimizar su biodisponibilidad y, consecuentemente, influir en la composición química del forraje y su posterior proceso de fermentación durante el ensilado. Los quelatos, al ser compuestos orgánicos que forman complejos estables con iones metálicos, mejoran la absorción y translocación de nutrientes en la planta (Kumar, Singh, & Patel, 2021).

Investigaciones recientes sugieren que la fertilización con micronutrientes puede modificar

significativamente los patrones fermentativos y la estabilidad del ensilaje (Thompson, Anderson, & Wilson, 2022). Sin embargo, la información específica sobre el efecto de diferentes niveles de quelato de boro en la estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú es limitada, lo que justifica la necesidad de profundizar en esta línea de investigación. Además, se ha observado que niveles adecuados de boro pueden mejorar la síntesis de compuestos fenólicos con propiedades antifúngicas, potencialmente beneficiando la estabilidad aeróbica del ensilaje (Chen & Wang, 2024).

La comprensión de la relación entre la fertilización con quelato de boro y la estabilidad aeróbica del ensilaje podría proporcionar herramientas valiosas para optimizar la conservación de forrajes y, por ende, contribuir a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos. Este conocimiento resulta particularmente relevante en el contexto actual, donde la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de pérdidas post-cosecha son prioritarias para la seguridad alimentaria global (Rodriguez, Martinez, & Santos, 2024). La optimización de la fertilización con boro quelatado podría representar una estrategia innovadora para mejorar no solo la producción de biomasa, sino también la calidad y conservación del ensilaje (López-Sánchez, Martínez, & García, 2023).

I. Objetivo general

Determinar la estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú fertilizado con diferentes niveles de quelato de boro.

II. Objetivos específicos

- Establecer la dosis adecuada de diferentes niveles de quelato de boro que permita una estabilidad aeróbica del ensilaje.
- Analizar el impacto del quelato de boro en la calidad del ensilaje.

III. Hipótesis

Ha. El quelato de boro si influye en la estabilidad aeróbica del ensilaje del pasto Marandú.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades del pasto *Brachiaria brizantha*

1.1.1 Origen y taxonomía

Las especies del género Brachiaria spp. son de gran importancia en la ganadería tropical, es originario de las regiones tropicales de África, el género Brachiaria incluye varias especies que se destacan por su capacidad para adaptarse a una amplia gama de condiciones climáticas y tipos de suelo. Entre las especies más comunes se encuentran *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, y *Brachiaria ruziziensis*. (Villalobos & Montiel, 2015).

El pasto Marandú o *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, es una variedad de pasto que proviene de las regiones tropicales de África. Esta especie fue introducida y mejorada en Brasil, donde ha llegado a ser una de las principales opciones forrajeras por su alta productividad y capacidad para adaptarse a diversos tipos de suelo y condiciones climáticas. En la tabla 1 se detalla la taxonomía del pasto *Brachiaria brizantha* de acuerdo (Olivera, Machado, & del Pozo, 2006).

Tabla 1. *Taxonomía del pasto Brachiaria brizantha*

Categoría	**Taxón**
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poácea
Subfamilia	Panicoidea
Tibu	Paniceace
Genero	*Brachiaria sp.*
Especie	*Brachiaria brizantha*

Nota. Adaptado de (Tumbaco L. , 2019).

1.2 Características botánicas y morfológicas

El pasto Marandú *(Brachiaria brizantha* cv. Marandú) crece de manera erecta o sub-erecta, alcanzando alturas de 0,50 a 1,50 m. Tiene una alta proporción de hojas y un contenido proteico cercano al 15% en pasturas bien manejadas. El pasto forma macollas vigorosas y presenta rizomas cortos, duros y curvos. Las raíces son blandas, blancas o amarillentas y profundas. Las hojas pueden ser vellosas o no, y los nudos, de color morado, pueden ser glabros o poco pilosos. La vaina mide de 10 a 23 cm, es verde y a veces presenta tonalidades moradas. La inflorescencia es una panícula racemosa de 34 a 87 cm de largo (Olivera, Machado, & del Pozo, 2006).

La *Brachiaria brizantha* destaca por su alto rendimiento y su capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales, convirtiéndose en una valiosa fuente de alimento para el ganado.

Tabla 2. *Características del pasto Marandú*

Ciclo vegetativo	**Perenne**
Habito de crecimiento	Semi- decumbente (macollas)
Densidad de siembra	6-10 kg/ha
Adaptación pH	4.0 a 8.0
Fertilidad del suelo	Media- Alta
Drenaje	Buen drenaje
m.s.n.m.	0- 1800
Precipitación	1000 a 3500 mm
Tolerancia a la sequia	Media - Alta
Tolerancia a la humedad	Baja
Digestibilidad	55- 70%
Utilización	Pastoreo, corte y acarreo

Nota. Adaptado de (Tumbaco L. , 2019).

1.3 Estabilidad aeróbica

La estabilidad aeróbica es un procedimiento para establecer el período en el que el ensilaje se conserva frío tras haberse destapado, previniendo de esta manera su deterioro. Adicionalmente, la capacidad para incrementar la temperatura del ensilaje. Al abrir los silos, se inicia un

calentamiento provocado por levaduras, que se encuentran al aire libre, desencadenando una serie de eventos que pueden causar la degradación de los ensilajes (Bolívar Montenegro, 2017).

1.4 Manejo y fertilización del pasto

Un manejo adecuado del pasto responde positivamente a niveles moderados de fertilización, una buena fertilización de los potreros podría satisfacer las necesidades nutricionales de las pasturas, así como reponer y corregir las deficiencias de nutrientes en el suelo. Dentro de los beneficios de una buena fertilización esta obtener mayor contenido de nitrógeno, mejor digestibilidad, mayor altura, densidad, relación hoja-tallo, y mayor producción de biomasa (Díaz , 2010).

La fertilización es crucial para el manejo de pasturas, siendo los elementos más importantes el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Garcés *et. al.*, 2004). Aplicados correctamente, estos nutrientes mejoran tanto el rendimiento como la calidad del pasto y aumentan la fertilidad del suelo. Es recomendable integrar diversas tecnologías e insumos para optimizar los resultados. La fertilización, ya sea orgánica o inorgánica, debe basarse en un análisis químico del suelo para ajustar la dosis adecuada y lograr mayores rendimientos (Bolívar Montenegro, 2017).

1.5 Quelatos

Actualmente, los quelatos son muy destacados como una excelente opción para suministrar metales a las plantas, tanto por vía edáfica como foliar. Su aplicación debe tener en cuenta las siguientes consideraciones: 1) aumentar la solubilización de metales como hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn); 2) facilitar el transporte de estos metales hacia las raíces y/o hojas de las plantas; 3) permitir que los metales (Fe, Zn, Mn) sean asimilados una vez dentro de la planta; y 4) asegurar que la parte orgánica del quelato continúe solubilizando más metales (Fe, Zn, Mn) (Martínez-Fernández A. A., 2014).

