



**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


**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROPECUARIA**

**ELABORACIÓN DE ENSILAJE CON SUBPRODUCTOS DE PROCESO DE  
PLÁTANO CON APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS LÁCTICOS DURANTE  
LA ÉPOCA SECA EN TRÓPICO HÚMEDO**

**AUTOR: ANGELICA NICOLE CUZME FIGUEROA**

**TUTOR: ING. MIGUEL ANGEL MACAY ANCHUNDIA**

**EL CARMEN, ABRIL 2022**

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR.</b>	<b>CÓDIGO: PAT-01-F-010</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.</b>	<b>REVISIÓN: 1</b> Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Extensión EL Carmen, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la modalidad de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “Elaboración de ensilaje con subproductos de proceso de plátano con aplicación de microorganismos lácticos durante la época seca en trópico húmedo”, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a la señorita Angelica Nicole Cuzme Figueroa, estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2021 (2), quien se encuentra apta para la sustentación de su trabajo de titulación.

Así mismo, este trabajo de investigación aporta a los objetivos a desarrollarse en el proyecto de vinculación “Capacitación en el Mejoramiento Productivo de Sistemas Pecuarios en el Sector Rural” de la misma carrera.

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

El Carmen, 20 de enero de 2022.

Lo certifico,

Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia

**Docente Tutor**

**Área:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN EL CARMEN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO:**

Elaboración de ensilaje con subproductos de proceso de plátano con aplicación de microorganismos lácticos durante la época seca en trópico húmedo.

**AUTOR:** ANGELICA NICOLE CUZME FIGUEROA

**TUTOR:** ING. MIGUEL ÁNGEL MACAY ANCHUNDIA

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_

MIEMBRO DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_

MIEMBRO DEL TRIBUNAL \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro primero a Dios, por bendecirme cada día de mi carrera profesional.

A mis padres, dedico este gran reconocimiento por ser el pilar fundamental en el día a día de mis estudios, por haberme forjado como la persona que soy y motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mi hija, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y concluir con éxito este gran proyecto de tesis.

A mis hermanos, con mucho cariño les dedico este esfuerzo, por apoyarme en todo momento.

A mi esposo, tu ayuda siempre fue fundamental estuviste motivándome y ayudándome en todo el proceso.

A mi familia y amigos, cada uno de ustedes han aportado en grandes cosas en mi vida y más en la evolución de mi carrera universitaria.

A mis maestros, con mucho cariño y aprecio dedico este trabajo a las personas que siempre estuvieron sin condición alguna brindándome sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen, las oportunidades brindadas son incomparables, gracias queridos docentes que se han tomado el arduo trabajo de transmitirme sus conocimientos.

Y un gran agradecimiento en especial.

A mi tutor Ing. Miguel Angel Macay Anchundia, gracias por los conocimientos transmitidos y los valores inculcados en este proceso.

## RESUMEN

El presente estudio es el resultado experimental sobre la elaboración de ensilaje con subproductos de proceso de plátano con aplicación de microorganismos lácticos durante la época seca en trópico húmedo; enfocada en determinar la factibilidad y calidad nutricional de utilizar ensilaje con subproductos desechados, como medio de alimentación para rumiantes en tiempos de escasez de forraje y así mantener una producción estable en todos los ciclos estacionales del año. La investigación se llevó a cabo en el cantón El Carmen en los predios de la Granja Experimental Río Suma de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, para el procedimiento experimental se aplicó el método DCA y el programa de análisis estadístico InfoStat, mediante el cual se obtuvo los datos de análisis de varianza con pruebas Tukey al 5%. Se realizaron 12 fundas de ensilaje con 3 tratamientos y un testigo, la cantidad de SiloBacter® por cada tratamiento fue de 3,51 ml para el primer tratamiento, 2,34 ml para el segundo tratamiento y 1,17 ml para el tercer tratamiento, como aditivo se agregó melaza en proporciones de 125 ml para todos los procedimientos incluido el testigo. Los resultados obtenidos en base a los tratamientos aplicados permitieron evidenciar varios factores relacionados a las características bromatológicas, donde el procedimiento recomendado para la obtención de ensilaje nutricional fue el tratamiento 1 con un nivel superior a los demás tratamientos en proteína (7,56%), ceniza (17,37%) y extracto etéreo (7,31%) con un olor suave avinagrado, color marrón y consistencia semisólida, empleando aditivos como melaza y microorganismos lácticos.

**Palabras claves:** Silo, raquis, vástago, conservación de forraje.

## ABSTRACT

The present study is the experimental result on the elaboration of silage with by-products of the plantain process with the application of lactic microorganisms during the dry season in the humid tropics; focused on determining the feasibility and nutritional quality of using silage with discarded by-products, as a means of feeding ruminants in times of forage scarcity and thus maintaining stable production in all seasonal cycles of the year. The research was carried out in the El Carmen canton on the grounds of the Río Suma Experimental Farm of the Agricultural Engineering Career, for the experimental procedure the DCA method and the InfoStat statistical analysis program were applied, through which the results were obtained. analysis of variance data with Tukey tests at 5%. 12 silage bags were made with 3 treatments and a control, the amount of SiloBacter® for each treatment was 3.51 ml for the first treatment, 2.34 ml for the second treatment and 1.17 ml for the third treatment, Molasses was added as an additive in proportions of 125 ml for all procedures, including the control. The results obtained based on the treatments applied allowed to evidence several factors related to the bromatological characteristics, where the recommended procedure for obtaining nutritional silage was treatment 1 with a higher level than the other treatments in protein (7.56%), ash (17.37%) and ethereal extract (7.31%) with a mild vinegary smell, brown color and semi-solid consistency, using additives such as molasses and lactic microorganisms.

**Keywords:** Silo, rachis, stem, forage conservation.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	II
TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
HIPÓTESIS.....	3
Hipótesis Nula.....	3
Hipótesis Alterna .....	3
CAPÍTULO I .....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1    Métodos de conservación de forrajes.....	4
1.2    Ensilaje.....	4
1.2.1    Proceso de ensilaje .....	5
1.2.2    Tipologías de silos.....	7
1.2.3    Factores de calidad del ensilaje.....	9
1.2.4    Ventajas y desventajas del ensilaje .....	10
1.3    Aditivos.....	11



1.3.1	Tipos de aditivos .....	11
1.3.2	Microorganismos lácticos .....	12
1.3.3	Inoculantes homofermentadores .....	13
1.3.4	Inoculantes Heterofermentadores.....	13
CAPÍTULO II.....		14
MATERIALES Y MÉTODOS .....		14
2.1	Ubicación del experimento .....	14
2.1.1	Características agroecológicas de la zona .....	14
2.2	Equipos y materiales .....	15
2.3	Métodos de Análisis.....	15
2.4	Análisis DCA (Diseño Completamente Azar).....	15
2.5	Muestra .....	16
2.6	Factores de estudio.....	16
2.7	Variables de estudio.....	16
2.7.1	Variables independientes.....	16
2.7.2	Variables dependientes.....	16
2.8	Tratamientos .....	16
2.9	Diseño experimental .....	17
2.9.1	Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA) .....	17
2.10	Manejo del experimento .....	17
2.11	Métodos de evaluación .....	18
CAPÍTULO III.....		19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		19
3.1	Análisis bromatológicos .....	19
3.1.1	Análisis de proteína.....	19
3.1.2	Análisis de fibra .....	21
3.1.3	Análisis de ceniza.....	22
3.1.4	Análisis de extracto etéreo .....	23

3.1.5	Análisis ELN.....	24
3.1.6	Análisis económico .....	25
	CAPÍTULO IV.....	27
	CONCLUSIONES .....	27
	CAPÍTULO V.....	28
	RECOMENDACIONES.....	28
6	BIBLIOGRAFÍA.....	29
7	ANEXOS.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de aditivos combinados. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Reacción de bacterias fermentadoras productoras de ácido láctico. ....	13
<b>Tabla 3.</b> Descripción de información climática del trabajo experimental. ....	14
<b>Tabla 4.</b> Descripción de materiales y equipos implementados en la investigación.....	15
<b>Tabla 5.</b> Tratamientos implementados en la investigación experimental.....	17
<b>Tabla 6.</b> Representación de las fuentes de variación en grados de libertad.....	17
<b>Tabla 7.</b> Comparación de niveles de nutrientes en base seca y base húmeda, análisis de varianza y medias comparadas con prueba Tukey a un nivel de ( $p>0,05$ ). ....	19
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza del contenido de proteína, comparadas con prueba Tukey a un nivel de ( $p>0,05$ ). ....	20
<b>Tabla 9:</b> Estimación económica de la elaboración de ensilaje en los diferentes tratamientos.	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Procesos que se originan durante la elaboración del ensilaje. ....	5
<b>Figura 2.</b> Niveles relativos de ensilados de buena y mala calidad. ....	7
<b>Figura 3.</b> Categorización de diferentes tipos de aditivos según su acción. ....	11
<b>Figura 4.</b> Ubicación de la ULEAM Extensión el Carmen, Carrera Ing. Agropecuaria.....	14
<b>Figura 5.</b> Nivel del contenido proteico por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p>0,05$ ). ....	21
<b>Figura 6.</b> Nivel del contenido de fibra por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p>0,05$ ).....	22
<b>Figura 7.</b> Nivel del contenido de ceniza por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p>0,05$ ). ....	23
<b>Figura 8.</b> Nivel del contenido de extracto etéreo por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p>0,05$ ). ....	24
<b>Figura 9.</b> Nivel del contenido de extracto libre de nitrógeno por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p>0,05$ ). ....	25

