



**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  
INGENIERA AGROPECUARIA**

**ENSILAJE DE *Megathyrus maximus* Jacq. CON ADICIÓN DE HARINA DE MAÍZ,  
MELAZA Y BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS**

**AUTOR:** Alisson Mishelle Cedeño Espinoza

**TUTOR:** Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg.

El Carmen, Septiembre del 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 “Ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. con adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas”, 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 Alisson Mishelle Cedeño Espinoza, estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2021 (2), quien se encuentra apta para la sustentación de su trabajo de titulación.

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

El Carmen, 08 de agosto del 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:**

Ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. con adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas.

**AUTORA:** ALISSON MISHELLE CEDEÑO ESPINOZA

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

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

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL** MVZ. DAVID NAPOLEÓN VERA BRAVO, MG

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL** ING. ZAMBRNO MENDOZA MIRIAN ELIZABETH, MG

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL** DR. ACOSTA JÁCOME MARCO VINICIO, MG

## **DEDICATORIA**

*Dedico mi tesis antes de todo a Dios por darme las fuerzas necesarias y la oportunidad de estar aquí, por haberme permitido cumplir con una de mis metas anheladas. A mi madre por ser una guía fundamental, un ejemplo de superación, de humildad y de sacrificio ya que me ha dado todo el apoyo posible en los momentos más difíciles obsequiándome sus consejos para ser una mejor persona y así creer en mí, a mi familia por estar cada vez que lo necesito brindándome una mano amiga cuando lo he necesitado; a los ingenieros por haberme guiado, brindado su conocimiento, paciencia, empeño y sobre todo por haberme dedicado tiempo para continuar con mi formación profesional por lo tanto a cada uno de ellos dedico este presente trabajo ya que me han impulsado el deseo de superación y el poder de triunfar en la vida.*

*A todos ellos muchas gracias.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Primero doy gracias a Dios por permitirme tener salud, sabiduría y por estar siempre presente en mis momentos de altos y bajos; a mi madre que siempre ha sido el pilar fundamental en mi vida, por forjarme valores que me ayudan a establecerme metas, brindándome todo el apoyo necesario sin importarle cuantas veces me vea caer, gracias porque me inspira a ser una gran mujer; a mi familia que con sus granito de arena han copado mi ser de muchos conocimientos y consejos que me guían por el camino correcto.*

*A mis compañeros que han estado desde el principio en todo el transcurso para poder ser una profesional, saber que en poco tiempo podremos llamarnos colegas me llena el corazón de alegría; por último y no menos importante a mis tutores por enseñarme lo necesario para culminar unas de mis tan ansiadas metas como es ser una gran ingeniera.*

## RESUMEN

Conociendo la amplia distribución a nivel nacional del pasto *Megathyrus 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<sup>-1</sup>). 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.

**Palabras clave:** *Panicum maximum*, microsilos, silos, bromatología.

## ABSTRACT

Knowing the wide national distribution of the *Megathyrsus maximus* jacq. (saboya grass), the management that is given to it and on many times a poor use of it, this research was proposed with a view to evaluating the quality of this ensiled grass with the addition of corn flour, molasses and lactic acid bacteria (BAL on spanish) already that on many occasions, in the rainy season it is not fully exploited and in the dry season the meadows are so scarce and supplementation becomes necessary. 15 microsilos of 2 kg net each one were made where 3 levels of corn flour inclusion were tested (T1=10%, T2=15% and T3=20% of the silo) plus a control (T4) giving a total of 4 treatments with 3 repetitions each one. All of them contained molasses (6%) and lactic acid bacteria (300 ml t<sup>-1</sup>). Grass was fertilized in drench in 3 fractions. Harvest was made, it was chopped to no less than 2 cm, it was mixed with the ingredients according to the treatment proposed in each case and it was stored for 35 days after which each microsilos was opened and a 100g sample was obtained and sent to the laboratory for analysis of pH, dry matter (MS on spanish) and bromatology (crude protein, crude fiber, ash, ethereal extract, non-nitrogenous free extract). It was obtained that all treatments meet the minimum characteristics necessary to serve as ruminant feed, it was also seen that the inclusion of molasses, BAL and corn flour does influence the bromatological characteristics of the silos and that treatments T2 and T3 present the best bromatological characteristics. Likewise, it was found that the T1 treatment is the most profitable was the control.

**Keywords:** *Panicum maximum*, microsilos, silos, bromatological.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
FIRMAS DE TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos .....	3
HIPÓTESIS .....	3
Hipótesis alterna.....	3
Hipótesis nula.....	3
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2. Pastos y forrajes .....	4
2.1. Ensilajes.....	5
2.1.1. Tipos de silo .....	7
2.2. Características del silo .....	8
2.2.1. pH .....	8
2.2.2. Humedad.....	9
2.3. Aditivos.....	9
2.3.1. Aditivos restrictores.....	11
2.3.2. Aditivos estimuladores.....	11
2.3.3. Bacterias ácido lácticas.....	11
2.3.4. Melaza .....	12
2.3.5. Absorbentes .....	12
2.4. El pasto <i>Megathyrsus maximus jacq.</i> .....	13
2.4.1. Características botánicas.....	13
2.4.2. Adaptabilidad.....	14
2.4.3. Características nutricionales.....	15