1.6 Características del ensilaje

El ensilaje es un proceso de conservación de forrajes mediante fermentación anaeróbica. Consiste en la fermentación controlada de material vegetal picado en condiciones de baja oxigenación dentro de un silo o búnker, utilizando microorganismos como bacterias lácticas para convertir los azúcares en ácidos orgánicos que preservan el forraje y mantienen su valor nutritivo (Garces et al., 2004).

1.6.1 Microsilos de pastos

Los Microsilos son estructuras de pequeña envergadura cuyo potencial se determina mediante la determinación de este. número de ensilaje que se busca conservar, que incluye recipientes de plástico, madera o metal (Garces et al., 2004).

Hoja y/o cobertura de plástico. Los beneficios del uso de este tipo de bolsas de plástico, tales como Los silos implican un costo más bajo, previenen pérdidas por fuga y facilitan la exposición al aire libre. capacidad de producción y almacenaje, además de accesibilidad para su gestión (Loor, 2022).

1.7 Fases del ensilaje

De acuerdo con la Oude y otros, (2020) menciona que las fases del ensilaje se pueden dividir en:

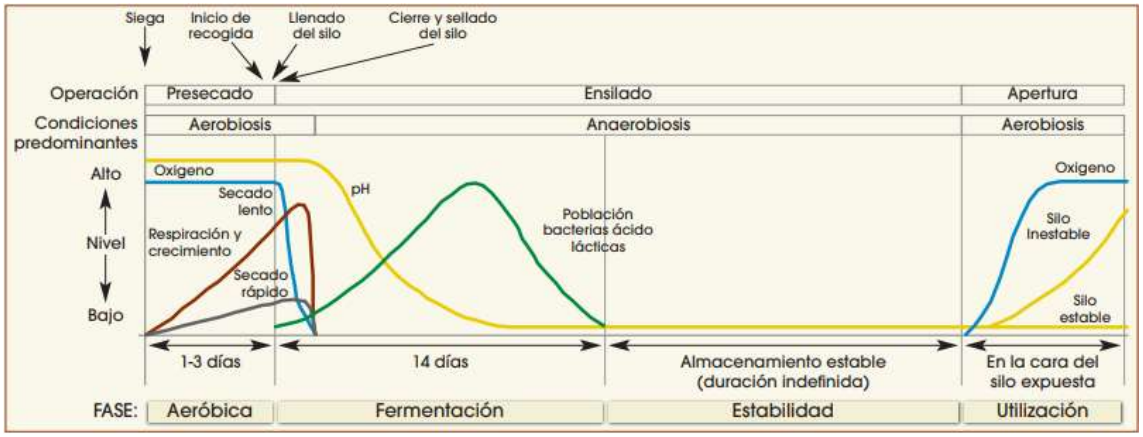
Fase 1. Fase aeróbica: Durante esta fase, que se prolonga solo unas pocas horas, el oxígeno atmosférico en la masa vegetal se consume rápidamente debido a la respiración de los tejidos vegetales y a la actividad de microorganismos aeróbicos y facultativos, como levaduras y enterobacterias (Llatas, 2018).

Fase 2. Fase de fermentación: Esta fase inicia con la creación de un entorno anaeróbico y puede extenderse desde varios días hasta varias semanas, dependiendo de las propiedades del material ensilado y de las condiciones presentes durante el proceso de ensilaje (Martínez-Fernández et al., 2014).

Fase 3. Fase estable: Mientras el entorno permanezca libre de aire, se producen pocos cambios significativos. La mayoría de los microorganismos presentes en la Fase 2 disminuyen lentamente en número. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven a este período en estado inactivo, mientras que otros, como clostridios y bacilos, persisten en forma de esporas (Martínez-Fernández et al., 2014).

Fase 4. Fase de deterioro aerobio: Esta fase inicia con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Aunque es inevitable durante la extracción y distribución del ensilaje, también puede ocurrir antes de comenzar la explotación debido a daños en la cobertura del silo (Loor, 2022).

Figura 1. *Procesos químicos-biológicos en el ensilaje.*



Nota. Tomado Contreras-Gevea y Muck, (2006)

1.8 Clases de silo o almacenaje

De acuerdo con Garces y otros el ensilaje se almacena en una estructura conocida como silo, la capacidad del silo deprende de las necesidades de cada productor (Loor, 2022). Existen diferentes tipos de silo adecuados para almacenar el ensilaje, tales como:

- **Silo en montón:** Consiste en una pila que se cubre y sella con plástico, y posteriormente se cubre con tierra u otros materiales.
- **Silo en trinchera o zanja:** Se trata de una zanja que se cubre con plástico y una capa de tierra, con una canaleta para el drenaje de agua de lluvia. Sus dimensiones se diseñan para asegurar que el forraje ensilado tenga una exposición mínima al aire.
- Silo en torres: Son estructuras verticales de almacenamiento que cuentan con áreas separadas para el llenado y la descarga del ensilaje.
- **Silo canadiense**: Es una combinación de silo en montón y silo en trinchera. El forraje se amontona, se cubre con plástico y tierra, y se sella lateralmente con barro.

1.9 Humedad

El ensilaje es un proceso de conservación de alimentos con un contenido de humedad relativamente alto, ese rango puede variar entre un 45 y 70% (Contreras-Gevea y Muck, 2006), esto también coincide con Martínez-Fernández et al. (2014) quienes detallan como un porcentaje de humedad del silo ideal alrededor del 70% como máximo para mejorar la calidad del silo, acelerar la fermentación del mismo, reducir la incidencia de Clostridia y reducir el pH a 4 lo más pronto posible.