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de variación de nutrientes en base humedad del raquis de plátano. ....	33
<b>Anexo 2.</b> Análisis bromatológico del contenido proteico en base seca del ensilaje de raquis de plátano. ....	33
<b>Anexo 3.</b> Análisis bromatológico del contenido de fibra en base seca del ensilaje de raquis de plátano. ....	33
<b>Anexo 4.</b> Análisis bromatológico del contenido de ceniza en base seca del ensilaje de raquis de plátano. ....	33
<b>Anexo 5.</b> Análisis bromatológico del contenido de extracto etéreo en base seca del ensilaje de raquis de plátano. ....	34
<b>Anexo 6.</b> Análisis bromatológico del contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN) en base seca del ensilaje de raquis de plátano. ....	34
<b>Anexo 7.</b> Recolección y transportación del raquis de plátano. ....	34
<b>Anexo 8.</b> Proceso de picado del raquis de plátano con la picadora. ....	35
<b>Anexo 9.</b> Llenado del raquis en proporciones de 50 libras por cada funda. ....	35
<b>Anexo 10.</b> Aplicación de sustrato para la ayuda en la estimulación de bacterias lácticas. ....	36
<b>Anexo 11.</b> Aplicación de inoculantes lácticos con el producto SiloBacter®, que contine los microorganismos <i>Pedicoccus pentosaceus</i> y <i>Lactobacillus platarum</i> . ....	36
<b>Anexo 12.</b> Silo de raquis de plátano en su fase aeróbica para luego pasar a su fase de fermentación. ....	37
<b>Anexo 13.</b> Apertura del silo después de los 40 días de su fase de fermentación. ....	37
<b>Anexo 14.</b> Análisis bromatológico a los 40 días, del Tratamiento 1 / muestra 1. ....	38
<b>Anexo 15.</b> Análisis bromatológico a los 40 días, del Tratamiento 2 / muestra 1. ....	39
<b>Anexo 16.</b> Análisis bromatológico a los 40 días, del Tratamiento 3 / muestra 1. ....	40
<b>Anexo 17.</b> Análisis bromatológico a los 40 días, del Testigo muestra 1. ....	41

# INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario ha tenido gran incidencia en el desarrollo de Ecuador, dentro del sector productivo es uno de los más significativos en la economía ecuatoriana debido a que no se limita únicamente al sustento alimenticio de la soberanía sino que además aporta al incremento económico del país, el cual está conformado por varios subsectores, entre ellos el sector pecuario dedicado a la actividad ganadera, como la cría de ganado bovino, porcino, entre otros tipos de animales, sector que representa repercusión económica en el país debido a su alta cooperación de mano de obra que acciona a este sector como un agronegocio para la manufactura de alimentos como la carne, leche y sus derivados (Morocho et al, 2021).

En los últimos años la creciente demanda de población ganadera ha generado la necesidad de fomentar nuevas fuentes de alimentación que aporten significativamente dichos sistemas productivos, siendo que el bovino aporta el cuarenta por ciento del valor de la producción agrícola mundial es considerado como medio de sustento de vida y seguridad alimentaria de aproximadamente 1.300 millones de personas, al igual que innumerables fuentes de empleo, por aquello es fundamental la implementación de recursos que mantengan su nivel de producción en todas las épocas del año, como también aumentar su manufactura; en Ecuador es un pilar fundamental en la contribución de la economía, para muchos es el sustento principal y subsisten de la producción y reproducción ganadera (Hidalgo et al, 2020).

El presente proyecto se basa en la elaboración de alimento con productos no tradicionales, como los de plátano y la ayuda de aditivos, alternativa que es trascendental en la contribución de nuevas formas de mejorar la eficacia productiva y la rentabilidad de la producción de ganado bovino, donde los residuos de cosecha y otros subproductos agrícolas como el raquis son posible de transformarlos y conservarlos para luego ser utilizados en épocas de carencia de alimento, para aquello el forraje se puede conservar aplicando varios métodos ya sea mediante la henificación, henolaje y el ensilaje por medio de adición de ácidos lácticos (Vanegas y Codero-Ahiman, 2019).

La práctica del ensilaje era ejercida desde la antigüedad, se narra que los pueblos antiguamente conservaban sus cereales en fosos, pero siglos más tarde en 1786 se realizaron estudios en Italia acerca del empleo de las hojas como alimento para el ganado, conservando el forraje verde en toneles de madera, siendo aquella la primera referencia de ensilaje (Valencia et al, 2011) luego se generalizó rápidamente en otros países con el proceso de ensilaje de maíz. Actualmente el ensilaje tiene un puesto sin precedentes, por su principal utilidad en la

alimentación y a su vez por su amplia variedad de ensilado, como puede ser: de plátano, yuca, maíz, cítricos, entre otros cultivos altamente ricos en energía (Chaverra y Bernal, 2001).

La *Musa Paradisiaca* en el país es uno de los principales alimentos, con una gran extensión de cultivos en varias regiones tropicales, en Ecuador su producción está orientada principalmente a la exportación, donde su preparación y embalaje generan desechos de fruta y raquis, los cuales son subproductos poco valorados y por ende depositados en basureros o en el campo (De la Cruz y Gutiérrez, 2006).

El raquis o localmente conocido como “Pinzote”, es un subproducto que puede ser utilizado como fuente de alimento y una buena alternativa en épocas de escasez, suministrado de dos maneras: de forma directa o empleando métodos de conservación y almacenamiento como es el proceso del ensilaje, otorgando como beneficio un bajo costo de producción de alimento y menor dependencia de condiciones climáticas (De la Cruz y Gutiérrez, 2006).

La anterior es una alternativa que permite emplear nuevas medidas alimentarias que ayudan a mantener una producción estable, que aporta los nutrientes necesarios en períodos críticos o viceversa, en las diferentes etapas de producción del ganado y a la vez tener menor dependencia de praderas que es el tipo de explotación más aplicado, elaboración que no depende de condiciones climáticas para su preparación y conservación; y además porque el componente principal es desechado en su mayoría en casi todas las fincas del cantón el Carmen. Planteando de esta forma como alternativa la elaboración de ensilaje con subproductos de plátano como suplemento alimenticio, el mismo que tiene como fin la medición de variables cualitativas y cuantitativas relacionadas con las bacterias ácido-lácticas y características bromatológicas.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Elaborar ensilaje con subproductos del plátano con aplicación de microorganismos lácticos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los factores bromatológicos del ensilaje con aplicación de microorganismos lácticos.
- Identificar la dosis de bacterias ácido-lácticas que resulte en mejor calidad bromatológica para consumo de rumiantes de los tratamientos.
- Analizar factores económicos relacionados al proceso de ensilaje, costo beneficio.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Nula**

Con la elaboración de ensilaje de raquis de plátano con aplicación de microorganismos lácticos no mejorará la calidad bromatológica del mismo.

### **Hipótesis Alterna**

Con la elaboración de ensilaje de raquis de plátano con aplicación de microorganismos lácticos mejorará la calidad bromatológica del mismo.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Métodos de conservación de forrajes

La conservación de forrajes es un sistema tradicional en muchas regiones y forma parte de los métodos de producción de alimento en épocas de escasez. Su principal objetivo es la preservación y provisión de alimentos en temporadas de cultivos inasequibles, por aquello el forraje conservado ha jugado un rol importante por varios siglos, proporcionando a los rumiantes otras alternativas de alimentación con alto valor nutricional en períodos de escasez de cultivo. En la actualidad existen varios métodos de conservación como es el ensilaje que se basa en la preservación de pastos, forrajes verdes o subproductos, mediante un proceso de fermentación sin aire; la henificación que consiste en el secado rápido del forraje verde para reducir su humedad a un porcentaje muy bajo; y el henolaje que es un proceso intermedio entre el ensilaje y la henificación con humedad del 45-55% (Aragón, 2002, pág. 4).

### 1.2 Ensilaje

Es el método de almacenamiento y conservación de productos agrícolas más adecuado, económico y ecológico para mejorar la disponibilidad de alimentos en tiempos de escasez, el cual consiste en preservar el alimento en un estado óptimo para su consumo y aportando igual o mayor calidad nutritiva del forraje antes de ensilar, basado en un proceso de fermentación láctica provocado por bacterias anaeróbicas y a su vez experimentando una serie de cambios bioquímicos que lo mantienen estable por largos períodos, sin la proliferación de bacterias que induzcan a la putrefacción del forraje (Garcés et al, 2004).

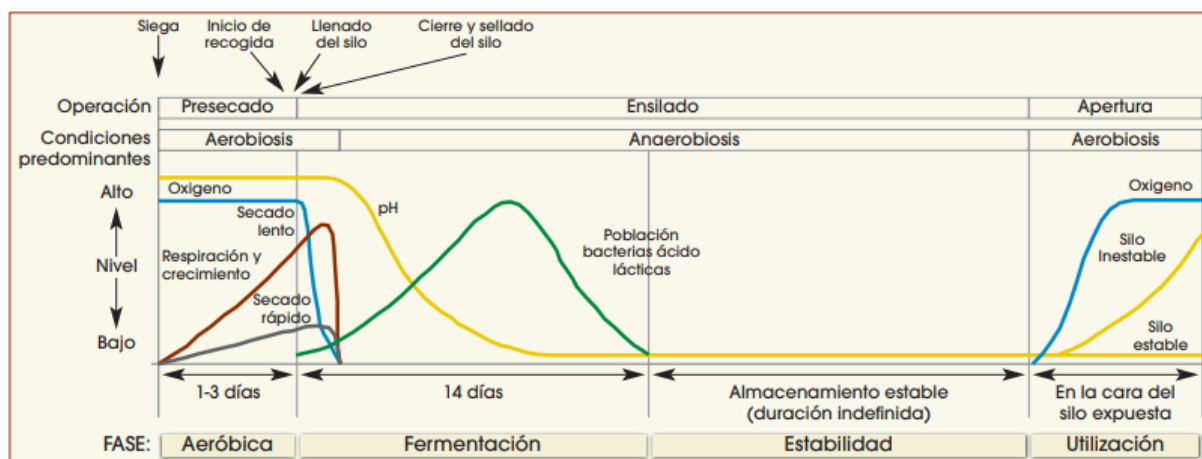
Su principal objetivo es preservar la mayoría de los nutrientes originales del forraje y la disminución del pH, mediante la producción de ácidos orgánicos o bacterias ácido-lácticas (BAL) que son metabolitos de biotransformación que restringen el desarrollo de enterobacterias no deseadas, dificultando el crecimiento de otras cepas de microbios y la actividad de enzimas endógenas del forraje, las BAL son las más efectivas para reducir el pH del ensilaje y son las de mayor poder acidificante, mientras más rápido baje mayor serán los nutrientes retenidos, siendo fundamental promover el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas lo más pronto posible después de sellar los silos (Villa et al, 2010).

## 1.2.1 Proceso de ensilaje

El ensilaje se desarrolla mediante cuatros procesos que se deben seguir desde la fase inicial aeróbica hasta su apertura, en un ambiente controlado.

**Figura 1**

*Procesos que se originan durante la elaboración del ensilaje.*



Fuente: (Callejo, Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado, 2018)

### 1.2.1.1 Fase aeróbica

Proceso que dura pocas horas, debido a los microorganismos aplicados y al aumento de la temperatura, su proceso comienza cuando el forraje es segado, donde el oxígeno atmosférico del forraje se reduce rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios facultativos, levaduras y enterobacterias, luego la composición del forraje cambia debido a las enzimas del producto a ensilar, convirtiendo los carbohidratos de estructura más compleja como la hemicelulosa, almidón y fructanos en azúcares simples solubles en agua (Garcés et al, 2004).