2.5. Usos.....	17
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Ubicación del experimento .....	18
3.2. Caracterización agroecológica de la zona .....	19
3.3. Equipos y materiales .....	19
3.4. Métodos de Análisis.....	19
3.5. Características de las Unidades Experimentales.....	20
3.6. Variables .....	20
3.6.1. Variables independientes.....	20
3.6.2. Variables dependientes.....	20
3.7. Tratamientos.....	20
3.8. Análisis Estadístico.....	21
3.9. Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA).....	22
3.10. Manejo del experimento.....	22
3.10.1. Área de potrero.....	22
3.10.2. Muestreo de suelo .....	22
3.10.3. Manejo del pastizal.....	22
3.10.4. Elaboración y manejo de microsilos .....	23
3.10.5. Valoración económica .....	23
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
4.1. Potencial Hidrógeno (pH) .....	24
4.2. Materia Seca .....	25
4.3. Proteína Cruda (PC) .....	26
4.4. Extracto libre no nitrogenado .....	28
4.5. Fibra Cruda .....	29
4.6. Ceniza .....	31
4.7. Extracto etéreo.....	32
4.8. Análisis Beneficio/Costo.....	33
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>35</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>36</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>455</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características químicas del pasto <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.....	15
<b>Tabla 2.</b> Generalidades del pasto saboya expuestas por Agrosemillas Huallamayo .....	16
<b>Tabla 3.</b> Características agrometeorológicas del área experimental.....	19
<b>Tabla 4.</b> Descripción de materiales y equipos implementados en la investigación.....	19
<b>Tabla 5.</b> Características de las unidades experimentales .....	20
<b>Tabla 6.</b> Tratamientos implementados en la investigación experimental.....	21
<b>Tabla 7.</b> Representación de las fuentes de variación en grados de libertad de los Tratamientos .....	22
<b>Tabla 8.</b> Comparación de niveles de nutrientes en base seca, análisis de varianza y medias más altas comparadas con la prueba de significancia Tukey a un nivel de ( $p>0,05$ ).....	24
<b>Tabla 9.</b> Cálculo Beneficio/Costo de elaborar fundas de silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Procesos químicos-biológicos en el ensilaje.....	7
<b>Figura 2.</b> Influencia del potencial de Hidrógeno (pH) en la calidad del ensilaje. ....	9
<b>Figura 3.</b> Ubicación de la Granja Experimental Río Suma de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, ULEAM Extensión el Carmen.....	18
<b>Figura 4.</b> Medias de pH ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> jacq.....	25
<b>Figura 5.</b> Medias (%) de MS ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> Jacq...	26
<b>Figura 6.</b> Medias (%) de proteína ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> Jacq...	27
<b>Figura 7.</b> Medias (%) de E.L.N.N. ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> Jacq...	29
<b>Figura 8.</b> Medias (%) de FC. ( $p < 0,0001$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> Jacq...	30
<b>Figura 9.</b> Medias (%) de ceniza ( $p 0,0362$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> Jacq...	31
<b>Figura 10.</b> Medias (%) de Extracto etéreo ( $p 0,0004$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con <i>Megathyrus maximus</i> Jacq. ....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Control de maleza y fertilización.....	45
<b>Anexo 2.</b> Proceso de picado del pasto.....	45
<b>Anexo 3.</b> Peso de los agregados .....	46
<b>Anexo 4.</b> Homogenización de la mezcla para elaborar el ensilaje.....	46
<b>Anexo 5.</b> Compactación y sellado del ensilaje.....	47
<b>Anexo 6.</b> Apertura de los ensilajes para enviar las muestras al laboratorio con su respectivo análisis bromatológico .....	47
<b>Anexo 7.</b> Análisis de la varianza de Proteína cruda.....	48
<b>Anexo 8.</b> Análisis de la varianza de Extracto etéreo.....	48
<b>Anexo 9.</b> Análisis de la varianza de Ceniza.....	48
<b>Anexo 10.</b> Análisis de la varianza de Fibra.....	49
<b>Anexo 11.</b> Análisis de la varianza de E.L.N.N.....	49
<b>Anexo 12.</b> Análisis de la varianza de pH.....	49

## INTRODUCCIÓN

A nivel de Latinoamérica y el Caribe, la producción pecuaria tiene mucha importancia ya que, acorde a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2022) dichos sistemas aportan con el 46% del PIB de América Latina y más específicamente los de producción bovina son fuente básica de alimentación para la población rural ya sea que vivan de ello comercialmente o como subsistencia siendo necesarios para el bienestar de dichas comunidades.

Por otro lado, la producción bovina está considerada como uno de los principales causantes de la contaminación por gases de efecto invernadero (GEI) y de la mano con ello, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2020), propone que los sistemas productivos ganaderos deben cambiar y adaptarse a las condiciones actuales de cambio climático y mejorar el manejo de los ecosistemas, aprovechar de manera sostenible los recursos naturales y aún fortalecer la producción.

La FAO (2022), menciona que Latinoamérica y el Caribe producen alrededor del 23% de carne bovina y de búfalo y un 21,4% de la carne de ave a nivel mundial teniendo un mayor crecimiento de producción de carne de res en el cono sur debido al incremento de su demanda, sin embargo, preocupa también los costos de la alimentación que es el rubro de mayor costo en dichos sistemas productivos.

De la mano con lo mencionado por dicho autor, se conoce también que son muy puntuales los animales que pueden convertir plantas, fibras o fuentes forrajeras en alimentos altos en proteína u otra gran variedad de productos y ellos son los rumiantes, que pueden ofrecer carne, leche, cuero, tiro (acarreo) o fibra. Y junto con todos estos beneficios están también los sistemas productivos con los cuales son manejados que pueden ser a campo abierto, en confinamiento o una combinación de ambos (Myers, 2012).

La producción agropecuaria a nivel nacional es uno de los rubros de mayor importancia y acorde a los datos reportados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEC 2022), Ecuador contaba para el año 2021 con una superficie de 1'423,372 ha para

cultivos permanentes, 841,994 ha con cultivos transitorios y barbecho y un total de 2'376,551 ha para pastos cultivados con 646,139 ha con pastos naturales lo que indica la importancia que tienen las praderas para el buen mantenimiento de los sistemas de producción de carne, leche y cuero principalmente.

Siendo la alimentación el rubro de mayor costo e importancia en los sistemas productivos ya mencionados, se debe conocer acerca de una práctica muy común que se utiliza para la conservación de alimentos para rumiantes y este proceso es conocido como ensilaje, que se estima inició en Italia donde, acorde a Valencia *et al.* (2011), se conservaba alimento para épocas de escasez realizando un proceso de presecado del material a ensilar, compactación dentro de barriles y finalmente se cubría con arena o arcilla.

Valencia (2016) en el vecino país de Colombia, menciona 44 especies vegetales utilizadas para ensilar, así como un 62% correspondientes a gramíneas y 12% a leguminosas sin dejar de lado los subproductos con un 15% y se encontró que la aplicación de dicha técnica, desarrollada gracias a los trabajos de campo, mejora los parámetros productivos de los hatos bovinos tanto en producción de carne como producción de leche.