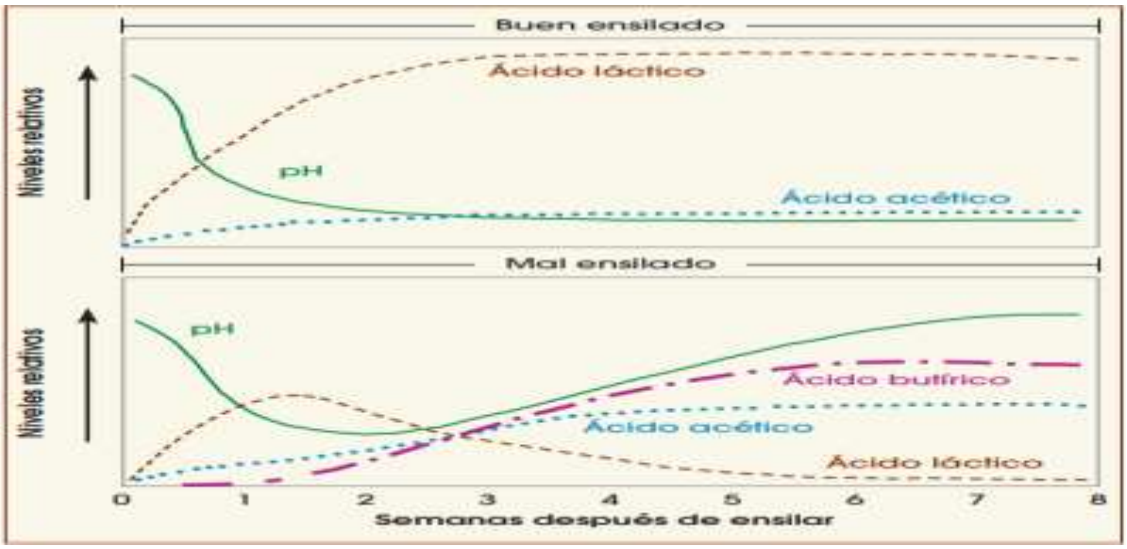
1.10 Características del silo

Las características de un ensilaje elaborado correctamente son de olor, la ausencia de moho, el color y la palatabilidad del resultado. En efecto, debe poseer un agradable olor alcohol ácido como resultado de la fermentación, en contraste con el olor fétido del mal ensilaje; no debe haber moho en él, pues al haberlo no será apto como alimento; el color que debe tener es verde pardusco, uniforme en el exterior y en el interior, así como la palatabilidad apropiada, lo que hace que el ensilado sea bien aceptado e ingerido por el animal (Gonzáles, 2013).

1.11 pH

Una rápida disminución de pH posterior al proceso de ensilado y así como un pH bajo al abrirlo, es un indicador de buena calidad del silo ya que indica una disminución de bacterias de Clostridia que producen ácido butírico y que afectan la calidad del silo (Contreras-Gevea y Muck, 2006) sin embargo, Martínez-Fernández *et al.* (2014) hacen mención que con un pH de 4 y un porcentaje de humedad por debajo del 30% se consigue una disminución significativa de la incidencia de Clostridia.

Figura 2. *Influencia del potencial de Hidrógeno (pH) en la calidad del ensilaje*



Nota. Tomado Contreras-Gevea y Muck, (2006)

CAPITULO II

2 INVESTIGACIONES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*) cv. Marandú, es una opción como especie forrajera a utilizar en las regiones tropicales debido a su alto rendimiento, buena calidad de forraje y excelente aceptación por el ganado, además de ser resistente a sequía, quema, plagas y enfermedades y adaptarse a suelos ácidos de baja fertilidad % (Contreras-Gevea y Muck, 2006).

El principio fundamental de la conservación de forrajes ensilados es lograr rápidamente una disminución del pH, a través de la fermentación producida por las bacterias ácido-lácticas y el mantenimiento de las condiciones anaeróbicas en todo el silo. Cuando el deterioro aeróbico tiene lugar, hay cambios en los parámetros químicos del forraje ensilado. El nivel de pH tiende a aumentar, el amoniaco y las aminas se acumulan, y los niveles de ácidos orgánicos tienden a disminuir, susceptibilidad al deterioro aeróbico del ensilaje está determinada por factores físicos, químicos y microbiológicos, tales como el contenido de MS en el ensilaje, tamaño de las partículas ensiladas, velocidad de llenado, densidad de embalaje en el silo, entre otros (Borges et al., 2011).

El boro es un elemento del cual no se conoce con certeza su papel en el metabolismo, pero se considera que podría funcionar como una coenzima o intervenir en procesos enzimáticos y en el metabolismo y la traslocación de carbohidratos y al igual que el calcio, también desempeñaría un papel importante en la estructura de la célula y la integridad de la pared celular (Fran et al., 2017).

Conociendo la amplia distribución a nivel nacional del pasto *Megathyrsus maximus* jacq. (saboya), el manejo que se le da y en muchas ocasiones el mal aprovechamiento de este, se planteó esta investigación con miras a evaluar la calidad de este pasto ensilado con la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas (BAL) ya que, en muchas ocasiones, en época de lluvias no se lo aprovecha por completo y en época de sequía escasean tanto las praderas que se vuelve necesario la suplementación. Se realizaron 12 microsilos de 2 kg netos cada uno donde se probaron 3 niveles de inclusión de harina de maíz (T1=10%, T2=15% y T3=20% del silo) más un testigo (T4) dando un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Todos ellos contenían melaza (6%) y bacterias ácido lácticas (300 ml t^{-1}). Se fertilizó el pasto en drench en 3 fracciones. Se realizó el aprovechamiento, se picó a no menos de 2 cm, se mezcló con los ingredientes acorde al tratamiento propuesto en cada caso y se guardó por 35 días luego de lo cual se aperturó cada microsilo y se obtuvo una muestra de 100g que se envió

al laboratorio para su análisis de pH, Materia seca (MS) y bromatología (Proteína cruda, fibra cruda, ceniza, extracto etéreo, extracto libre no nitrogenado). Se obtuvo que todos los tratamientos cumplen con las características mínimas necesarias para servir como alimento de rumiantes, también se vio que la inclusión de melaza, BAL y harina de maíz sí influye en las características bromatológicas de los silos y que los tratamientos T2 y T3 presentan las mejores características bromatológicas. Así mismo, se encontró que el tratamiento T1 es el más rentable luego del testigo (Cedeño, 2021).

Con el objetivo de Evaluar el valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilaje del pasto B. brizantha cv. Marandú fertilizado con quelatantes de zinc, boro y magnesio; se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial (4*4) con 4 repeticiones Siendo el Factor A los quelatantes (sin quelatantes, quelato de zinc, quelato de boro y quelato de magnesio) y el Factor B las edades de cortes (20, 25, 30 y 35 días) los tratamientos fueron analizados usando la prueba de Tukey al 5%. El contenido de proteína, extracto etéreo, fibra, extracto libre de nitrógeno, ceniza si presentaron diferencia estadística ($p > 0,01$) en las variables quelato de boro, magnesio y zinc. En la composición química del ensilaje de pasto Maradú se destacaron efectos simples e interacciones al utilizar edades y quelatantes, demostrándose de esta manera que la edad y los quelatantes de boro, magnesio y zinc si influyeron estadísticamente mejorando los componentes biomoleculares y valores nutritivos. En la estabilidad aeróbica tanto en pH cómo temperatura destacaron efectos simples e interacciones al utilizar edades y quelatantes, demostrándose de esta manera que la edad y los quelatantes de boro, magnesio y zinc si influyeron estadísticamente mejorando la conservación y alargando la durabilidad del ensilaje de pasto Marandú

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

La presente investigación se llevará a efecto en el año 2024, en la Granja Experimental "Río Suma" de la "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí" del cantón El Carmen, Manabí, Ecuador. La misma que se ubica a los 0°16′00″S de latitud y 79°26′00″O de longitud; a 250 ms.n.m. con precipitaciones promedio de 2.800 mm, temperatura que oscila alrededor de 24,5 °C.

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

EL lugar donde se desarrolló la investigación tiene un clima

Tabla 3. Características agroecológicas de la localidad

Características	**El Carmen**
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año^{-1})	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota. Tomado de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

3.3 Variables

2.1.1 Variables independientes

- Dosis de quelato de boro

3.3.1 Variables dependientes

- PH
- Temperatura

3.3.2 Frecuencia (Toma de datos de Temperatura y pH)

- (0,24,48,72,96,120 y 144) horas

3.4 Unidad Experimental

En este estudio, se utilizó en la unidad experimental el modelo estadístico de DBCA, utilizando cinco tratamientos cada uno contando con 4 repeticiones cada uno, en total 25 microsilo. Este método nos facilita establecer el grado de estabilidad de cada micro silo, basándonos en los tratamientos y repeticiones utilizados en el estudio.