### 1.2.1.2 Fase de fermentación

Según Callejo (2018), la fermentación se produce en ausencia del aire en un ambiente anaerobio y puede durar varios días dependiendo de las características y condiciones ambientales al momento de realizar el ensilaje. La humedad del forraje es también importante, si ésta es mayor al 70% la fermentación se acelera, si es menor al 50% su proceso fermentativo será lento; en esta fase se desarrollan las bacterias deseables y bacterias no deseables que se originan a causa de los siguientes procesos de fermentación:

**Fermentación acética:** Es el proceso de fermentación inicial, se desarrollan las primeras bacterias aerobias y las anaerobias facultativas que se originan en presencia o en ausencia de oxígeno, es un proceso no favorable para el ensilaje debido a que destruyen los azúcares y proteínas del forraje, son las productoras del ácido acético y de anhídrido carbónico y a su vez

impiden el descenso del pH, la ventaja es que su acción dura pocas horas debido a que necesitan un pH de 7,0 para desarrollarse (Callejo, 2018).

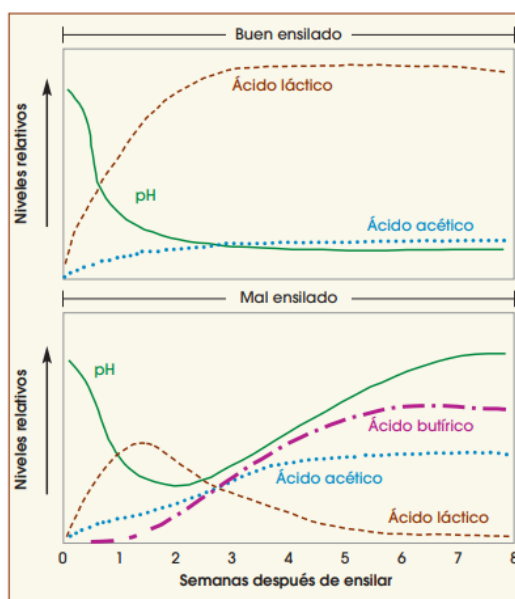
**Fermentación láctica:** Se desarrolla cuando alcanza las condiciones de anaerobiosis, tiene como objetivo reducir el pH del forraje ensilado a valores entre 3,8 a 5,0 cuya finalidad es restringir el crecimiento de microorganismos indeseables como las enterobacterias y clostridios. En esta fase se deben producir las bacterias ácido-lácticas las cuales se clasifican en homofermentativas que son las más importantes para una fermentación exitosa, donde se produce el ácido láctico, el cual debe proliferar para convertirse en la población predominante y así poder obtener el pH deseado y las heterofermentativas que son bacterias que producen ácido láctico, pero a la vez ácido acético, alcohol y anhídrido carbónico, que son las responsables de pérdidas de materia seca MS (Callejo, 2018). Las bacterias facultativas ácido-lácticas pertenecen a la microflora epífita de los vegetales y sus componentes asociados al ensilaje son del género *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus* que son las encargadas de descender el pH (Garcés et al, 2004).

**Fermentación butírica:** Se origina cuando el pH no desciende con rapidez a un valor óptimo de 4,0 a 4,2, a causa de insuficiente cantidad de azúcares en el forraje, esto da como resultado el desarrollo de bacterias butíricas, que son microorganismos anaerobios de origen *Clostridium*, que se alojan bajo tierra en forma de esporas y son bacterias que destruyen los azúcares residuales y el ácido láctico para luego convertirlos en ácido butírico, generando en el forraje ácidos grasos volátiles y anhídrido carbónico que pueden ser tóxicos, a raíz de esto el ensilaje pierde materia seca, pierde valor nitrogenado y a la vez se vuelve inconsumible por su toxicidad para el ganado (Callejo, 2018).

**Fermentaciones secundarias:** Es la fermentación causada por mohos que están presentes en el forraje al momento de ser segado, causando la introducción de oxígeno al interior del silo y por ende fermentándose velozmente cuando subsiste gran cantidad de azúcares en el forraje debido al elevado contenido de MS, o cuando se usan productos bacteriostáticos para la conservación del ensilaje. El desarrollo de hongos se da cuando el pH desciende a valores entre 1,3 a 2,5 y se originan en presencia como en ausencia de oxígeno, dando lugar a la generación de levaduras como *Torulopsis*, *Cándida* y *Saccharomyces* que deterioran los silos al estar expuestos al aire, generando ácido acético, anhídrido carbónico y agua; cuando es por falta de oxígeno generan alcohol por fermentación de azúcares excedentes (Callejo, 2018). Las levaduras son microbios anaerobios facultativos y heterótrofos, su presencia en el ensilaje es indeseable porque bajo situaciones anaerobias fermentan los azúcares generando etanol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Garcés et al, 2004).

## Figura 2

Niveles relativos de ensilados de buena y mala calidad.



Fuente: (Callejo, 2018).

### 1.2.1.3 Fase de estabilización

La estabilidad del ensilaje se logra cuando los microorganismos no deseables de la fase de fermentación reducen su presencia y la cantidad de ácido láctico es suficiente para reducir el pH por debajo de 4,0 alcanzando de este modo la estabilización y a su vez la conservación del forraje por varios meses, siempre y cuando se mantengan las condiciones anaeróbicas, aunque algunas bacterias acidófilas sobreviven en estado inactivo y otras en forma de esporas (*Bacillus* y *Clostridium*), no afectan el ensilaje debido a su presencia a menor ritmo y a la ausencia de oxígeno (Garcés et al, 2004).

### 1.2.1.4 Fase de deterioro aerobio

Su acción se genera al momento de ser abierto y expuesto al aire para su empleo, causando en el ensilaje una exposición aeróbica que puede degradar el ensilaje de manera rápida, ya sea por elevados niveles de azúcares sin fermentar, silos de baja humedad y por la activación de bacterias como las acéticas, butíricas y levaduras, las cuales utilizan los azúcares y ácido láctico presentes en el ensilaje para luego producir agua, calor y dióxido de carbono, induciendo al aumento del pH, por aquello el consumo del ensilaje debe ser lo más pronto posible una vez haya sido abierto el silo (Oude et al, 2000).

## 1.2.2 Tipologías de silos

Según Corpoica (2002), la conservación del ensilaje se lo efectúa en estructuras llamadas silos, que es un depósito o construcción donde se almacena el forraje picado, para luego pasar

a un estado de fermentación anaeróbica, su capacidad dependerá directamente de las necesidades del agricultor, cantidad del forraje o subproducto a ensilar, para aquello existen varios tipos de silos y formas de construcciones, que pueden ser de instalaciones costosas y sofisticadas, mientras que otros son más económicos y convencionales de implementar, entre los más comunes están:

### **1.2.2.1 Silos verticales**

Se trata de silos de forma vertical, tienen alto costo de edificación, llenado y vaciado, por lo general son de forma cilíndrica para facilitar la compactación y a su vez minimizar pérdidas de forraje debido a su gran presión, en ellos son menores las pérdidas superficiales, mientras que las pérdidas por líquidos son mayores, dentro de esta categoría se encuentran los silos de torre y foso (Corpoica, 2002).

**Silos en torre:** Son depósitos de almacenamiento con zonas independientes de llenado y los más usados en grandes explotaciones ganaderas, pueden ser de estructuras de entre 5 y 8 metros de diámetros y de 10 a 25 metros de altura, fabricados en chapa galvanizada por su mejor calidad de hermeticidad e higiene (Garrido, 2015).

### **1.2.2.2 Silos horizontales**

Son los silos más implementados en regiones de trópico seco, su edificación es de bajo costo y de gran facilidad para realizar su llenado y extracción, en ellos son mínimas las pérdidas por líquido y mayores las pérdidas superficiales, su construcción debe ser en piso firme y cubierto con plástico de calibre mayor o igual a 7, para proteger el forraje de roedores, el aire y contacto con el suelo, entre los más usados de esta categoría se encuentran los subterráneos (trinchera), bunker construidos sobre el nivel del suelo y los de montón (Corpoica, 2002).

**Silo en trinchera:** Su arquitectura consiste en realizar una zanja en el suelo de profundidad adecuada que garantice la mínima exposición del material ensilado con el aire y paredes de tierra inclinadas hacia el exterior, sus paredes deben ser cubiertas totalmente con plástico para evitar el contacto con el suelo y a su vez evitar que ingrese agua, aire y agentes externos, cubierto de una capa de tierra y además contener canaletas para el escurrimiento de agua en época de lluvia, las pérdidas de ensilaje se dan por humedad; esta clase de silo también es conocido como silo de zanja, fosa o subterráneo (Garcés et al, 2004).

**Silo en bunker:** Su diseño consiste en una construcción sobre el nivel del suelo en forma de un rectángulo, con paredes inclinada hacia el exterior, su llenado y extracción son de fácil implementación, luego de ser llenado del material a ensilar, debe ser cubierto y sellado totalmente para eliminar la entrada de aire, agua y agentes externos (Garrido, 2015).

**Silo en montón:** Son aquellos silos que no tienen paredes, conocidos también como silos de pila o parva, su mecanismo radica en amontonar el material a ensilar en pila, para luego ser cubiertos por material impermeable o plástico, su implementación es de fácil manejo y económico, pero presenta alto porcentaje de pérdidas, debido al contacto con el suelo, la humedad y agentes externos, por aquello se debe compactar adecuadamente y eliminar cualquier entrada de aire y agua mediante un buen sellado y así reducir el porcentaje de pérdidas (Garrido, 2015).

### 1.2.2.3 Silo en bolsas

Son silos creados en fundas plásticas de gran dimensión de capacidad variable de 30 a 35 o 50 a 60 kilogramos, su implementación requiere de poca inversión, no demanda una gran infraestructura ni costos elevados y suele ser utilizado de forma temporal; con este sistema se minimizan al máximo las pérdidas de ensilaje, facilita la alimentación del animal, almacenamiento y transporte, su calibre debe ser mayor o igual a 7; su práctica e implementación es utilizado por pequeños productores (Mora y Ulate, 2014).

### 1.2.3 Factores de calidad del ensilaje

La obtención de un buen ensilaje demanda varios factores, entre ellos, su proceso de distribución, compactación y la cantidad de oxígeno que haya quedado en el material ensilado; durante la fermentación es importante mantener un porcentaje de materia seca adecuado de entre 30 al 35%, que es el porcentaje del forraje que no es agua, lo cual ayuda a reducir la pérdida de carbohidratos solubles y a su vez mejorar la calidad en el proceso fermentativo y degradación de otras sustancias, que permiten el desarrollo de microorganismos ácido lácticos; otros componentes a tener en cuenta son las características organolépticas que se deben vigilar durante el proceso de ensilado (Maza et al, 2011).