Acorde a las estadísticas del INEC (2021) publicadas a través de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020, para dicho año se contaba con un total de 2,94 millones de hectáreas a nivel nacional de pasto de las cuales el 40,94% corresponde a saboya (*Megathyrsus maximus*) conocido antes como *Panicum maximum*. Así mismo se determinó que la provincia de Manabí lidera el listado de número de reses con un 21,95% del total nacional.

Con todos los precedentes mencionados, se nota la clara necesidad de hacer un buen aprovechamiento de los recursos que están disponibles para mejorar la productividad de los hatos de la provincia y el país. Siendo el pasto saboya el más difundido a nivel nacional, se debiera sacar mayor provecho en época de lluvias que es cuando suelen presentarse incluso excesos de producción y qué mejor manera de hacerlo sino a través de su conservación en forma de ensilaje que poca atención se le ha prestado hasta la fecha.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar la calidad de ensilaje del pasto *Megathyrsus maximus* Jacq. con adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas.

### **Objetivos específicos**

- Establecer las características bromatológicas del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq. con adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas a través del análisis bromatológico de las muestras.
- Analizar el efecto de la harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas sobre el ensilaje *Megathyrsus maximus* Jacq.
- Comparar las diferentes dosis de aplicación de la harina de maíz.
- Realizar costos de producción de los tratamientos en estudio.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis alterna**

- La adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas infieren significativamente en la calidad bromatológica del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq.

### **Hipótesis nula**

- La adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas no infieren en la calidad del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 2. Pastos y forrajes

Martínez-Fernández et al. (2014) mencionan que el pasto es cualquier vegetal que sirva de alimento para el ganado mientras que el forraje es la parte vegetativa que se usa para alimentarlo una vez cortada y claramente pueden presentarse combinaciones de ambos conceptos al aplicarlos en la práctica. También mencionan los tipos de silo que se conocen y se utilizan de acuerdo con los recursos y necesidades como son: Silos de trinchera, Silo de montón, de torre, de zanja y el más usado últimamente, el silo en bolsa.

En el trópico y subtrópico los pastos y forrajes se producen abundantemente durante la época de lluvia, en la cual se ha llegado a obtener hasta el 80% de la producción anual, por lo que parte de los mismos no pueden ser utilizados por los animales y permanecen en el campo disminuyendo su valor nutritivo a medida que maduran, es necesario entonces su corte con miras a utilizar los nuevos rebrotes en condiciones en que sea óptimo su valor nutritivo (Caraballo y Bentancourt, 2017).

Dicha situación conlleva a la dependencia del alimento concentrado comercial, elaborado principalmente con materias primas, cada día más costoso y en muchos casos es una práctica no rentable por los bajos niveles de producción. La poca disponibilidad de forrajes origina la muerte de animales, pérdida de peso, retardo del crecimiento y la producción de leche también se ve afectada registrándose descensos durante los meses de sequía (Caraballo y Bentancourt, 2017).

En Ecuador los pastos constituyen la principal fuente de nutrimentos para la alimentación del ganado y el pastoreo se convierte en la opción más económica. Sin lugar a duda, el principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca (MS), lo que los hace ideales para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino especializado en la producción de leche, así como al de doble propósito y de carne (Astudillo, 2014).

Actualmente la producción de leche y carne de la gran mayoría de ganaderos existentes en el trópico ecuatoriano está basada en el uso de praderas naturales y mejoradas, con disponibilidad de forrajes en la época de lluvias y con déficit durante el periodo seco (Sellan, 2016). El ensilaje proporciona un alimento jugoso y de buena calidad nutritiva. Se aprovechan los excedentes de la época de sequía aumentando los rendimientos por área. Los pastos y forrajes una vez ensilados se pueden usar en cualquier periodo del año, en especial cuando hay escasez (Gonzalez, 2013).

## **2.1. Ensilajes**

Chávez (2000) indica que el proceso de ensilaje tiene sus orígenes muy remotos. En el antiguo testamento (Isaías, 30:24) se menciona este sistema de conservación de forraje con el cual los pueblos guardaban forraje y granos en pozos. En los años 1500, Colón descubrió que los indios almacenaban sus granos en hoyos o fosos. Varios siglos más tarde, en el viejo mundo los silos se emplearon también como medio de conservación de cereales y forraje verde.

Sin embargo, la primera referencia de conservación de forraje verde mediante ensilaje fue del profesor John Symonds, de la Universidad de Cambridge, en 1786. Un siglo más tarde en 1876 fue construido el primer silo de torre en Maryland. En la era moderna, el ensilado ocupa puestos sin precedentes en la ganadería debido a las ventajas y beneficios que este aporta. Así lo demuestra el hecho de que se conservan en silos más de 100 millones de toneladas. Actualmente hay en uso más de un millón de silos como mínimo (Fernandez, 2017).

El ensilaje es un método práctico y muy económico que conserva el buen sabor y el valor nutritivo de los pastos y forrajes por varios años, es una buena fuente de vitamina A para el ganado. Con un ensilaje se puede economizar alimentos concentrados, también aumenta la capacidad para sostener más animales por hectárea y una de las mejores ventajas es que se puede ensilar en cualquier época, siempre y cuando haya disponibilidad de forraje (FAO, 2001). También Caraballo (2012) menciona que el proceso de ensilaje en bolsas plásticas permite conservar el forraje en un estado físicoquímico parecido al que tiene en el momento de la recolección.

El ensilaje es un método de conservación donde se alimenta el ganado ya sea en engorda o lechero, es un proceso que expone a factores que pueden hacer disminuir su valor alimenticio, entre los más importantes se encuentran: estado de madurez, largo del corte, tasa de llenado, densidad del material, diseño y sellado del silo y condiciones climáticas al momento del llenado (Woolford, 2006).

La calidad del ensilaje depende primordialmente de la velocidad de acidificación, de su composición y de las especies bacterianas presentes. El número de bacterias ácido-lácticas presentes en el ensilaje es muy variable e influye en forma considerable en la fermentación (Woolford, 2006).