3.5 Tratamientos

El estudio contará con 5 tratamientos y 4 réplicas, totalizando 20 unidades experimentales

- ✓ T1: Testigo con 0% de quelato de boro
- ✓ T2: 0,5% de quelato de boro una aplicación foliar.
- ✓ T3: 1,0% de quelato de boro una aplicación foliar.
- ✓ T4: 1,5% de quelato de boro una aplicación foliar.
- ✓ T5: 2% de quelato de boro una aplicación foliar.

Tabla 4. *Disposiciones de los tratamientos en estudio*

Tratamientos	Dosis ha^{-1}
T1	0,00 litros de quelato de boro
T2	0,50 litros de quelato de boro
T3	1,00 litros de quelato de boro
T4	1,50 litros de quelato de boro
T5	2.00 litros de quelato de boro

3.6 Características de las Unidades Experimentales

La tabla 4 presenta de forma resumida el delineado propuesto para realizar la investigación y responder adecuadamente a los objetivos propuestos.

Tabla 5. ***Características de la unidad experimental***

Variable Experimentadas	Delineamiento
N.º de Tratamiento	5
N.º de repeticiones	4
N.º total de parcelas	20
Dimensiones de parcelas	4 m^2
Corredor	1m lineal

3.7 Análisis Estadístico

La tabla (5) presenta de manera sintetizada los datos para tener en cuenta para el análisis de varianza. El presente estudio se manejó con el programa estadístico InfoStat, con prueba de Tukey del 5% con análisis de varianza para interpretar los diferentes resultados.

Tabla 6. *Esquema de ADEVA*

Factor	Fuentes de variación	Grado de libertad
Tratamiento	rt-1	4
Repetición	r-1	3
Error Experimental	por diferencia	12
Total	rt-1	19

3.8 Instrumentos de medición

3.8.1 Materiales y equipos de campo

- Pasto Marandú
- Playo
- Agua
- Alambre
- Tubos PVC
- Machete
- Piola
- Envases de muestra
- Bomba de aplicación
- Medidor de pH (potenciómetro)
- Estacas
- Flexómetro

3.9 Manejo del ensayo

La superficie total se realizó en un cultivo ya establecido de Pasto Marandú, el terreno establecido se dividió en 20 parcelas experimentales, con base en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, con el uso de tablas aleatorias.

Posteriormente se realizó cortes de igualación en las diferentes parcelas, con la finalidad de que puedan ser cortados y ensilados, luego del corte se esperó 10 días y se inició con la fertilización de quelato de boro en los distintos porcentajes establecidos (0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%).

Los microsilos se realizaron a los 35 días posteriores a la fertilización en tubos de PVC, se cortó el pasto y se dejó al sol por dos horas para luego fue picado en partículas de 1-3 cm de grosor, posteriormente se iba colocando poco a poco en el pasto en un micro silo con 8% de melaza de manera alterna, los cuales se sellaron haciendo presión para que no quedaran con aire. Así se llevó a cabo en todos los microsilos. Los silos se mantuvieron sellados por 30 días

Luego se tomó las respetivas medidas. Se llevó a cabo la apertura de los tubos de microsilos al abrirlo medimos el pH y la temperatura del ensilaje.

3.10 Procedimiento potencial de (pH)

Se pesaron 10 g de material ensilado y se colocaron en un recipiente con 100 ml de agua destilada. La mezcla reposó durante 30 minutos, agitándose ocasionalmente para asegurar una homogenización adecuada. Transcurrido el tiempo de reposo, se utilizó un potenciómetro previamente calibrado para medir el pH de la solución. El electrodo del medidor se colocó directamente en el recipiente con la muestra para registrar los valores. Este procedimiento se realizó para cada muestra en los periodos establecidos de 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas tras la apertura del ensilaje.

3.11 Procedimiento de la temperatura

La temperatura de cada silo se registró al destaparlo, introduciendo un termómetro de mercurio en el material ensilado. El termómetro se dejó reposar durante 5 minutos para obtener una lectura precisa. Este procedimiento se realizó en cada una de las muestras correspondientes a los periodos de 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas tras la apertura del silo.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la estabilidad aeróbica del ensilaje es fundamental para evaluar la calidad y la durabilidad del material ensilado durante el almacenamiento y posterior uso. Dos de las variables más relevantes para este propósito son el pH y la temperatura, ya que ambas influyen directamente en el proceso de fermentación y en la preservación del ensilaje tras la apertura.

4.1 Variable Temperatura

Los resultados muestran que en todos los intervalos evaluados (0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas), no se observaron diferencias significativas en la temperatura entre los tratamientos, con p-valores de 0.7622, 0.540, 0.753, 0.8576, 0.674, 0.089 y 0.109, respectivamente ($p > 0.05$). Los promedios de temperatura para cada intervalo fueron los siguientes: 35.60 °C a las 0 horas, 35.55 °C a las 24 horas, 27.40 °C a las 48 horas, 29.80 °C a las 72 horas, 29.06 °C a las 96 horas, 29.20 °C a las 120 horas y 29.60 °C a las 144 horas. Estos resultados reflejan una estabilidad térmica general en el ensilaje, con ligeras fluctuaciones en los valores reportados tras la apertura.

Tabla 7. *Estabilidad aeróbica de la temperatura en intervalos de 0, 24, 48, 96, 120 y 144 horas*

	Temperatura													
Tratamiento	**0horas**		**24horas**		**48horas**		**72horas**		**96horas**		**120horas**		**144horas**	
T1	35,50	a	35,45	a	28,00	a	30,50	a	29,75	a	29,50	a	29,75	a
T2	35,75	a	35,53	a	27,25	a	30,00	a	29,75	a	28,75	a	30,00	a
T3	35,50	a	35,73	a	28,00	a	29,75	a	29,25	a	29,50	a	30,00	a
T4	35,50	a	35,33	a	27,50	a	29,50	a	29,00	a	29,5O	a	28,75	a
T5	35,75	a	35,70	a	26,25	a	29,25	a	27,53	a	28,75	a	29,50	a
Promedio	35,60		35,55		27,40		29,80		29,06		29,20		29,60	
P valor	0,7622		0,540		0,753		0,8576		0,674		0,089		0,109	
CV (%)	1,64		1,65		5,58		3,86		3,99		2,88		2,63	

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

Los resultados de esta investigación muestran valores consistentes con los reportados por Esteves (2022), quien logró alcanzar temperaturas hasta de 23,93 °C. Estos hallazgos son consistentes con las investigaciones de Bernardes, Reis, Moreira, & Härter (2012), quienes encontraron patrones similares de variación térmica y estabilidad aeróbica ensilajes de pasto Marandú, destacando la importancia de las condiciones de conservación en la estabilidad del ensilaje (Bernardes, Reis, Moreira, & Härter, 2012).