- **Color:** Su aspecto debe ser amarillo verdoso o amarillo oscuro, lo cual demuestra que es un excelente ensilaje; cuando su color sea café o negruzco indicaría que el forraje se calentó o a su vez que predominó la presencia de bacterias no deseadas dando como resultado un ensilaje de mala calidad (Valencia, 2016).
- **Olor:** Debe ser de olor agradable a frutas maduras, miel o con ligero aroma a vinagre; cuando su olor es desagradable, con aroma fuerte a vinagre, a mantequilla rancia, amoníaco, ácido butírico y podrición se considera de mala calidad, para evitar aquello se aconseja bajar la humedad a menos del 70% o aumentar la acidez y así reducir el desarrollo de bacterias no deseadas (Maza et al, 2011).
- **Textura:** Su composición debe ser firme, conservar sus contornos y no ser

esponjoso, babosa ni húmedo al tacto, en caso de subproductos de humedad abundante su textura es un poco diferente (Lino, 2014).

- **Humedad:** El ensilaje no debe ser húmedo al tacto y mantenerse suelto al ser comprimido; cuando este emana demasiado líquido es considerado de mala calidad (Valencia, 2016).
- **Acidez:** El pH entre 3,8 - 4,2 es considerado de buena aceptabilidad (Lino, 2014).

#### 1.2.4 Ventajas y desventajas del ensilaje

Según Chaverra y Bernal (2001), en la actualidad existen varios criterios que generan incertidumbre por generar un ensilaje de calidad, relacionados con el conocimiento extensivo de las primordiales condiciones para la preparación y preservación del forraje o subproducto, que van desde la cosecha, el transporte del producto, el marchitamiento, las metodologías del ensilaje y el uso correcto de aditivos, las cuales están relacionadas con el entorno particular de cada productor que lo elabora; entre las ventajas se destacan las siguientes:

- Favorece el uso eficaz de productos, subproductos y desechos de otros cultivos, que son ricos en nutrientes para el ganado bovino; por tanto, contribuyendo al reciclaje de alimentos desechados, la disminución de compra de insumos y costos de producción (Chaverra y Bernal, 2001).
- Almacenar provisiones de alimento para las épocas de escasez, asegurando el sustento y producción de la ganadería, por tanto, reduciendo el uso de suplementación con concentrados y costos de mantenimientos por generar pasto (Aragón, 2002, pág. 4).
- Es un método muy práctico y económico para la preservación de forraje y subproductos, preserva gran parte de las vitaminas A, como también mejora la calidad nutritiva mediante la aplicación de aditivos (Chaverra y Bernal, 2001).

Como desventajas se pueden mencionar:

- Las pérdidas pueden llegar a ser cuantiosas si no se cumple una adecuada administración de las condiciones que benefician el desarrollo de microorganismos ácido-lácticos, el mantenimiento anaerobiosis, temperatura inferior a los 30° C y la disponibilidad de carbohidratos (Wagner et al, 2013).
- Valor de mercado no determinado debido a su corto tiempo de vida, al ser abierto el silo (Argueta, 2005).

### 1.3 Aditivos

Callejo (2019) en su artículo “Uso de aditivos en el ensilado”, menciona que los aditivos son productos naturales o industriales que se agregan en ciertas cantidades a la masa del forraje, empleados para mejorar la conservación, valor nutritivo, extender la estabilización aeróbica y en algunos casos mejorar el rendimiento animal, actuando ya sea como conservador o antiséptico para evitar el crecimiento de bacterias no deseadas y la detención de cambios debido a la acción de enzimas vegetales presentes en el forraje, pero no solucionan errores cometidos al momento de realizar el ensilado, como la mala compactación, sellado defectuoso, contaminación del forraje con estiércol o tierra, altos y bajos contenido de materia seca y tampoco mejorar la concentración nutritiva de forraje o subproducto de bajo índice de calidad (Silveira y Franco, 2006).

#### 1.3.1 Tipos de aditivos

Existen varias categorizaciones de aditivos que van desde su acción o efecto que causan en el proceso fermentativo, agrupados en dos: estimulantes e inhibidores y como aditivos en función de sus ingredientes primarios como: azúcares, ácidos, enzimas, sales, inoculantes y nutrientes (Callejo, 2019).

**Figura 3**

*Categorización de diferentes tipos de aditivos según su acción.*



Fuente: (Callejo, 2019).

**Estimulantes:** Son aditivos encargados de promover el crecimiento de microorganismos lácticos, que son sustratos de azúcares o carbohidratos como melaza que ayudan a minimizar pérdidas de nutrientes y mejorar la digestibilidad en el animal; su ejecución se puede conseguir mediante la adición de microorganismos productores de ácido láctico, nutrientes que promuevan la fermentación láctica o por enzimas degradadoras de celulosas del forraje liberando sustratos como azúcares (Martínez et al, 2014).



**Inhibidoras:** Son aditivos que inhiben las fermentaciones indeseables como la proliferación de bacterias aeróbicas que estimulan la descomposición del ensilaje, actuando como agente antimicrobiano sobre bacterias no deseadas tales como *Clostridium*, levaduras, hongos entre otras, con la finalidad de beneficiar la actividad de microorganismos lácticos, de manera que se reduce la acidificación y por tanto se conserva la mayor parte de azúcares; en la práctica se los utilizan para forrajes o subproductos con bajo nivel de carbohidratos hidrosolubles (Callejo, 2019).

De forma simplificada combinando criterios biológicos o químicos se pueden clasificar como: conservantes que son los encargados de restringir fermentaciones indeseables mediante acidificación o efecto bacteriostático; inoculantes que tienen como objetivo elevar el nivel de acidez en el forraje y prevenir la pérdida de proteínas, su implementación consiste en mejorar las características fermentativas en el ensilaje; enzimas que son de ayuda para incrementar el contenido de azúcares solubles que sirven de sustratos para las bacterias lácticas y como ayudante en la digestibilidad de la materia orgánica del ensilado; sustratos y nutrientes que son sustancias que contribuyen a mejorar las necesidades nutricionales de los animales, actuando como estimulantes fermentativos (Martínez et al, 2014).

**Tabla 1**

*Clasificación de aditivos combinados.*

<b>Conservantes</b>	<b>Inoculantes</b>	<b>Enzimas</b>	<b>Sustratos</b>	<b>Nutrientes</b>
Ácido fórmico	Bacterias del	Amilasas	Melazas	Amonio
Ácido acético	ácido láctico:	Celulasas	Glucosa	Urea
Ácido láctico	- <i>Lactobacillus</i>	Hemicelulasas	Sacarosa	Carbonato
Ácido propiónico	- <i>Pediococcus</i>	Pectinasas	Granos de cereales	cálcico
Ácido benzoico	- <i>Streptococcus</i>		Pulpa de remolacha	Otros
Ácido caproico			Pulpa de cítricos	minerales

Fuente: (Martínez et al, 2014).

### **1.3.2 Microorganismos lácticos**

Son bacterias ácido-lácticas representadas en diferentes géneros y con características en común, tanto morfológicas, fisiológicas y metabólicas, del género heterogéneo cocos o bacilos Gram positivos con peculiaridades no móviles, no esporulados, microaerofílicos y anaeróbicos, con carencia de citocromos, cuya función es la producción de ácidos orgánicos, principalmente láctico y así mantener una fermentación estable y exitosa (Ramírez et al, 2011).

Para Contreras-Gevea y Muck (2006), los inoculantes microbiales utilizadas como estimuladores para el proceso de fermentación en la preservación de cultivo en silos, son

bacterias que pertenecen al grupo Phylum Firmicutes el cual está compuesto por más de 20 géneros de microorganismo entre ellos el *Lactobacillus*, que está clasificado en dos categorías según su proceso de fermentación de glucosa o azúcar en la planta, los homofermentadores que son los encargados de generar únicamente ácido láctico y los heterofermentadores que producen ácido láctico y otras sustancias como ácido acético o etanol y bióxido de carbono (Parra, 2010).

### 1.3.3 Inoculantes homofermentadores

Según Contreras-Gevea y Muck (2006), son los inoculantes más comunes en el mercado y más eficientes en el uso de energía que las heterofermentadoras, su metabolismo de fermentación convierte cada molécula de glucosa en dos moléculas de ácido láctico, son capaces de producir más del 85% de ácido láctico, mayor recuperación de materia seca y menor pérdida de energía en el ensilaje (Parra, 2010). Son las bacterias de mayor aporte en la reducción del pH que otros ácidos, su grupo está compuesto por los géneros *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Streptococcus* y algunas clases de *Lactobacillus*, poseen las enzimas aldosa y hexosa isomerasa, pero son carentes de fosfocetolasa (Ramírez et al, 2011).

### 1.3.4 Inoculantes Heterofermentadores

Son inoculantes encargados de mejorar la estabilidad aeróbica, reducen los niveles de levaduras en el ensilaje, son productoras del 50% de ácido láctico donde por cada molécula de glucosa genera una molécula de ácido láctico, una de ácido acético o etanol y uno de bióxido de carbono en forma de gas; este grupo está compuesto por *Lactococcus*, *Enterococcus*, algunos *Lactobacillos*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Weisella*, *Oenococcus* y *Leuconostoc*, son microorganismos carentes de aldolasa y hexosa isomerasa pero contienen enzima fosfocetolasa caracterizadas en especies de *Bifidobacterium* y bacterias ácido-lácticas, que hacen posible la metabolización de la glucosa en ácido láctico y otras sustancias, utilizando la ruta hexosa monofosfato o la pentosa (Parra, 2010).

**Tabla 2**

*Reacción de bacterias fermentadoras productoras de ácido láctico.*

Microorganismos	Reacción
Homofermentadores	1 mol glucosa → 2 mol ácido láctico
Heterofermentadores	1 mol glucosa → 1 mol ácido láctico + 1 mol ácido acético + CO <sub>2</sub>
	1 mol glucosa → 1 mol ácido láctico + 1 mol etanol + CO <sub>2</sub>
	1 mol ácido láctico → 1 mol ácido acético + CO <sub>2</sub>

Fuente: (Contreras-Govea et al, 2009)

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Ubicación del experimento

La investigación se desarrolló en los predios de la Granja Experimental Río Suma de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en el Cantón El Carmen, Provincia de Manabí, ubicada en el Km 26,5 de la vía Santo Domingo - Chone, margen derecho.