El proceso de ensilaje consta de cuatro etapas con características muy particulares cada una de ellas que buscan la conservación de lo que se desea usar como fuente alimenticia y de ser posible mejorar sus características nutricionales. Garcés et al. (2004), detallan cada una de las etapas por las que pasa el ensilaje y se detallan a continuación:

**Fase aeróbica:** es la primera etapa del proceso y donde se busca eliminar toda la presencia de aire del silo y se trata de que el oxígeno disminuya lo más rápido posible y así disminuir la cantidad de microorganismos aerobios que son los que deterioran la calidad del material ensilado.

**Fase de fermentación:** es donde las bacterias ácido lácticas incrementan gracias a la ausencia de oxígeno y se convierten en los microorganismos predominantes que además van a influir en la reducción de pH a valores entre 3,8 y 5,0. Esta etapa puede durar unos pocos días hasta semanas dependiendo del material a ensilar.

**Fase de estabilización:** aquí se pierden muchos de los microorganismos presentes en el silo, aunque varios de ellos pueden sobrevivir en estado inactivo o en forma de esporas. En todo caso se busca que proliferen todos aquellos que ayudan a conservar las características positivas del material ensilado para que éste dure mucho más tiempo en condiciones óptimas.

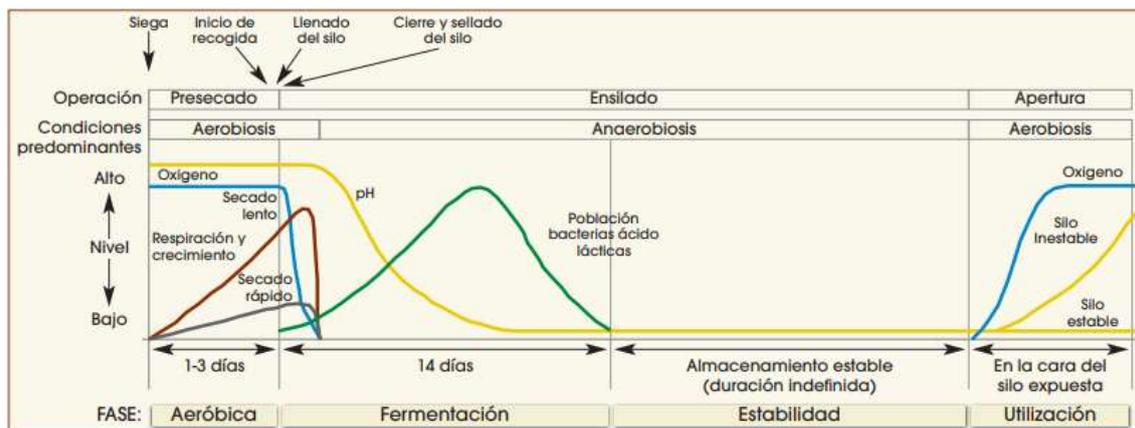
**Fase de deterioro:** se presenta una vez que el ensilaje es abierto para su aprovechamiento o en caso de que el recipiente se rompa por ejemplo por acción de

pájaros o roedores. Es por lo que una vez abierto, el ensilaje debe ser aprovechado lo más pronto posible o en caso de cantidades grandes de silo (trinchera, búnker, etc.) solo se debe exponer al aire la porción de silo que va a ser consumida en ese día y dejar cubierto el resto para continuar su consumo al día siguiente y continuar hasta terminar el silo completamente.

Villalobos y Campos (2018) sugieren la elaboración de ensilajes con forrajes o subproductos para suplir la necesidad de alimentos en épocas de escasez además de reducir los costos por adquisición de insumos alimenticios como heno o subproductos. Además, mencionan que para llevar a cabo dicho proceso, es necesario contar con humedad, azúcares y microorganismos que consuman dichos azúcares y ayuden a conservar el forraje sin deteriorarlo.

**Figura 1.**

*Procesos químicos-biológicos en el ensilaje.*



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

### 2.1.1. Tipos de silo

Ferrari y Alarcón (S/F) en su trabajo desarrollado para el INTA, clasifican a los silos como **Horizontales** para los que se elaboran sobre el piso con un plástico como protección para evitar el contacto directo con el piso como los de trinchera, de montón y búnker.

**Silo de montón:** consiste en apilar el material a ensilar en el suelo sin una estructura en particular, compactar, cubrir con plástico y asegurar el perímetro con tierra (Valencia

*et al.*, 2011) además, Infoagronomo (2018) sugiere colocar un plástico en el piso antes de colocar el material a ensilar siendo de los procesos más sencillos de realizar.

**Silo de trinchera:** llamados también de pozo, se hace un hueco o zanja sobre el piso, se cubre el piso con plástico, se llena el material a ensilar, se compacta y se cubre para protegerlo y mantener un medio anaeróbico (Infoagronomo, 2018).

**Silo de búnker:** se contruye sobre el suelo dos paredes laterales, ligeramente inclinadas y abierto en los extremos que finalmente son llenados con el material a ensilar (Valencia *et al.*, 2011)

De **Tambores y tanques** donde se utilizan recipientes entre 200 y 1000 litros que suelen ser útiles para pequeños agricultores. **Silos de bolsa** elaboradas con plástico más resistente donde se almacenan entre 50 y 60 Kg de forraje por unidad y facilitan su transporte (Ferrari y Alarcón, S/F). Además de otros recipientes que se pueden encontrar en el mercado y se utilizan de acuerdo a la capacidad tanto de producción como económica y pueden usarse recipientes de plástico y metálicos según la disponibilidad de los mismos (Contexto Ganadero, 2021).