4.2 Variable potencial de hidrogeno (pH)

Los resultados muestran que, en los intervalos de 0, 24, 48, 72, 96 y 120 horas no se observaron diferencias significativas en el pH entre los tratamientos, con p-valores de 0.7622, 0.540, 0.753, 0.8576, 0.674 y 0.089, respectivamente ($p > 0.05$). Sin embargo, a las 144 horas sí se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos, con un p-valor de 0.009 ($p < 0.05$). El promedio general del pH en los tratamientos durante todos los intervalos evaluados fue de 5.46, lo que indica una tendencia general de estabilidad en los niveles de pH del ensilaje, con una ligera variación hacia el final del periodo de observación.

Tabla 8. *Estabilidad aeróbica del potencial de hidrógeno en intervalos de 0, 24, 48, 96, 120 y 144 horas*

Potencial de Hidrógeno (pH)													
Tratamiento	**0horas**		**24horas**		**48horas**		**72horas**	**96horas**		**120horas**		**144horas**	
T1	4,53	a	4,00	a	4,33	a	4,93	5,45	a	5,73	a	6,55	c
T2	4,58	a	4,13	a	4,28	a	4,55	4,68	a	5,03	a	5,20	b
T3	4,38	a	4,15	a	4,43	a	4,18	4,60	a	4,98	a	5,63	bc
T4	4,28	a	3,90	a	3,85	a	4,85	5,18	a	5,05	a	5,23	b
T5	4,18	a	3,95	a	4,20	a	4,18	4,23	a	4,40	a	4,70	a
Promedio	4,39		4,03		4,218		4,54	4,83		5,04		5,46	
P valor	0,7622		0,540		0,753		0,8576	0,674		0,089		0,009	
CV (%)	6,12		5,91		10,7		11,36	12,36		13,27		7,41	

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

Estos resultados coinciden con los reportados por De Oliveira et al. (2019), quienes al evaluar ensilajes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú encontraron valores de pH entre 3,7 y 6,8 durante la exposición aeróbica, señalando que estos cambios en el pH son indicadores importantes de la estabilidad del ensilaje. De manera similar Mari et al. (2016), observaron que los valores de pH en ensilajes de *Brachiaria* aumentaron gradualmente durante la exposición al aire, lo cual es consistente con nuestros hallazgos.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES

- Se concluye que a las 144 horas se identificaron diferencias significativas en el pH (p=0.009), donde el tratamiento con 2,0 litros de boro presentó el valor más bajo (4,70), sugiriendo que este nivel contribuyó a una mayor estabilidad aeróbica al retardar el deterioro del ensilaje. Los resultados de pH y temperatura indican que las dosis de quelato de boro utilizadas no generaron diferencias significativas en la mayoría de los intervalos de tiempo evaluados (0, 24, 48, 72, 96 y 120 horas), con p-valores superiores a 0,05.
- En términos de temperatura, no se detectaron diferencias significativas en ningún intervalo, con promedios estables en todos los tratamientos, lo que indica una baja actividad microbiana tras la apertura.
- El uso de quelato de boro evidenció un efecto positivo en la estabilidad aeróbica del ensilaje de pasto Marandú, especialmente en la variable pH. Los tratamientos con niveles superiores de quelato de boro (2,0 litros) mostraron valores de pH más bajos, lo que sugiere una mayor capacidad para mantener la acidez del ensilaje y, por ende, su calidad durante períodos prolongados tras la apertura.

CAPITULO VI

6 RECOMENDACIONES

- Aplicar 2,0 litros de quelato de boro para mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje.
- Implementar controles periódicos durante el almacenamiento y apertura del ensilaje.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, D. (1999). *FERTILIZACION FOLIAR, UN RESPALDO IMPORTANTE EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS.* Obtenido de https://www.redalyc.org<pdf.

Alvarado, D. (2007). *EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON Ca, Mg, Zn y B EN LA SEVERIDAD DE LA SIGATOKA NEGRA(Mycosphaerella fijiensisMorelet),EN EL CRECIMIENTO YLAPRODUCCIÓN DEL BANANO (Musa AAA, cv. Grande Naine).* Obtenido de https://repositoriotec.ac.cr>bitstream>hantream>Tesis de Licenciatura . EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON Ca, Mg, Zn y B EN LA SEVERIDAD DE LA SIGATOKA NEGRA(Mycosphaerella fijiensisMorelet),EN EL CRECIMIENTO YLAPRODUCCIÓN DEL BANANO.pdf

Araya, J. (2008). *AGROCADENA DE PLATANO CARACTERIZACION DE LA AGROCADENA.* Obtenido de http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00082.pdf

Arcos, F. (2011). *InEfecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (Solanum tuberosumL.).* Obtenido de dspace.espoch.edu.ec>bitstream

Arévalo, G. (2009). *Manual de Fertilzantes y Emnienda.* Obtenido de https://www.se.gob.hn>Modulo _6 _Manual _Fertilizantes_y_Enmiendas.pdf

Aristizábal, M. (2008). *Evaluación del crecimiento y desarrollo foliar del plátano Hondureño Enano (Musa AAB) en una region cafetera colombiana.* Colombia: Revista Agronómica, https://www.researchgate.net/publication/221935739_Evaluacion_del_crecimiento_y_desarrollo_foliar_del_platano_Hondureno_Enano_en_una_region_cafetera_colombian.

Banavides, A. (2011). *Absorción de iones por la raíz.* Obtenido de https//www.researchgate.net>publication>135676932_ABSORCION_DE_IONES_POR_LA_RAIZ

Barrera., L. C. (2012). *Nutricion Mineral. Tema de estudio, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biologia Bogota.* Colombia: http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/14/07_Cap05.pdf.

Bernardes, T. F., Reis, R. A., Moreira, A. L., & Härter, C. J. (2012). Fermentation characteristics and aerobic stability of Marandu grass silages with different additives. *Revista Brasileira de Zootecnia, 41*(4), 913-922.

Bolívar Montenegro, I. E. (2017). CARACTERÍSTICAS MICROBIANAS, ESTABILIDAD AERÓBICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (Megathyrsus maximus) CON NIVELES CRECIENTES DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (Passiflora edulis). *UNIVERSIDAD DE ZULIA*, https://www.redalyc.org/journal/959/95953011007/html/.

Callejo, A. (2018). Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado. *Revista Frisiona Española*, 70-78.
https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/124/1/ULEAM-AGRO-0015.pdf.

Chen, X., & Wang, Y. (2024). Boron-induced phenolic compound synthesis in forage crops: Implications for silage preservation. *Plant Science, 318*, 111544.

Chica., C. L. (2017). *NIVELES DE NITRÓGENO Y POTASIO DEL PLÁTANO CURARE ENANO, EN EL DESARROLLO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD. .* Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/124/1/ULEAM-AGRO-0015.pdf.