**Figura 4**

*Ubicación de la ULEAM Extensión el Carmen, Carrera Ing. Agropecuaria.*



#### 2.1.1 Características agroecológicas de la zona

**Tabla 3**

*Descripción de información climática del trabajo experimental.*

Detalle	Característica
Topografía	Irregular
Altitud	400 msnm
Clasificación bioclimática	Trópico-húmedo
Temperatura	22 - 28 °C
Precipitación	1500 - 4000 mm
Humedad	75 -85%
Heliofanía	800 horas/luz/año

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

## 2.2 Equipos y materiales

**Tabla 4**

*Descripción de materiales y equipos implementados en la investigación.*

<b>Insumos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Melaza	Fundas para silos	Picadora
Polvo de aserrín	Piolas	Balanza
Raquis de plátano	Etiquetas	Computador
Microorganismos lácticos (SiloBACTER®)		

## 2.3 Métodos de Análisis

La experimentación se basó en la comprobación reiterada de comportamientos de características y condiciones del fenómeno de estudio, desarrolladas generalmente en laboratorios, en condiciones controladas y a su vez reproduciendo y modificando las variables que puedan influir en el proceso, asumiendo como variable independiente las bacterias ácido-lácticas y dependientes la calidad del ensilaje y su bromatología (Díaz, 2006).

Para Maldonado (2015) la medición consiste en la recopilación de datos cuantitativos, desarrollados con la finalidad de adquirir información numérica de todo el proceso del ensilaje, fijando valores a determinadas propiedades del objeto de estudio, para luego proceder a su interpretación y proyección de las características de las variables y representarlas mediante procedimientos estadísticos (Imbaquingo, 2015).

## 2.4 Análisis DCA (Diseño Completamente Azar)

El análisis experimental DCA, es de gran utilidad en investigaciones agronómicas de experimentos realizados en laboratorios o a su vez en invernaderos, su aplicación es utilizada para experimentos donde se pueda controlar artificialmente las condiciones ambientales y exista poca variabilidad de las unidades experimentales, donde la asignación de tratamientos es completamente aleatoria sin ninguna condición (Martínez, 2015).

Por aquello en el presente proyecto de experimentación e investigación se implementó el método DCA aplicando tratamientos de forma aleatoria, en condiciones ambientales poco variables (fundas para silos), analizados con pruebas de significancia Tukey al 5%.

## 2.5 Muestra

Para la elaboración del ensilaje se realizaron 12 muestras, mediante un testigo y 3 tratamientos diferentes con 3 repeticiones por cada tratamiento, en efecto serían 12 bolsas de ensilaje divididas en tres grupos con dosis diferentes cada uno y un testigo sin bacterias ácido-lácticas.

## 2.6 Factores de estudio

- Testigo= Raquis + Melaza (125 ml).
- Tratamiento 1 = Raquis + Melaza (125 ml) + SiloBacter® (3,51 ml), dosis Alta.
- Tratamiento 2 = Raquis + Melaza (125 ml) + SiloBacter® (2,34 ml), dosis Media.
- Tratamiento 3 = Raquis + Melaza (125 ml) + SiloBacter® (1,17 ml), dosis Baja.

## 2.7 Variables de estudio

### 2.7.1 Variables independientes

- Bacterias ácido-lácticas.

### 2.7.2 Variables dependientes

- Bromatología (Proteína, fibra, ceniza, extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELNN)).

## 2.8 Tratamientos

Se elaboró un total de 12 silos empaquetados en bolsas plásticas especiales con un peso total de 50 lb, con raquis de plátano picado de 2 cm la partícula aproximadamente, con tres tratamientos diferentes y un testigo sin la aplicación de microorganismos lácticos; los aditivos suministrados fueron melaza y microorganismos lácticos utilizando para aquello el SiloBacter® que es un producto mixto de varias especies de *Lactobacillus*, su composición microbiológica son los inoculantes homofermentativos como *Pedicoccus pentosaceus* y *Lactobacillus platarum*; las dosis de aditivos agregados para cada tratamiento son alta, media y baja que se midieron para conocer su eficiencia.

**Tabla 5***Tratamientos implementados en la investigación experimental.*

Tratamientos	Codificación	U. Experimental	Descripción
T1	A	3	Raquis + Melaza (125 ml) + SiloBacter® (3,51 ml), D. Alta
T2	B	3	Raquis + Melaza (125 ml) + SiloBacter® (2,34 ml), D. Media
T3	C	3	Raquis + Melaza (125 ml) + SiloBacter® (1,17 ml), D. Baja
T4	T	3	Raquis + Melaza (125 ml)

## 2.9 Diseño experimental

### 2.9.1 Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)

**Tabla 6***Representación de las fuentes de variación en grados de libertad.*

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Tratamientos	3
Repetición	2
Error	6
Total	11

### 2.10 Manejo del experimento

Para la preparación del ensilaje se realizó varios procesos que van desde la adquisición del subproducto a ensilar hasta el sellado de los silos, cuyo propósito se basó en la elaboración y análisis de varios factores relacionados a las características bromatológicas del ensilaje, implementando microorganismos lácticos y melaza.

#### a) Inicio del ensayo experimental

El trabajo experimental se desarrolló en Julio del año 2021.

#### b) Adquisición del subproducto a ensilar

El subproducto de plátano fue recolectado en la finca del señor Barón Loor ubicado en el sitio Palmeras Unidas vía a la Raíz, el mismo día después de haber sido desechado y trasladado hacia la granja experimental, Carrera Agropecuaria de la ULEAM extensión el Carmen.

#### c) Proceso de picado

Según Cattani et al, (2010), el tamaño del picado del subproducto debe ser uniforme entre 1,5 cm y 2 cm; por aquello se realizó un picado de 2 cm con picadora eléctrica.

**d) Llenado de silo**

El llenado del subproducto se lo realizó el mismo día después de su proceso de picado, utilizando como método de conservación el silo de bolsa o funda plástica de color negro. En total se llenó 12 fundas, donde cada silo contenía 3 libras de aserrín que fue utilizado como absorbente de humedad y así poder obtener un nivel de materia seca adecuado y conservación por mayor tiempo, con peso de 50 libras totales para cada silo.

**e) Suministro de aditivos**

Los estimulantes agregados a los silos fueron de dos clases:

- Sustrato: Como sustrato se agregó melaza que es un estimulante rico en azúcares, en cantidades iguales para todos los tratamientos.
- Microorganismos lácticos: Se agregó como inoculador el producto SiloBacter®, que contiene las bacterias ácido-lácticas *Pedicoccus pentosaceus* y *Lactobacillus plantarum*, en diferentes dosis: Alta, media y baja.

**f) Sellado del silo**

Los silos fueron sellados de manera manual, primero se verificó su compactación, luego se procedió a la eliminación de aire y cualquier espacio en la superficie del material para inmediatamente ser sellado y almacenado en un espacio libre de humedad.

## **2.11 Métodos de evaluación**

### **Análisis Bromatológico**

La composición bromatológica del ensilaje fue analizada a los 40 días de elaborado el silo habiendo cumplido su proceso de fermentación, para aquello se recolectó muestras de los silos para posteriormente ser enviadas al laboratorio Agrolab donde se realizó un análisis bromatológico proximal y los resultados fueron evaluados mediante el programa InfoStat a través de un análisis de varianza ADEVA que se basa en medir y comparar varios factores en respuesta a una variable de estudio; empleando el mismo programa para la medición de proteína, fibra, extracto etéreo, ceniza, ELN y humedad, con pruebas de Tukey al 5 % y así poder comprobar diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos de los tratamientos.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis bromatológicos

Al finalizar el proceso experimental se obtuvo algunas diferencias entre las medias de los tratamientos implementados, analizando como primer factor de análisis bromatológico, las diferencias de nutrientes en estado de base seca y base húmeda, tomando como dato característico las medias de mayor valor en comparación con los otros tratamientos. Donde los resultados de la composición química en base seca, aportan un contenido mayor de nutrientes en comparación con la composición en base húmeda, resultados que son similares a los presentados por Caicedo et al, (2020), ellos describen que el contenido moderado de nutrientes genera buenos resultados para la alimentación animal, además en la tabla 7 se puede observar que el valor p de la composición de nutrientes en base seca, es estadísticamente diferente en comparación con la composición de nutrientes en base húmeda, rechazando de esta forma la hipótesis nula.

**Tabla 7.**

*Comparación de niveles de nutrientes en base seca y base húmeda, análisis de varianza y medias comparadas con prueba Tukey a un nivel de ( $p > 0,05$ ).*

Nutrientes	Base Seca		Base Húmeda	
	Media	p-valor	Media	p-valor
Proteína	7,56	<0,0001	0,97	0,3000
Fibra	64,41	0,0001	11,35	0,0239
Extracto etéreo	7,31	0,0014	0,97	0,2179
Ceniza	17,37	0,0003	2,30	0,9748
Extracto libre de nitrógeno	18,56	0,0070	2,56	0,0364
Humedad	-	-	87,15	0,1431

##### 3.1.1 Análisis de proteína

Los resultados obtenidos en relación con la variable proteína según el análisis estadístico ADEVA, demostró variabilidad significativa entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ) donde el contenido



proteico del tratamiento T1 presentó mayor cantidad de proteína (7,56%) y el tratamiento 4 (testigo) que obtuvo el valor más bajo con 4,32%; demostrando diferencias significativas en todos los tratamientos, con evidencia en contra de la hipótesis nula de  $p < 0,0001$  lo que significa que las medias son estadísticamente diferentes.