## 2.2. 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 (González, 2013).

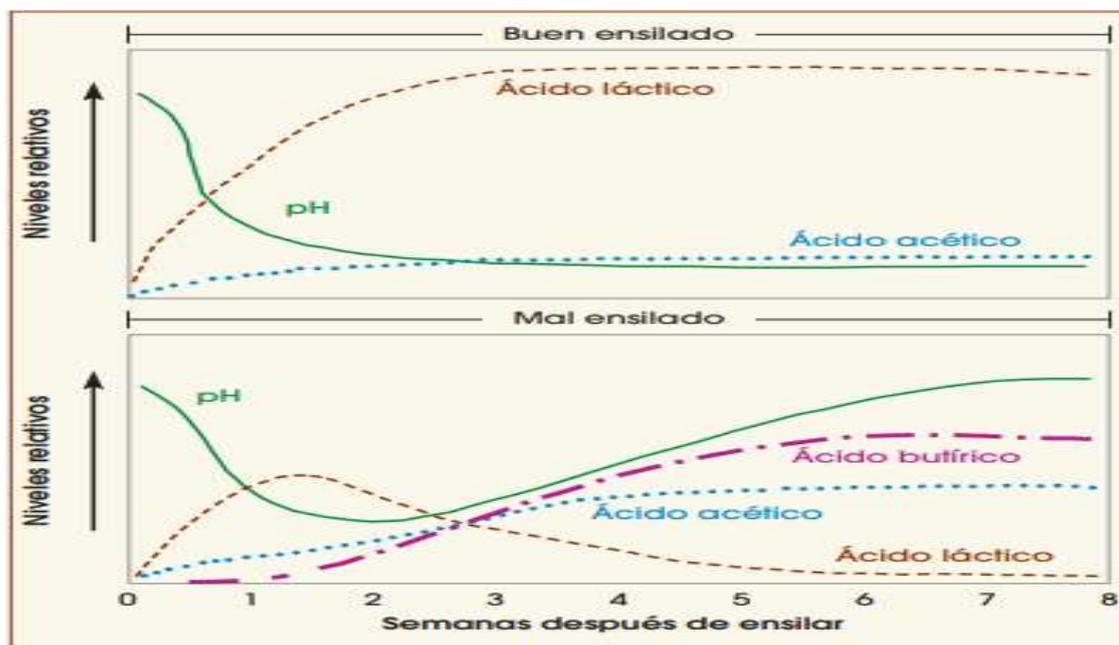
### 2.2.1. pH

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.*



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

### 2.2.2. 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.

### 2.3. Aditivos

Según Bhat y Hazlewood (2001) como estrategia para aumentar la recuperación de los carbohidratos solubles en los ensilajes es la utilización de aditivos como biocatalizadores (hogos, bacterias, levaduras, etc.) mismos que a través de las enzimas que producen pueden ayudar a solubilizar la pared celular. Para que los pastos tengan un buen proceso

de ensilaje necesita la incorporación de ingredientes ricos en elementos fácilmente fermentables tales como el azúcar o la melaza a substratos provistos por forrajes tropicales con valores bajos de materia seca y de azúcares, permite mejorar la fermentación del ensilaje (FAO, 2001).

En general, los granos y sus subproductos industriales como el maíz o la harina de sorgo y otros subproductos también pueden ser usados como aditivos, en parte para suplir un sustrato fermentable, pero también para influir sobre la evolución de la fermentación al absorber el exceso de humedad. Para optimizar su eficacia y reducir las pérdidas de nutrientes en el efluente, deben usarse en tasas relativamente altas (aspirar a obtener un contenido >25 % de MS del silo) y efectuar una buena mezcla con el forraje picado (FAO, 2001).

La importancia de contar con ensilajes para la ganadería lleva a buscar alternativas de conservación dentro de los hatos y conservar el ensilaje para alimentar al ganado es una práctica importante y que debería aplicarse en los sistemas de producción de especies herbívoras domésticas ya que permitiría disminuir costos de producción al enfrentar las condiciones adversas del estiaje sobre la producción de biomasa forrajera (Llatas, 2018).

Cabe mencionar también que el cambio climático que se experimenta cada vez con mayor efecto negativo en el ecosistema trastoca las actividades agropecuarias en general y la ganadera en particular. Ello, también exige generar tecnologías que la hagan cada vez menos dependientes de la producción forrajera cotidiana (Llatas, 2018).

Martínez-Fernández *et al.* (2014) hacen referencia al uso de aditivos en la elaboración de los ensilajes, los mismos que por lo general ayudan a conservar su calidad y en algunos casos incluso mejorarla. Estos aditivos trabajan como restrictores o aceleradores de la fermentación, proceso necesario para que se dé apropiadamente el proceso de ensilado. Dentro del grupo de los estimuladores se encuentran los inoculantes, enzimas, absorbentes entre otros.

Fuentes de azúcares solubles en el silo ayudan al desarrollo de las bacterias ácido lácticas, para ello se puede hacer uso de melaza, pulpa de cítricos y maíz triturado como aditivos que ayudan a acelerar el proceso de fermentación de los ensilajes. Otra opción es

inocular bacteria ácido lácticas comerciales para acelerar y mejorar el proceso de ensilaje, más aún si el material tiene mucha materia seca y se tienen bacterias más específicas que ayuden a su fermentación (Garcés *et. al.*, 2004).

### **2.3.1. Aditivos restrictores**

Son las que inhiben las fermentaciones contraproducentes, favoreciendo al desarrollo de microorganismos acidolácticos; otros en cambio limitan la multiplicación de bacterias no deseables, pueden ser ácidos minerales, ácidos orgánicos o sales de ácidos orgánicos e inorgánicos (Martínez-Fernández, 2014).

### **2.3.2. Aditivos estimuladores**

Más populares en los últimos años ya que estimulan el buen funcionamiento del rumen, reducen pérdidas de nutrientes y mejoran la digestibilidad. Éstos pueden ser microorganismos acidolácticos que incrementan la población del silo y aceleran el proceso de fermentación, acción enzimática para la liberación de azúcares del forraje ensilado o nutrientes que promueven la fermentación láctica. En este grupo encontramos los nutrientes, inoculantes, enzimas y absorbentes. Cualquiera de ellos puede ser de origen químico o biológico (Martínez-Fernández *et al.*, 2014).

### **2.3.3. Bacterias ácido lácticas**

Son inoculantes microbiales que contienen bacterias seleccionadas para dominar la fermentación del silo y están los *Lactobacillus plantarum* y especies de *Pediococcus* spp., y *Enterococcus* spp. que producen ácido láctico (homofermentadores), pero existen otras especies también como el *Lactobacillus buchneri* que son heterofermentadores, es decir, producen además del ácido láctico también ácido acético y bióxido de carbono (Contreras-Gevea y Muck, 2006).