Chonay, P. (1981). *Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno porRhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.).* Obtenido de Tesis de M. en C. CEDAF-CP.

Cruz, J. C. (2011). *Eficiencia Agronomica y Econimica del manejo de la fertilizacion en banano en un suelo de la depresion del Lago de Valencia.* Venezuela: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/uso_manejo_suelo/UMS15.pdf.

Da Silva, R., Santos, M., & Oliveira, A. (2019). Aerobic stability of tropical grass silages: A

comprehensive review. *Grass and Forage Science, 74*(2), 193-205.
DAVID, E. C. (2022). VALOR NUTRITIVO Y ESTABILIDAD AERÓBICA DE ENSILAJE DEL PASTO MOMBAZA . *UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMENCARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA*, https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5165/1/ULEAM-AGRO-0264.PDF.
De Oliveira, S. G., Berchielli, T. T., Reis, R. A., Vechetini, M. E., & Pedreira, M. S. (2019). Fermentative characteristics and aerobic stability of Brachiaria brizantha cv. Marandu silage and bacterial inoculant. *Revista Brasileira de Zootecnia, 48*, e20180290.
Demera, C. F. (2018). *NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES CV DOMINICO HARTÓN .* Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/120/1/ULEAM-AGRO-0011.pdf.
Díaz , V. (2010). Descripcion y adaptacion de forrajes. *INTA, 1*, 1-6. Obtenido de https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-0733.pdf
Dobermann. (2005). *Nitrogen Use Efficiency – State of the Art. University of Nebraska - Lincoln, Agronomy & Horticulture -.* Obtenido de Faculty Publications. Nebraska: Agronomy & Horticulture -- Faculty Publications.
Dobermann., A. (2005). *Nitrogen Use Efficiency – State of the Art. University of Nebraska - Lincoln, Agronomy & Horticulture.* Faculty Publications. Nebraska: Agronomy & Horticulture.
Dpto. Técnico de Chr. Hansen Argentina. 2011. Producir XXI, B. A. (2011). POSIBLES PROBLEMAS DE ENSILAJE Y SUS RAZONES. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/162-Posibles_problemas.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR0ITHL-p4ZQj4MiFepb6YVM6E_zmjM8lv0Na2vCw_Apcz8-BTgpa44GlTk_aem_AaPNu1ekbuT2rsb9lYm9bIbiku9nHNAxdQyLFl3-h5t6nYZ2aDdss0-r5f
ESPAC. (2019). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.* Ecuador: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf.
Espinisa, J. A. (2018). *NUTRICIÓN VEGETALEXPORTACIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DE NUTRIENTES EN PLÁTANO.* Ecuador: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2020/03/Nutrici%C3%B3n-vegetal-exportaci%C3%B3n-y-eficiencia-del-uso-de-nutrientes-en-pl%C3%A1tano.pdf.
Esteves, A. (2022). Análisis de la estabilidad térmica en ensilajes de pastos tropicales. *Revista Brasileña de Zootecnia, 51*(3), 112-125.
FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso.* Obtenido de www.fao.org › ...
FAO. (2011). *Los Fertilizantes y su Uso.* Roma, Italia: R. Marbeuf.
FAO. (2014). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y Agricultura.* Obtenido de http//www.fao.org/faostat/es#data/QC.
Fernandez, V. (2015). *Fertilización Foliar.* Obtenido de https://researchgate.net>publication>208908842_Fertilizacion-Foliar
Furcal, P. B. (2013). *Respuesta del plátano a la fertilización con P, K y S durante el primer ciclo productivo.* http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13210130002000008.
Garces, A., Berrio, L., Ruíz , S., Serna, J., & Builes , A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación, 1*, 66-71. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/695/69511010.pdf
González, M., & Rodríguez, P. (2023). Microbial dynamics during aerobic deterioration of tropical grass silages. *Microorganisms, 11*(4), 825.
González-López, M., Ramírez, J., & Sánchez, P. (2021). Estabilidad microbiológica en ensilajes de pastos tropicales. *Revista de Ciencias Agrícolas, 45*(2), 78-92.

Guzman, M. (2012). *CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES PARA SU USO EN LA FERTIRRIGACIÓN.* Obtenido de https://www.researchgate.net>publication>257416472_CARACTERISTICAS_DE_LOS_FERTILIZANTES_PARA_SU_USO_EN_LA_FERTIRRIGACION.pdf

Haifa. (2014). *Recomendaciones nutricionales para Banano.* Colombia: https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana_Spanish.pdf.

Herrera, M. &. (2011). *MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO.* Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA : http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/MANEJO_INTEGRADO_DEL_CULTIVO_DE PLATANO. pdf

Herrera., K. A. (2018). *NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES CVCURARE ENANO.* Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/94/1/ULEAM-AGRO-0010.pdf.

INAMHI. (2017). *ANUARIO METEOROLÓGICO.* Ecuador: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.

INEC. (2011). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Datos Estadísticos.* Obtenido de Encuesta de superficie y producciónagropecuaria: http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf.

Johnson, L., Harrison, J., & Hunt, C. (2021). Silage preservation techniques: Recent advances and future perspectives. *Animal Feed Science and Technology, 271*(114760).

Kumar, S., Singh, R., & Patel, A. (2021). Chelated minerals in agricultural systems: A comprehensive review. *Journal of Plant Nutrition, 44*(5), 645-667.

Llatas, L. (2018). “CUALIDADES Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SILAJE DE AVENA FORRAJERA (Avena Sativa) CON UREA Y MELAZA”. *UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, Titulacion.* . Cutervo, Perú.

López , C. J., De Dios , G. E., Guerrero, A., Ortega, E., López , A., & Bolaños , E. (2018). Importancia de la fertilización en el manejo sustentable de pastos tropicales. *Agro Productividad, 11*, 130-133. Obtenido de file:///C:/Users/bebet/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/92940aaa-271e-4b7c-801e-ede44b54726d/iluna,+Journal+manager,+con-22.pdf

López, A. E. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano.* Obtenido de nla.ipni.net › region › nla.nsf › N F Banano.002.002.pdf › N F Banano

Lopez, D. (2017). *EL CALCIO EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE PLATANO (Musa paradisiaca L.) CV BARRAGANETE. .* Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/122/1/ULEAM-AGRO-0013.pdf.

Lopez., P. J. (2018). *NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA MORFO-FISIOLOGIA, PRODUCCIÓN YCALIDAD DEL PLÁTANO BARRAGANETE (Musa paradisíaca AAB.* Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/92/1/ULEAM-AGRO-0008.pdf.

López-Sánchez, A., Martínez, R., & García, F. (2023). Innovative approaches in silage additives and mineral nutrition for improved forage conservation. *Animal Feed Science and Technology, 296*, 115487.

M, A. (2022). Obtenido de Aiassa M. (17/01/22) Ganadería y finanzas. En Rosgan: lote de noticias

M, A. (2022). *Ganaderia en general en america.* Aiassa M. (17/01/22) Ganadería y finanzas. En Rosgan: lote de noticias.