**Tabla 8.**

*Análisis de varianza del contenido de proteína, comparadas con prueba Tukey a un nivel de ( $p > 0,05$ ).*

<b>Tratamientos</b>	<b>n</b>	<b>EE</b>	<b>Medias</b>	<b>Diferencias significativas</b>
Tratamiento 1 = dosis Alta.	3	0,12	7,56	A
Tratamiento 2 = dosis Media	3	0,12	6,77	B
Tratamiento 3 = dosis Baja.	3	0,12	5,13	C
Testigo.	3	0,12	4,32	D

Medias con letras diferentes son elocuentemente diferentes ( $p > 0,05$ )

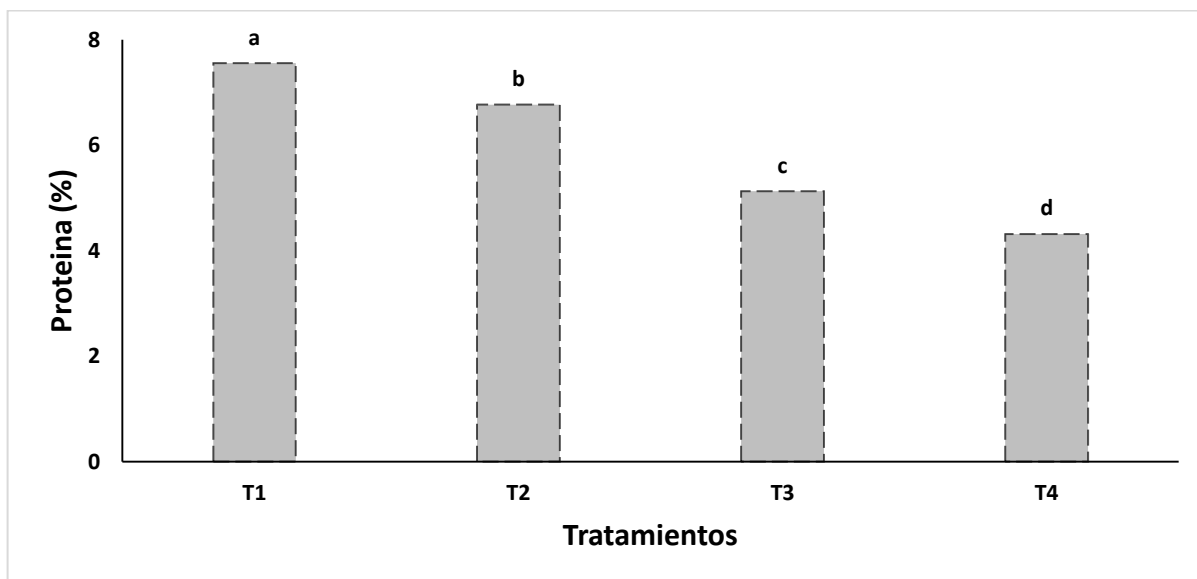
EE: error experimental

CV: 3,51

Según los resultados presentados en el estudio de Caicedo et al (2020), mencionan que el incremento proteico se relaciona con el crecimiento microbiano, con medias estadísticamente diferentes y mismo valor de  $p < 0,0001$ , pero su nivel proteico a los 30 días de fermentación está en 14,34%, esto se debe a la inclusión de más tipos de aditivos en el ensilado como sal mineral, suero de leche, melaza, polvillo de arroz, carbonato de calcio y a la combinación de raquis de banano y plátano; resultados que son similares a los presentados por Faubla y Ponce (2016) en su estudio de ensilaje de banano con *Lactobacillus plantarum* y otros tipos de microorganismos evaluados, donde el rango proteico es similar a los datos obtenido en el presente estudio con media de 5,88% que coincide con Caicedo y Flores (2020) quienes además mencionan que la inoculación de bacterias ácido-lácticas son esenciales para el éxito o el fracaso del proceso de ensilaje, siendo la proteína el nutriente más importante.

**Figura 5.**

*Nivel del contenido proteico por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p > 0,05$ ).*



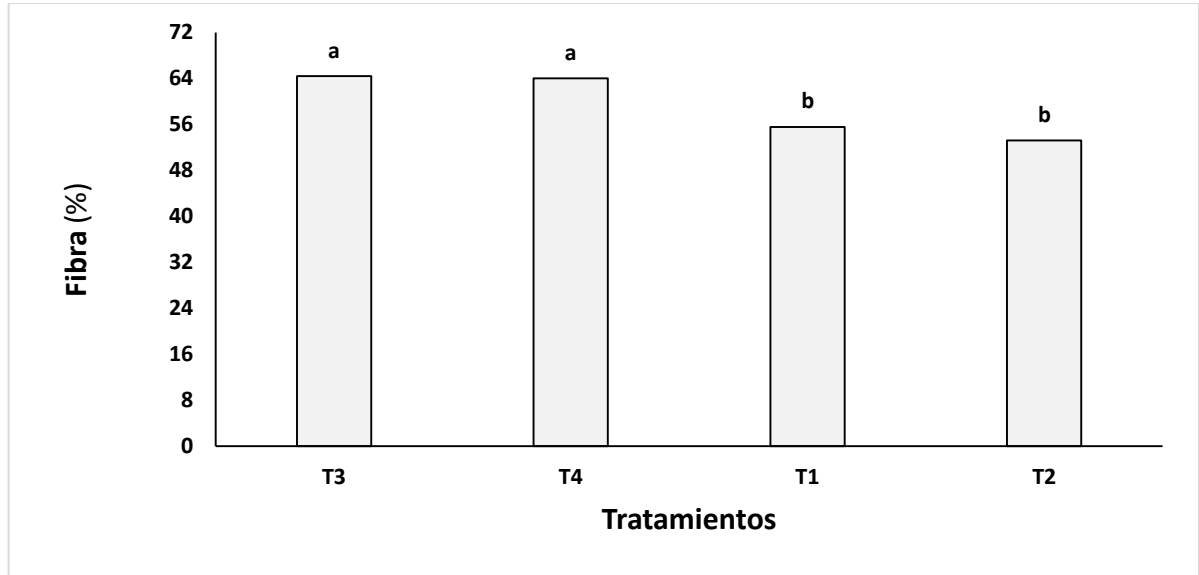
### 3.1.2 Análisis de fibra

La evaluación del contenido de fibra según el análisis de varianza (figura 6), reporta diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos experimentales, mostrando que todos los tratamientos presentan altos contenido de fibra divididas en dos rangos A y B, donde el testigo alcanzó un nivel similar en comparación con el tratamiento T3 correspondiente a la media más alta con un valor de 64,41% con varianzas estadísticas similares y con evidencia en contra de la hipótesis nula de valor  $p = 0,0001$  menor a 0,05 lo que significa que las medias son estadísticamente diferentes.

Los resultados presentados en el estudio de Caicedo et al. (2020), con relación al contenido de fibra, su valor es menor con 24,16% a los 30 días de su proceso de ensilaje, ellos describen en la parte de discusión que la reducción de la composición de fibra del ensilado puede deberse a la degradación de componentes estructurales por parte de los aditivos o microorganismos lácticos utilizados en el ensilaje; de igual forma menciona Faubla y Ponce (2016) que el contenido de fibra está vinculado con la disposición de los microorganismos.

**Figura 6.**

*Nivel del contenido de fibra por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p > 0,05$ ).*



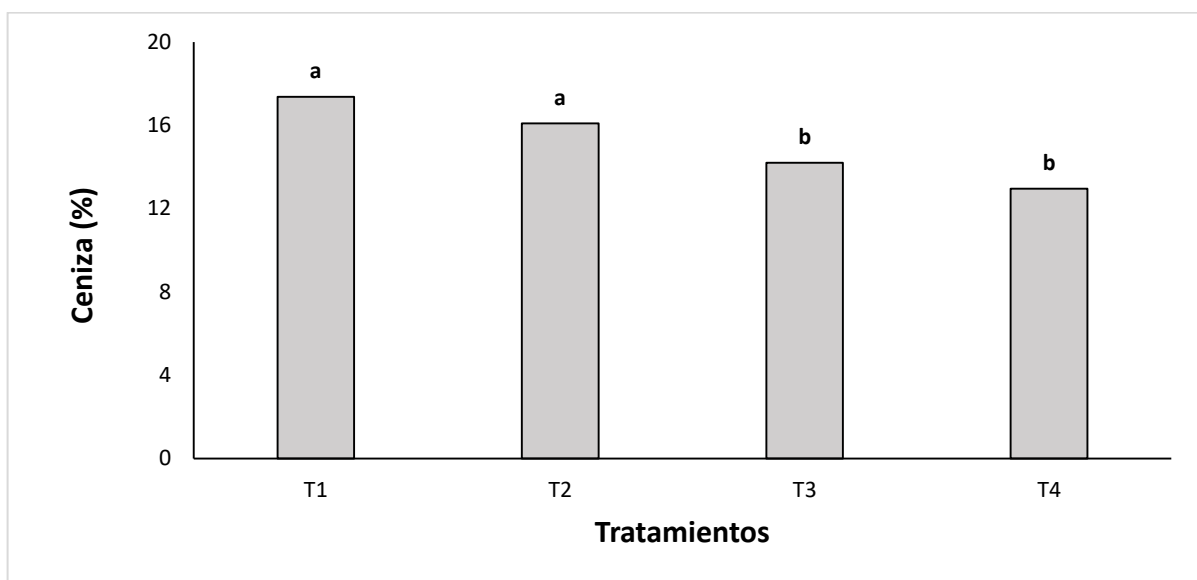
### 3.1.3 Análisis de ceniza

Con relación a la composición de ceniza que es el residuo inorgánico presente en el ensilaje, según el análisis de varianza elaborado y graficado en la figura 7, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la investigativa, con estadísticas altamente diferentes, donde el tratamiento T1 presenta el valor más alto de ceniza (17,37%) y el testigo con el valor más bajo (12,95%), con valor de  $p=0,0003$  agrupadas en dos rangos que indican diferencias estadísticas simbolizados con las letras A y B.

Resultados que están dentro del rango de datos obtenidos por Caicedo et al. (2020) en su estudio de ensilaje de raquis de plátano y banano con media de 18,31% a los 30 días de su proceso de ensilado con valor de  $p=0,0001$ ; pero en el estudio realizado por Faubla y Ponce (2016) de ensilaje de banano verde su contenido de ceniza es bajo con media de 9,26% en base seca, lo que evidencia la presencia de minerales, como calcio y fósforo.