Estas bacterias o consorcio de bacterias pueden ser obtenidas de diferentes orígenes, como suero de leche, estiércol de bovino o líquido ruminal (Díaz-Monroy *et al.*, 2014). Así mismo, Villa *et al.* (2010), mencionan que el clima frío influye en el desarrollo de las bacterias ácido lácticas al inicio del proceso fermentativo ocasionando una multiplicación

más lenta que en silos elaborados en clima cálido, sin embargo, el producto final mantiene características muy similares al material fresco previo al ensilado demostrando una pérdida mínima de nutrientes a lo largo del proceso.

En el caso de ensilaje elaborado con *Megathyrus maximus* y adicionando dos tipos de bacterias ácido lácticas luego de haberlo picado a 2 cm mínimo y compactado, fue abierto a los 60 días y se encontró que, al inocular el silo con las bacterias, mejoró su calidad fermentativa, se redujo la producción de metabolitos indeseables e incrementó su consumo y digestibilidad, más aún al usar *Pediococcus acidilactici* (Lisette *et al.*, 2012).

#### **2.3.4. Melaza**

El ensilaje de plantas completas de soya inoculadas con melaza, incrementaron su proporción de materia seca y disminución de pH vinculados a la mayor cantidad de melaza utilizada en el tratamiento (Tobía *et al.*, 2003). Además, este subproducto da mayor palatabilidad al silo favoreciendo a su consumo una vez abierto.

#### **2.3.5. Absorbentes**

Se suelen usar productos que absorben hasta tres veces su peso con el fin de mejorar la fermentación y conservación del silo ya que al captar los líquidos que se convertirían en efluentes, se disminuye la pérdida de nitrógeno y azúcares que además pueden incrementar dependiendo del producto utilizado y con ello mejorar incluso la calidad final del material ensilado tomando en cuenta que no debiera ser muy costoso porque podría volver el proceso antieconómico (Martínez-Fernández, 2014).

Debe recordarse que la adición de cualquier aditivo debe tomar en consideración la repuesta en el comportamiento animal, por lo que este parámetro es importante. La importancia de la alimentación en la ganadería del Cantón El Carmen ha buscado constantemente nuevas alternativas de fuentes alimentarias y en la siguiente investigación se pretende identificar la acción de aditivos que podrían mejorar los métodos de conservación como el ensilaje sin afectar la calidad de carne y leche.

## **2.4. El pasto *Megathyrsus maximus jacq.***

El pasto saboya, también conocido como guinea, chilena o cauca, (*Megathyrsus maximus*) anteriormente clasificado como *Panicum maximum* Jacq. Es un forraje de buena calidad nutritiva y eficiente comportamiento productivo en los trópicos, que debe aprovecharse en fresco entre los 30 y 45 días de edad para evitar la disminución del valor nutritivo (Castro *et al.*, 2019).

De acuerdo con Blanquicet y Sierra (2007) el *Megathyrsus maximus* Jacq. Se clasifica botánicamente de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Embriophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledónea

Orden: Glumiflorae

Familia: Gramineae

Género: *Megathyrsus*

Especie: *Maximus*

### **2.4.1. Características botánicas**

Tiene un crecimiento recto al inicio de su desarrollo, posteriormente crece lateralmente al desplegar nuevos macollos. Los tallos son fibrosos y se engrosan con el desarrollo. Presentan hojas divididas en lámina y vaina que envuelve al tallo, unidas por un apéndice membranoso llamado lígula. Están dispuestas en dos hileras sobre el tallo, ascendentes y planas, tienen venación paralela, alcanzan de 0,30 a 0,90 m de longitud y de 10 a 30 mm de ancho y están cubiertas por vellosidades (Abad, 2012).

Se caracteriza por presentar raíces nudosas, largas y adventicias con alto contenido de fibra. El tallo es erecto con crecimiento ascendente, sus hojas son alternas, se encuentran posicionadas en dos hileras que brotan del tallo, posee una inflorescencia en forma de panícula abierta de aproximadamente 12 a 40 cm de longitud, las flores son de tamaño pequeño y presenta adherida una sola semilla a las paredes del fruto (Segura, 2007).

La inflorescencia es una panícula en forma de racimo de entre 0,20 a 0,60 m de largo, compuesta por muchas espiguillas pediceladas y flores pequeñas recubiertas por una bráctea. El fruto es una cariósipide o grano generalmente de baja germinación y calidad debido a la presencia de dormancia por lo que la germinación promedio es de un 10% (Cerdas, y Vallejos, 2012).

De acuerdo con Cerdas y Vallejos (2012) esta dormancia es el resultado de la presencia de embriones inmaduros, impermeabilidad de la cubierta, presencia de inhibidores y restricciones mecánicas que impiden el desarrollo del embrión y de la raíz. Las semillas surgen luego de 28 a 36 días después de la aparición de las inflorescencias y fácilmente se desprenden de la panícula, disminuyendo la producción de semillas por pérdida de material. Cuenta con un sistema radicular denso y fibroso en forma de rizoma rastrero que le permite soportar condiciones adversas.

Moreno (2007) menciona que el tiempo de formación es de 90 – 120 días, a los 90 días se debe realizar el primer pastoreo, con ganado joven y poco tiempo. La altura de corte es de 40 cm y de ahí retirar los animales e incorporar nitrógeno.

#### **2.4.2. Adaptabilidad**

El *Megathyrsus maximus* tiene un rango amplio de adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas, es así como Seguí *et al.* (2012) investigaron en Cuba el desarrollo de 49 clones de este pasto en condiciones de riego y de secano encontrando siete clones con buen comportamiento para secano, tres para riego y tres más para ambas condiciones de manejo recomendando finalmente que se sugiera el uso de cada clon acorde a las condiciones de manejo que van a tener finalmente.

En Brasil, el *Megathyrsus maximus* tuvo una buena adaptabilidad a condiciones de Rondônia donde la cantidad de forraje producido fue aceptable con un alto valor nutritivo y buena tolerancia a plagas y enfermedades. También se encontró una amplia variabilidad en cuanto a producción de materia seca, composición química y relación hoja tallo entre las variedades evaluadas en época de máxima precipitación en contraste con las evaluadas en época de mínima precipitación (Costa y Da Cruz Oliveira, 94).