MAGAP. (2015). *Boletín Situacional Plátano. Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Coordinación general del sistema de información nacional, Quito.* Ecuador: http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2016/boletin_situacional_platano_2015.pdf .

Mari, L. J., Schmidt, R. J., Nussio, L. G., Hallada, C. M., & Kung Jr, L. (2016). An evaluation of the effectiveness of Lactobacillus buchneri 40788 to alter fermentation and improve the aerobic stability of corn silage in farm silos. *Journal of Dairy Science, 92*(3), 1174-

1176.
Martínez-Fernández, A. A. (2014). *Manejo de forrajes para ensilar.* (SERIDA, Ed.) Asturias, España. Recuperado el Agosto de 2022
Martínez-Fernández, A., González, J., & García, M. (2022). Factors affecting aerobic stability in grass silages: A meta-analysis approach. *Journal of Dairy Science, 105*(3), 2341-2355.
Martins, R., Oliveira, L., & Ferreira, S. (2021). Dinámica térmica en procesos de conservación de forrajes. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 29*(3), 112-125.
Mendoza, L. (Mendoza, L.). *Densidades de siembra del plátano barraganete en las propiedades morfo-fisiológicas, producción y exportación de macronutrientes.*
Mendoza., D. (2018). *EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO (Musa paradisiaca L.) CV. BARRAGANETE.* El Carmen-Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/91/1/ULEAM-AGRO-0007.pdf.
Molina, E. (2002). *Fertilización Foliar: Principios y Aplicación.* Obtenido de www.cia.ucr.ac.cr>pdf>memorias>Memorias Curso fertilizacion foliar. pdf
Morales, L. U. (2009). *Respuesta de genotipos mejorados de plátanos (Musa spp.) .* Cuba: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de las Villas.
Mühlbach, P. R. (2001). Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. *FAO*, https://www.fao.org/4/x8486s/x8486s0b.htm#:~:text=y%20Panicum%20spp.,f%C3%A1cilmente%20fermentable%20como%20la%20melaza.
Nivela-Morante, P. E., Jumbo-Romero , M. J., Mazacon-López, M. A., Pinargote-Ponce, D. E., López-Cedeño, C. J., & Cristóbal, B.-V. I. (2023). ontenido proteico del ensilaje de pasto Tanzania fertilizado conquelatantes de zinc, boro y magnesio. Obtenido de file:///C:/Users/Personal/Downloads/675-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2987-1-10-20240409%20(1).pdf
Nowack, B. (2002). Environmental Chemistry of Aminopolycarboxylate Chelating Agents. *Environ. Sci. Technol, 36*, 4009- 4016.
NUVA. (2015). Ficha Tecnica Quelato Mg Magnesio NUTRIENTE – CORRECTOR DE DEFICIENCIA ESPECIFICA LÍQUIDO. Obtenido de https://nuva.com.mx/wp-content/uploads/2015/12/FICHA-TECNICA-QUELATO-DE-MAGNESIO.pdf
Oliveira, M., Santos, R., & Costa, A. (2018). Factores que influyen en la estabilidad de ensilajes. *Zootecnia Tropical, 36*(4), 201-215.
Olivera, Y., Machado, R., & del Pozo, P. P. (2006). Botanical and agronomic characteristics of important forage species of the Brachiaria genus. *Pastos y Forrajes, 29*(1), 1-13. Obtenido de https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a3513b886eb9224de547ff7c2c87db2420a730f8
Ortíz, G. G. (2004). *Aplicación de prácticas de conservación de suelo para la siembra de piña en Ladera. CORPOICA, CVC. Palmira: CORPOICA. , de.* Ecuador: https://books.google.com.ec/books?id=m-Le3FoQx3kC&pg=PA7&dq=Aplicacion+edafica+de+fertilizantes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjr8qa457XJAhUDmx4KHfPwA2cQ6AEIIjAC#v=onepage&q=Aplicacion%20edafica%20de%20fertilizantes&f=false.
Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J., & Spoelstra, S. (2020). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. *Fao*. doi:https://www.fao.org/4/X8486S/x8486s04.htm
Palomino, A. (2015). *Agricultura Alternativa: Principios.* Bogota, Colombia: San Pablo: https://books.google.com.ec/books?id=BoSUZ6-ieVoC&pg=PA30&dq=fertilizacion+alternativa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2yum08LjJAhWBFR4KHfNQBC8Q6AEIGjAA#v=onepage&q&f=false.
Parraga, B. (2016). *MÉTODOS Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN DEL PLÁTANO BARRAGANETE, EN LA EXPORTACIÓN Y EFICIENCIA DE NUTRIENTES.* Obtenido de Trabajo de Titulación
Pereira, J., Silva, T., & Rodrigues, M. (2019). Comportamiento térmico de pastos tropicales durante el ensilaje. *Revista Brasileña de Zootecnia, 48*, e2019001.

Pereira, R., Silva, J., & Santos, M. (2021). Morphological and physiological characteristics of Marandu palisadegrass affecting silage quality. *Crop Science, 61*(3), 2145–2158.
PROECUADOR. (2015). *Analisis Sectorial Plátano Analisis sectorial, Instituto de promocion de exportaciones e inversiones, Quito.* Ecuador: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/PROEC_AS2015_PLATANO1.pdf .
PROECUADOR. (2015). *Análisis Sectorial Plátano. Análisis sectorial, Instituto de promoción de exportaciones e inversiones.* Obtenido de http://www.proecuador.god.ec/wp-
Quintero, R. (1995). Fertilización y Nutrición. *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA*, 153-177.
Quintero, R. (1998). *Fertilizacion y Nutricion en platano.* Colombia.
Quintero., R. (2005). *Fertilizacion y Nutricion, El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia.* Cali-Colombia: https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p3-394.pdf.
Rodriguez, C., Martinez, A., & Santos, P. (2024). Sustainable forage conservation strategies in livestock systems: Current status and future challenges. *Agricultural Systems, 203*(103488).
Rodríguez, M. (1985). *Producción de plátano (Musa AAB).* https://books.google.com.ec › books.
Rodriguez, M. (2017). *INFLUENCIA DE TRESNIVELES DE CARBAMIDASOBRE LA INDUCCIÓN DE HIJUELOS DE PLÁTANO (Musa aabsimmonds)EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL.* Obtenido de http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/539
Rodríguez-Carreño, I., López-Herrera, M., & Martínez-Reyes, J. (2019). Evaluación de parámetros térmicos en ensilajes de gramíneas. *Agrociencia, 53*(6), 845-860.
Romero, V. (1982). *Técnicas de aplicación de fertiizantes.* Obtenido de https://repository.agrosavia.co>bitstream>handle
SAGARPA, C. (2016). MELAZAS DE CAÑA DE AZÚCAR Y SU USO EN LA FABRICACIÓN DE DIETAS PARA GANADO. *CONADESUCA*, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota_Informativa_Noviembre_Melazas.pdf.
Sanchez, J. (2012). *Metodologia de la investigacion cientifica y tecnologica.* Obtenido de https://es.scribd.com › document › Metodologia-de-la-Investigacion-Cientifica-y-Tecnologica.pdf
Sancho, H. (1999). *Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización.* Obtenido de Informaciones Agronómicas: inranet.exa.unne.edu.ar>biologia>fisiolofia.vegetal>Curva de absorcion de nutrientes
Santos, M., Silva, T., & Oliveira, R. (2020). Marandu palisadegrass management and silage quality: A systematic review. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 8*(2), 153-164.
Silva, P., Almeida, R., & Fernandes, L. (2020). Caracterización térmica de ensilajes de pasto Marandu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, 55*(e01234).
Snyder, C. &. (2015). *Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit.* Estados Unidos: International Plant Nutrition.
Souza, M., Oliveira, P., & Santos, L. (2022). Efectos de quelatos minerales en la conservación de forrajes. *Revista Ciencia y Agricultura, 19*(2), 45-59.
Stewar, W. (2007). *Consideraciones del uso eficiente de nutrientes .* Colombia.
Stewar, W. (2011). *IPNI - North Latin America. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de International Plant Nutrition Institute:.* IPNI - North Latin America. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de International Plant Nutrition Institute:: http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.
Thompson, R., Anderson, K., & Wilson, D. (2022). Micronutrient fertilization effects on silage fermentation patterns: A review. *Journal of Plant Nutrition, 45*(8), 1189-1204.
Torres, B. (2006). *Metodologia de la Investigacion.* Obtenido de abacoenred.com>el-proyecto-de-investigacion-FG-Arias-2012-pdf.pdf
Tumbaco , L. (2019). EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y FORRAJERO DEL PASTO MARANDÚ (Brachiaria brizantha) CON DOS NIVELES DE BIOL EN LA COMUNA