**Figura 7**

*Nivel del contenido de ceniza por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p > 0,05$ ).*



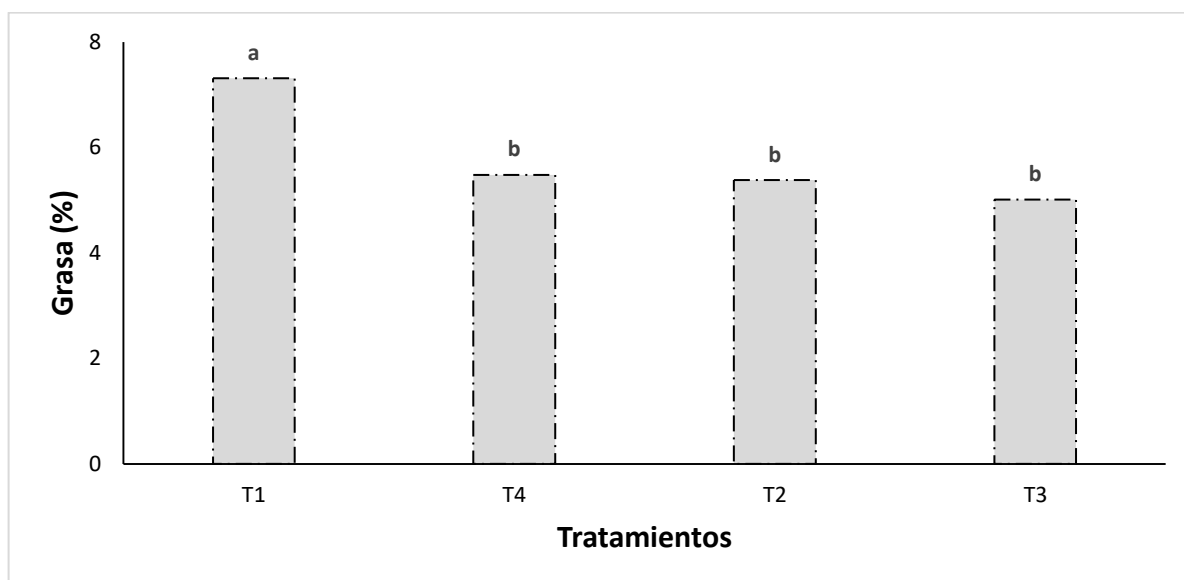
### 3.1.4 Análisis de extracto etéreo

La composición química del extracto etéreo o grasa, que es la composición de diversas sustancias de lípidos de compuestos orgánicas insolubles en agua, reportó resultados con baja diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) con valores que varían de 5 a 7% con rangos simbolizados con letras A y B, donde el tratamiento T1 presentó el nivel más alto con 7,31% y el T3 con valor más bajo de 5,01%, siendo estadísticamente igual a los tratamientos 2 y 4 con varianzas estadísticas similares y con evidencia en contra de la hipótesis nula de valor  $p = 0,0003$  con medias estadísticamente diferentes.

Resultados que están dentro del rango de datos obtenidos por Caicedo et al. (2020) en su estudio de ensilaje, con media de 6,15% a los 30 días de su proceso de ensilado; de igual forma coincide con el rango estadístico de Faubla y Ponce (2016) con media de 5,37% en su análisis en base seca.

**Figura 8**

*Nivel del contenido de extracto etéreo por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p > 0,05$ ).*



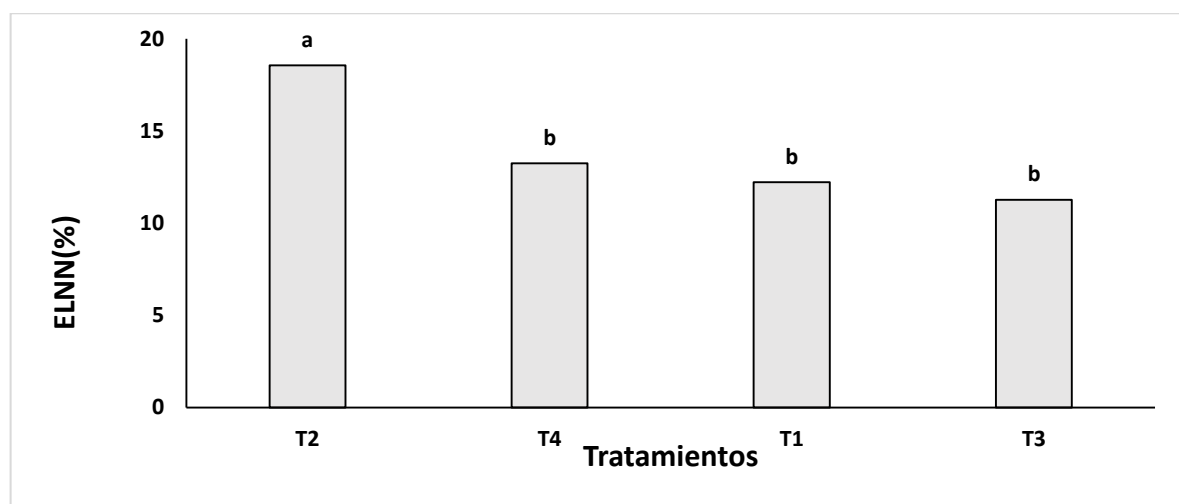
### 3.1.5 Análisis ELN

El análisis ELN o Extracto Libre de Nitrógeno se basa en la evaluación de otros nutrientes no analizados como los carbohidratos digeribles, vitaminas y otros compuestos solubles no nitrogenados donde según el análisis de varianza elaborado y graficado en la figura 9, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la investigativa con diferencias significativas tratadas con prueba Tukey ( $p > 0,05$ ), donde el tratamiento T2 reportó diferencias estadísticas con 18,56% en comparación con los otros tratamientos que fueron menores, con valor  $p = 0,0070$  agrupados en dos rangos estadísticos poco variables.

En comparación con los resultados obtenidos por Caicedo et al. (2020) en su estudio de ensilaje, la composición de ELN es mayor con media de 37,04% a los 30 días de su proceso de ensilado.

**Figura 9.**

Nivel del contenido de extracto libre de nitrógeno por acción de los tratamientos evaluados, donde las letras diferentes indican variabilidad significativa; analizadas con el test Tukey ( $p>0,05$ ).



### 3.1.6 Análisis económico

**Tabla 9.**

*Estimación económica de la elaboración de ensilaje en los diferentes tratamientos.*

Suministros utilizados en la elaboración de ensilaje	Tratamientos			
	T1	T 2	T 3	Testigo
<b>Egresos por funda de 100 lb (\$)</b>				
Melaza	0,15	0,15	0,15	0,15
Polvo de aserrín	0,02	0,02	0,02	0,02
Raquis de plátano	0,00	0,00	0,00	0,00
Microorganismos lácticos (SiloBACTER®)	0,05	0,09	0,14	0,00
Fundas tipo bolsa para silos (100 lb) por \$ 1,50 cada unidad.	1,50	1,50	1,50	1,50
Piolas	0,02	0,02	0,02	0,02
Picadora alquiler	0,60	0,60	0,60	0,60
Mano de obra	0,90	0,90	0,90	0,90
<b>Total egresos</b>	<b>3,24</b>	<b>3,28</b>	<b>3,33</b>	<b>3,19</b>
<b>Ingresos</b>				
Venta de silos a \$ 3,50 por cada funda de 100 lb.	3,50	3,50	3,50	3,50
<b>Total de ingresos</b>	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>
<b>Total de beneficio / costo</b>	<b>1,08</b>	<b>1,06</b>	<b>1,05</b>	<b>1,09</b>

En la tabla anterior se realiza la estimación económica de la elaboración de ensilaje identificando y detallando el costo de los suministros utilizados si se realizara una producción con fines comerciales, con una estimación de venta aproximada de \$ 3,50 por funda de 100 lb, dando como resultados un beneficio/costo entre 1,05 y 1,09 entre todos los tratamientos, lo que indicaría que prácticamente con cualquiera de ellos habría una recuperación de la inversión realizada con un margen de utilidad sin considerar el beneficio adicional al disminuir el riesgo de contaminación en las plantaciones de plátano, el tener alimento en época de escasez y que al realizar ensilajes en volúmenes mayores, se disminuyen los costos de producción.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

- En base a los datos de laboratorio y análisis de varianza sobre los tratamientos efectuados se logró evidenciar que el tratamiento 1 presentó indicadores significativos en su composición bromatológica, con un nivel superior y con significancia estadística en relación con los demás tratamientos en cuanto a Proteína (7,56 %), Extracto etéreo (7,31%) y ceniza (17,37%) lo que indicaría que dicho tratamiento sería superior a los demás de la investigación.
- En resultado a la comparativa de los tratamientos, la dosis de bacteria ácido-láctica de mejor calidad bromatológica mediante el proceso de conservación de forraje, el tratamiento 1 presentó los mejores resultados en el análisis de varianza, con la dosis de 3,51 ml (alta) de SiloBacter®, sustrato de melaza de 125 ml y material secante de aserrín, generando en el ensilaje una apreciada calidad bromatológica para el consumo de rumiantes.
- El análisis económico juega un rol importante en la elaboración de cualquier proyecto, en este caso la apreciación económica de cada uno de los tratamientos, género como resultado un promedio de beneficio/costo de 1,07 entre todos los procesos, con una valoración de venta aproximada de \$ 3,50 por funda, con costos moderados que se van a recuperar y que a mayor producción estarían generando ingresos rentables en caso de producir ensilaje con fines comerciales.



## CAPÍTULO V

### RECOMENDACIONES

- El raquis de plátano es un subproducto potencial en la zona norte de Manabí, con gran producción de biomasa vegetal, por tal motivo se recomienda usar raquis como fuente complementaria de alimentación animal, suministrado y conservado mediante procesos de ensilaje, empleando microorganismos lácticos y material secante, para una mejor palatabilidad y fermentación anaeróbica.
- Resultados de este tipo que pueden ser llevados a la práctica por productores tanto ganaderos como de plátano, se recomienda darlos a conocer y enseñar su proceso en campo a través de los procesos de vinculación con la sociedad para que sean beneficiarios directos los mismos productores ya que estos productos pueden resultar altamente nutritivos para la manutención del animal; procesos que son ecológicos y económicos de implementar.
- Investigar más sobre el uso de estimulantes benéficos y residuos de cosecha con potencial, para la obtención de ensilaje de alta calidad nutritiva.