Acorde a lo mencionado por Martínez (2021), este pasto tiene la capacidad de establecerse en suelos de mediana y alta fertilidad siempre que sean bien drenados aunque tolera encharcamientos temporales. Puede crecer desde el nivel del mar hasta 1600ms.n.m. También puede crecer bien en condiciones de sombra parcial lo que facilita su uso en sistemas silvopastoriles.

El INEC (2021) menciona al pasto saboya como el de mayor distribución a nivel nacional encontrándose tanto en la región costa, sierra, oriente e insular (Fundación Charles Darwin, 2022) lo que indica la capacidad de adaptación de dicho forraje a las diferentes condiciones edafoclimáticas del país. A pesar que es un pasto de origen africano que se ha naturalizado, su desarrollo y aceptación por parte de los rumiantes es muy buena (Martínez, 2021).

### 2.4.3. Características nutricionales

Cabrera (2008) menciona las características nutricionales del pasto “*Megathyrus maximus* Jacq.”

**Tabla 1.**

*Características químicas del pasto Megathyrus maximus Jacq.*

Bromatología	Concentración (%)
Proteína bruta	8,90%
Fibra bruta	39,60%
Cenizas	10,60%
Grasa	1,40%
Humedad	72,00%
FDN	70,30%
FDA	0,80%

Fuente: Cabrera (2008)

**Tabla 2.***Generalidades del pasto saboya expuestas por Agrosemillas Huallamayo*

<b>PANICUM TANZANIA</b>	<b>FICHA TÉCNICA</b>
Nombre Científico	<i>Panicum maximum</i> cultivar TANZANIA 1 – BRA – 007218
Nombre Vulgar	Colonial Tanzania, Saboya mejorado
Origen	Tanzania – África
Liberado	1990 / EMBRAPA - CNPGC – BRASIL
Tiempo de Vida	Pastura permanente (Perenne)
Hábito de Crecimiento	Cespitoso Matoso Erecto, Hojas anchas pendientes de 2½ cm/1,30 a 1,50 m.
Relación Tallo / Hojas	20 / 80 %. Abundante predominio de hojas sin vellos ni serosidades
Producción de Materia Verde	Hasta 133 Toneladas / Hectárea / Año EMBRAPA
Producción Heno de Hojas	26 toneladas / Hectárea / Año
Contenido de Proteína Cruda	12 a 14 %
Soportabilidad	5 cabezas adultas / Hectárea / Año
Condiciones Ideales de Suelo	Alta / Mediana fertilidad / Bien drenados / Buena textura
Tolerancia / Resistencia	Pisoteo, Quema, Sequía, Sombra / Salivazo
Palatabilidad (Aceptación)	Excelente todo el año para Equinos, Vacunos, Rumiantes menores, Cuyes
Digestibilidad (DIVMO)	Excelente en verde / Buena cuando madura (57-61 %)
Semilla	Muy pequeña: 854 semillas por gramo/ 1,17 gramos = 1.000 semillas
Densidad de Siembra	5 kg de Semilla / Hectárea. Pureza = 85.5 % - Viabilidad TZ = 79 %
Tiempo de Establecimiento	90 a 120 días post emergencia
Temperatura / Precipitación	20 a 35 Grados C. / 800 a 1.500 mm. / Año
Altitud	De 0 a 1.800 ms.n.m.
Pastoreo o Corte	Cuando alcance 90 cm. hasta que tenga 35 cm. de altura sobre el suelo
Utilización	Pastoreo Rotativo / Al Corte como Pasto Verde entero o picado / Heno / Ensilaje / Para Equinos, Vacas en lactación, Acabado de engorde
Asociación	Leucaena en Hileras cada 10 metros / Calopogonio / <i>Brachiaria brizantha</i>

Fuente: Agrosemillas Huallamayo (2006)

## **2.5. Usos**

El pasto saboya es generalmente utilizado para pastoreo, pero se utiliza también para henificar, ensilar y usarlo no solo para pastoreo sino también para corte. Puede resistir periodos de sequía considerables y se ha difundido más en zonas de poca elevación (Plantnet, Sf).

Se establece con relativa facilidad y se usa ampliamente para pastoreo, se asocia bastante bien con muchas leguminosas forrajeras y presenta una calidad de biomasa excelente con una recuperación posterior al pastoreo muy buena lo que le permite tolerar una carga animal alta y buena adaptación a un sistema rotacional de potreros (Carrillo, 2020).

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se desarrolló en el Proyecto de mejora productiva y ganadería regenerativa con rumiantes menores tropicales de 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 30 de la vía A Santo Domingo-Chone margen derecho.

#### Figura 3.

*Ubicación de la Granja Experimental Río Suma de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, ULEAM Extensión el Carmen.*



### 3.2. Caracterización agroecológica de la zona

**Tabla 3.**

*Características agrometeorológicas del área experimental*

Topografía	Regular
Altitud	250 msnm
Temperatura promedio	24,15 °C
Precipitación anual	2800 mm
Humedad	85,5 %
Heliofanía	553 horas/luz/año

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

### 3.3. Equipos y materiales

**Tabla 4.**

*Descripción de materiales y equipos implementados en la investigación*

<b>Insumos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Melaza	Tubos (PVC)	Picadora
Harina de maíz	Tapas	Balanza
Pasto ( <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.)	Etiquetas	Computador
Microorganismos lácticos (SiloBACTER®)		

### 3.4. Métodos de Análisis

El estudio se fundamentó en la comprobación del comportamiento, características y naturaleza del estudio, desarrolladas generalmente en laboratorios, en condiciones controladas, asumiendo como variable independiente los niveles de harina y dependientes la calidad bromatología del ensilaje, la materia seca y el pH (Díaz, 2006).

La calidad bromatológica se estableció por medio de análisis proximal; se tomó una muestra de 100g de cada repetición la cual se rotuló y se envió al laboratorio de AGROLAB, que se encuentra en la ciudad de Sto. Domingo para la realización de un análisis bromatológico.

### 3.5. Características de las Unidades Experimentales

Se aplicó el diseño experimental DCA. Ruiz *et al.* (2011), explican que en condiciones controladas como investigaciones de laboratorios o semi laboratorios, en terrenos donde no se tenga pendiente o algún tipo de bloqueo es correcto usar DCA, los tratamientos con sus repeticiones son ejecutados aleatoriamente.