DOS MANGAS. 3-5. Riobamba, Ecuador. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14224/1/17T01615.pdf
Tumbaco, A. P. (2012). *Manual del cultivo de platano de exportacion.* Obtenido de ESPE Santo Domingo: http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/Outline-del-libro.pdf
Tumbaco., A., Patiño, M., Tumbaco, J., & Ulloa, S. (2012). *Manual del cultivo de plátano de exportación.* Ecuador: http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/outline-del-lobro.pdf.
Tumbaco., e. a., Patiño, M., Tumbaco, J., & Ulloa, S. (2012). *Manual del cultivo de plátano de exportación.* Ecuador: http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/outline-del-lobro.pdf.
Vaca, D. C. (2008). *Evaluacion de varios niveles de de fertilizacion en aplicacion edafica y en fertirriego en el cultivo de platano (Musa AAB).* Ecuador: Fertirriego de platano en Ecuador.
Vaca., D. C. (2008). *Evaluación de Varios Niveles de Fertilización en Aplicación Edáfica y en Fertiriego en el Cultivo de Plátano (Musa AAB Simmonds). El Carmen. Manabí.* Ecuador: file:///C:/Users/HP/AppData/Local/Temp/41-Texto%20del%20art%C3%ADculo-68-1-10-20170914.pdf.
Valdiviezo, F. (2014). *APLICACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS INYECTADAS Y EN DRENCH MÁS LA ADICIÓN DE LEONARDITA EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa AAA.) VARIEDAD WILLIAMS".* Obtenido de repositorio.ug.edu.ec › bitstream › redug › URBANViejoNESTOR
Villacrés, R. S. (2017). EFECTO DE LA ADICIÓN DE Bacillus spp. EN ENSILAJE DE MAÍZ (Zea mays) SOBRE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL in situ Y FERMENTACIÓN RUMINAL in vitro. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26308/1/Tesis%2096%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20508.pdf
Villalobos, L., & Montiel, M. (2015). Características taxonómicas de pastos Brachiaria utilizados en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 40. doi:10.15517/nat.v9i1.19391
Villareal, J. E. (2012). *Monitoreo de cambios en la fertilidad de suelos por medio de análisis de laboratorio.* Costa Rica: https://www.redalyc.org/pdf/437/43724664009.pdf.
Villarroel, C. R. (2015). *FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA PARA NUTRICION Y SANIDAD EN PRODUCCION DE PAPAS.* Ecuador: http://www.jadefo.org.mx/jwp/wp-content/uploads/Fertilizacion.pdf. Obtenido de www.jadelo.org.mx>jwp>wp-content>uploads>Fertilizacion Foliar.pdf
Vivas, J. (2017). *Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido.* Obtenido de https//dialnet.unirioja.es
Williams, E., & Cooper, R. (2023). Boron in plant nutrition: From uptake to physiological functions. *Plant Physiology and Biochemistry, 185*, 51-63.
Yepez, J. C. (2015). *EFECTO DE ALTAS DENSIDADES Y DOS SISTEMAS DE SIEMBRA SOBRE ELRENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE PLÁTANO (Musa AAB) BAJO CONDICIONES DE REGADIO".* Ecuador: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/23/1/T-UTEQ-0009.pdf.
Zambrano, Y. M. (2018). *Niveles de fertilizacion en la Morfologia, produccion y calidad del platano dominico harton (Mussa AAB).* Ecuador: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/93/1/ULEAM-AGRO-0009.pdf.

8. ANEXOS

Anexo 1. ADEVA de temperatura a las 24 horas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,7	7	0,1	0,29	0,9441
Repetición	0,4	3	0,13	0,39	0,7622
Tratamiento	0,3	4	0,08	0,22	0,9224
Error	4,1	12	0,34		
Total	4,8	19			

Anexo 2. ADEVA de la variable pH *a las 24 horas*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,62	7	0,37	1,09	0,4284
Repetición	2,16	3	0,72	2,09	0,1546
Tratamiento	0,46	4	0,11	0,33	0,8513
Error	4,13	12	0,34		
Total	6,75	19			

Anexo 3. Riego del Pasto y Toma de medida del quelato de

Anexo 4. Fertilización de los tratamientos **y** picado de Pasto para la Realización del micro silo

Anexo 5. Toma de Datos

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis Julexy Zambrano

6%
Textos sospechosos

6% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Tesis Julexy Zambrano.docx
ID del documento: d094c221cc02ce24021e54f9467129ea37fbec65
Tamaño del documento original: 59,81 kB
Autores: []

Depositante: PEDRO NIVELA MORANTE
Fecha de depósito: 13/12/2024
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 13/12/2024

Número de palabras: 3947
Número de caracteres: 27.320

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/3135/1/ULEAM-AGRO-0234.pdf 2 fuentes similares	5%		Palabras idénticas: 5% (193 palabras)
2	Tesis Nathaly Cedeño.docx | Tesis Nathaly Cedeño El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	es.slideshare.net | Proyecto | PPT https://es.slideshare.net/slideshow/proyecto-8193310/8193310	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5537/1/UPSE-TIA-2020-0018.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	Documento de otro usuario El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
4	TESIS EDDY 2024 (1).docx | TESIS EDDY 2024 (1) El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
5	TESIS_ELIAS SALGADO_COMPIL (1) - copia.docx | TESIS_ELIAS SALGADO_CO... El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)