Las dosificaciones utilizadas en la investigación están por debajo de las recomendadas por el fabricante porque se desea conocer si la aplicación de bacterias ácido-lácticas influye en las características bromatológicas del silo de raquis de plátano debido a la poca información científica que se tiene al respecto en la actualidad, en vista que se encontró que la dosis más alta (3,51 ml) fue la que tuvo mejores resultados, se recomienda usar las concentraciones sugeridas por el fabricante e incluso otras dosis para conocer su efecto en la calidad bromatológica del silo de raquis de plátano.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, R. E. (2002). *Conservacion de Forrajes Para Alimentacion de Bovinos*. Colombia: Corpoica.
- Argueta, R. (2005). *Alternativas nutricionales para la época seca*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentaria (FAO): <https://www.fao.org/3/at783s/at783s.pdf>
- Caicedo, W., y Flores, A. (2020). Características nutritivas de un ensilado líquido de banano orito (*Musa acuminata* AA) con tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y su efecto en cerdos de posdestete. *Rev. investig. vet. Perú* vol.31, 1-14.
- Caicedo, W., Viáfara, D., Pérez, M., Alves, F. N., Rubio, G., Yanza, R., . . . Motta, W. (2020). Características químicas del ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) tratado con suero de leche y urea. *Rev Inv Vet Perú*, 1-9.
- Callejo, A. (2018). Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado. *Revista Frisona Española*, 70-78.
- Callejo, A. (2019). Conservación de forrajes (XIV): Uso de aditivos en el ensilado. *Frisona Española*, 92-100.
- Cattani, P., Bragachini, M., y Peiretti, J. (2010). *El tamaño de picado como factor de calidad*. Sitio Argentino de Producción Animal: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/141-picado.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/141-picado.pdf)
- Chaverra, H., y Bernal, J. (2001). *El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno*. Colombia: IICA.
- Contreras-Gevea, F., y Muck, R. (2006). *Inoculantes Microbiales para ensilaje*. University of Wisconsin Board of Regents: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/Microbial-Inoculants-for-Silage-Espanol.pdf>
- Contreras-Govea, F., Marsalis, M., y Lauriault, L. (2009). *Inoculantes microbiales para ensilaje: Su uso en condiciones de clima cálido*. New Mexico State University; Circular 642 (español): [https://aces.nmsu.edu/pubs/\\_circulars/CR642\\_SPANISH.pdf](https://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR642_SPANISH.pdf)

- Corpoica. (2002). *Alternativas Tecnológicas Para la Produccion Competitiva de Leche en El Trópico Alto. Plan de Modernizacion Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana Memorias*. Bogotá: Corpoica.
- De la Cruz, J. C., y Gutiérrez, G. A. (2006). Alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y raquis en diferentes proporciones. *Avances en la Investigación Agropecuaria*, 29-39.
- Díaz, V. P. (2006). *Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud*. Chile: RIL Editores.
- Faubla, Á. J., y Ponce, H. R. (2016). *EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y TOXICOLÓGICA DE MICROORGANISMOS ESPECÍFICOS EN LA OBTENCIÓN DEL ENSILAJE DE BANANO VERDE (Musa sapientum)*.  
<https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/261/1/TAI102.pdf>
- Garcés, A. M., Berrio, L., Ruiz, S., Serna, J. G., y Builes, A. F. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*, 66-71.
- Garrido, E. (2015). *Optimización de recursos en la explotación ganadera de recria y cebo*. España: Editorial Elearning, S.L.
- Hidalgo, M. R., Vargas, O. N., y Vite, H. A. (2020). Análisis situacional de la actividad ganadera en la parroquia Palmales del cantón Arenillas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 124-130.
- Imbaquingo, D. (2015). *Método Estadístico*.
- INAMHI. (2017). *Anuario metereologico*. Ecuador:  
[http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf).
- Lino, A. (2014). *ENSILAJE DE FORRAJERAS EN BOLSAS PLASTICAS*.  
<https://padrecitozesati.files.wordpress.com/2015/02/ensilaje-en-bolsas.pdf>
- Martínez, C. G. (Septiembre de 2015). *Diseños experimentales relacionados con un solo factor de estudio*. <https://core.ac.uk/download/pdf/55527325.pdf>
- Maza, L., Vergara, O., y Paternina, E. (2011). Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *REVISTA MVZ CÓRDOBA*, 2528-2537.

- Mora, G., y Ulate, R. (2014). *Enfrentando el cambio climático: Ensilaje como alternativa para la nutrición animal*.  
[http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/ensilaje\\_alternativa\\_nutricion\\_animal.pdf](http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/ensilaje_alternativa_nutricion_animal.pdf)
- Morocho, B., Carvajal, H., y Vite, H. (2021). Análisis socioeconómico del agronegocio ganadero: caso Productores de la Aso Ganaderos del Altiplano Orense 5 de Noviembre del cantón Atahualpa. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 26-32.
- Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J. C., y Spoelstra, S. F. (2000). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. *FAO*, 17-30.
- Parra, R. A. (2010). REVIEW. BACTERIAS ÁCIDO-LÁCTICAS: PAPEL FUNCIONAL EN LOS ALIMENTOS. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 93-105.
- Ramírez, J. C., Rosas, P., Velázquez, M. Y., Ulloa, J. A., y Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Fuente Año 2*, 1-16.
- Silveira, E. A., y Franco, R. (2006). Conservación de forrajes: segunda parte. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-37.
- Valencia, A. F. (2016). *Los ensilajes : una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano*. Zootecnia:  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1260&context=zootecnia>
- Valencia, A., Hernández, A., y López, L. (2011). El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? *La Ciencia y el Hombre*.
- Vanegas, J. L., y Codero-Ahiman, O. V. (2019). Ensilaje como fuente alterna de alimentación del ganado de bovino en la producción lechera. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 129-162.
- Villa, A. F., Meléndez, A. P., Carulla, J. E., Pabón, M. L., y Cárdenas, E. A. (2010). Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 65-77.
- Wagner, B., Asencio, V., y Caridad, J. (2013). *Como preparar un buen ensilaje*. IDIAF Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales:  
<http://190.167.99.25/digital/Idiaf.Ensilaje.1.pdf>

# ANEXOS

## Anexo 1

*Análisis de varianza de nutrientes en base a humedad del raquis de plátano.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	39,48	3	13,16	2,40	0,1431
Tratamientos	39,48	3	13,16	2,40	0,1431
Error	43,83	8	5,48		
Total	83,30	11			
CV	2,75				

## Anexo 2

*Análisis de varianza de la bromatología del contenido proteico en base seca del ensilaje de raquis de plátano.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	19,78	3	6,59	151,76	< 0,0001
Tratamientos	19,78	3	6,59	151,76	< 0,0001
Error	0,35	8	0,04		
Total	20,13	11			
CV	3,51				

## Anexo 3

*Análisis de varianza de la bromatología del contenido de fibra en base seca del ensilaje de raquis de plátano.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	299,02	3	99,67	36,54	0,0001
Tratamientos	299,02	3	99,67	36,54	0,0001
Error	21,82	8	2,73		
Total	320,85	11			
CV	2,79				

## Anexo 4

*Análisis de varianza de la bromatología del contenido de extracto etéreo en base seca del ensilaje de raquis de plátano.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	9,54	3	3,18	14,45	0,0014
Tratamientos	9,54	3	3,18	14,45	0,0014
Error	1,76	8	0,22		
Total	11,30	11			
CV	8,10				

## Anexo 5

*Análisis de varianza de la bromatología del contenido de ceniza en base seca del ensilaje de raquis de plátano.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	34,61	3	11,54	22,86	0,0003
Tratamientos	34,61	3	11,54	22,86	0,0003
Error	4,04	8	0,50		
Total	38,65	11			
CV	4,69				

## Anexo 6

*Análisis de varianza de la bromatología del contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN) en base seca del ensilaje de raquis de plátano.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	95,76	3	31,92	8,56	0,0070
Tratamientos	95,76	3	31,92	8,56	0,0070
Error	29,83	8	3,73		
Total	125,60	11			
CV	13,97				

## Anexo 7

*Recolección y transporte del raquis de plátano.*



## **Anexo 8**

*Proceso de picado del raquis de plátano con picadora eléctrica.*



## **Anexo 9**

*Llenado del raquis en proporciones de 50 libras por cada funda.*





## Anexo 10

*Aplicación de sustrato para la ayuda en la estimulación de bacterias lácticas.*



## Anexo 11

*Aplicación de inoculantes lácticos con el producto SiloBacter®, que contiene los microorganismos *Pedococcus pentosaceus* y *Lactobacillus platarum*.*



## **Anexo 12**

*Silo de raquis de plátano en su fase aeróbica para luego pasar a su fase de fermentación.*



## **Anexo 13**

*Apertura del silo después de los 40 días de su fase de fermentación.*



## Anexo 14

Análisis bromatológico a los 40\* días, del Tratamiento 1 / muestra 1.



### RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ANGÉLICA NICOLE CUZME FIGUEROA	Número Muestra:	7448
		Fecha Ingreso:	13/10/2021
		Impreso:	23/10/2021
Tipo muestra:	ENSILADO DE RAQUIS DE PLÁTANO 45 DÍAS	Fecha entrega:	25/10/2021
Identificación:	TRATAMIENTO 1 / MUESTRA 1		

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	82,33	0,91	0,89	2,32	11,22	2,33
Seca		5,17	5,05	13,11	63,50	13,17

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
Teléfono:  
2752-607

M&J

\*En la imagen de laboratorio se reportan 45 días, pero el dato correcto es 40 días.



## Anexo 15

Análisis bromatológico a los 40\* días, del Tratamiento 2 / muestra 1.



### RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente	Referencia
Cliente : Srta. ANGÉLICA NICOLE CUZME FIGUEROA	Número Muestra: 7451
	Fecha Ingreso: 13/10/2021
Tipo muestra: ENSILADO DE RAQUIS DE PLÁTANO 45 DÍAS	Impreso: 23/10/2021
Identificación: TRATAMIENTO 2 / MUESTRA 1	Fecha entrega: 25/10/2021

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	89,02	0,73	0,60	1,74	5,60	2,32
Seca		6,63	5,46	15,81	51,00	21,10

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y bas seca

Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
Teléfono:  
2752-607

M&J

\*En la imagen de laboratorio se reportan 45 días, pero el dato correcto es 40 días.

## Anexo 16

Análisis bromatológico a los 40\* días, del Tratamiento 3 / muestra 1.

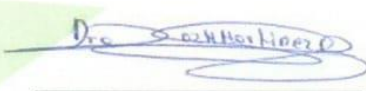


### RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ANGÉLICA NICOLE CUZME FIGUEROA	Número Muestra:	7454
		Fecha Ingreso:	13/10/2021
Tipo muestra:	ENSILADO DE RAQUIS DE PLÁTANO 45 DÍAS	Impreso:	23/10/2021
Identificación:	TRATAMIENTO 3 / MUESTRA 1	Fecha entrega:	25/10/2021

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	GENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	85,91	1,11	0,88	2,37	8,14	1,59
Seca		7,88	6,27	16,80	57,80	11,25

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y bas seca

  
Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
Teléfono:  
2752-607

M&J

\*En la imagen de laboratorio se reportan 45 días, pero el dato correcto es 40 días.

## Anexo 17

Análisis bromatológico a los 40\* días, del Testigo muestra 1.



### RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Srta. ANGÉLICA NICOLE CUZME FIGUEROA	Número Muestra:	7445
		Fecha Ingreso:	13/10/2021
Tipo muestra:	ENSILADO DE RAQUIS DE PLÁTANO 45 DÍAS	Impreso:	23/10/2021
Identificación:	TESTIGO MUESTRA 1	Fecha entrega:	25/10/2021

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	84,86	0,65	0,81	1,92	9,63	2,13
Seca		4,29	5,37	12,66	63,60	14,08

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y bas seca

Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Dirección:  
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
Teléfono:  
2752-607

M&J

\*En la imagen de laboratorio se reportan 45 días, pero el dato correcto es 40 días.