Ruesga *et al.*, (2005) mencionan que los diseños experimentales se aplican en experimentaciones agrarias y pecuarias para ratificar las hipótesis. Por tal motivo se aplicó un diseño completamente al azar DCA.

**Tabla 5.**

*Características de las unidades experimentales*

Materia prima	<i>Megathyrus maximus</i>
Tiempo de Corte del pasto	39 días
Número de dosis de harina de maíz	3
Peso del microsilo	2 kg
Tiempo para apertura	35 días
Repeticiones por tratamiento	3
Población del ensayo	12 tubos de microsilos

### 3.6. Variables

#### 3.6.1. Variables independientes

Dosis de harina de maíz.

#### 3.6.2. Variables dependientes

Calidad bromatológica de: Fibra cruda (FC), Proteína cruda (PB), Extracto etéreo (E.E.), Extracto libre no nitrogenado (E.L.N.N.), Ceniza, Materia seca (MS) y potencial Hidrógeno (pH).

### 3.7. Tratamientos

Las unidades experimentales son cuatro tratamientos de dos kilogramos de peso total cada repetición: un testigo y tres dosis diferentes de harina de maíz (10, 15 y 20%). Los

agregados utilizados fueron melaza (6 %) en igual dosis para todos los tratamientos y microorganismos lácticos (0,6 ml asegurando una dosis entre 200 y 300 ml por tonelada) siendo el producto comercial usado el SiloBacter® con certificación de Agrocalidad siendo un producto mixto y su constitución microbiológica son los inoculantes *Pedicoccus pentosaceus* y *Lactobacillus platarum*. Como materia prima para ensilar se usó *Megathyrus maximus* jacq.

**Tabla 6.**

*Tratamientos implementados en la investigación experimental*

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis de aplicación (harina de maíz)</b>	<b>Dosis de aplicación (melaza)</b>	<b>Dosis de aplicación (Bacterias Ácido lácticas*)</b>
Testigo	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	Sin harina de maíz	6 % de melaza	0,6 ml de Silobacter®
T1	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	10 % harina de maíz	6 % de melaza	0,6 ml de Silobacter®
T2	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	15 % harina de maíz	6 % de melaza	0,6 ml de Silobacter®
T3	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	20 % harina de maíz	6 % de melaza	0,6 ml de Silobacter®

\* Dosis aplicada por cada microsilo de 2 Kg cada uno equivalentes a 200 a 300 ml/Ton.

### **3.8. Análisis Estadístico**

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.

### 3.9. Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)

**Tabla 7.**

*Representación de las fuentes de variación en grados de libertad de los Tratamientos*

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	11
Tratamiento	3
Error	8

#### 3.10. Manejo del experimento

##### 3.10.1. Área de potrero

Se trabajó con un área de 330 m<sup>2</sup> aproximadamente de pasto *Megathyrus maximus* ya establecido y usado para pastoreo.

##### 3.10.2. Muestreo de suelo

Se tomó 9 submuestras de suelo de manera aleatoria en toda el área asignada posterior al corte de igualación del pasto. Se completó 1 kg de peso con todas las submuestras para luego homogeneizarlas y enviarlas al laboratorio para realizar el respectivo análisis de nutrientes presentes. Este parámetro se usó posteriormente para definir la fertilización a realizar y su fragmentación.

##### 3.10.3. Manejo del pastizal

Una vez definidos los requerimientos del pastizal y con los resultados del análisis de suelo, se tomó la decisión de dividir en tres dosificaciones el total de fertilizante a aplicar para mejorar la asimilación de los nutrientes.

Se realizó un corte de igualación a 15 cm del suelo aproximadamente y posterior a ello se hizo la aplicación de fertilizante soluble en agua en forma de drench a todo el pastizal. Las tres fertilizaciones se realizaron a los 7, 14 y 21 días luego de realizar el corte de igualación.

Se monitoreó constantemente el desarrollo del pasto esperando que llegue a su etapa previa a floración para realizar el corte de aprovechamiento y el respectivo picado y llenado de los microsilos lo cual se dio a los 39 días posterior al corte de igualación realizado. Este tiempo se debió probablemente a que era época seca y no se aplicó riego

al pastizal.

#### **3.10.4. Elaboración y manejo de microsilos**

Los recipientes para realizar los microsilos fueron tubos de PVC de 4 pulgadas. Se selló de manera hermética con silicón uno de los extremos y se selló externamente con cinta de embalaje.

Luego de cosechado y picado el pasto a un corte mínimo de 2 cm, se procedió a realizar la mezcla con melaza, bacterias ácido lácticas y harina de maíz acorde a cada uno de los tratamientos a realizar para luego llenar cada tubo con 2 kg de dicho forraje para luego sellar el otro extremo del mismo de manera similar al primero. Se identificó cada microsilo con su respectivo código y se los almacenó durante 35 días en un lugar fresco y seco.

Posterior a los 35 días de elaborado los microsilos, se procedió a la apertura de cada una de las repeticiones y la toma de una muestra de 100 gramos de cada una de ellas para guardarla en una bolsa ziplock, identificarla y enviarla al laboratorio para realizar el análisis correspondiente, tanto proximal para las características bromatológicas como de pH y materia seca.

#### **3.10.5. Valoración económica**

El estudio de la valoración técnico-económica se ejecutó sobre la base de la producción obtenida por funda de silo de 100 libras de peso, donde se evaluó el siguiente indicador:

- $B / C = B / CP$

B / C – Relación beneficio/costo en dólares.

B - Beneficio neto en dólares.

CP - Costo de producción de ensilaje.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados del efecto en la calidad nutritiva de microsilos de *Megathyrsus maximus* Jacq; con la adición de melaza, bacterias ácido lácticas y harina de maíz con diferentes niveles de aplicación. Además, en la tabla 6 se puede observar el valor p de la composición de nutrientes en base seca, donde se puede corroborar que sí existe diferencia al aplicar diferentes niveles de harina de maíz rechazando de esta forma la hipótesis nula.

**Tabla 8.**

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

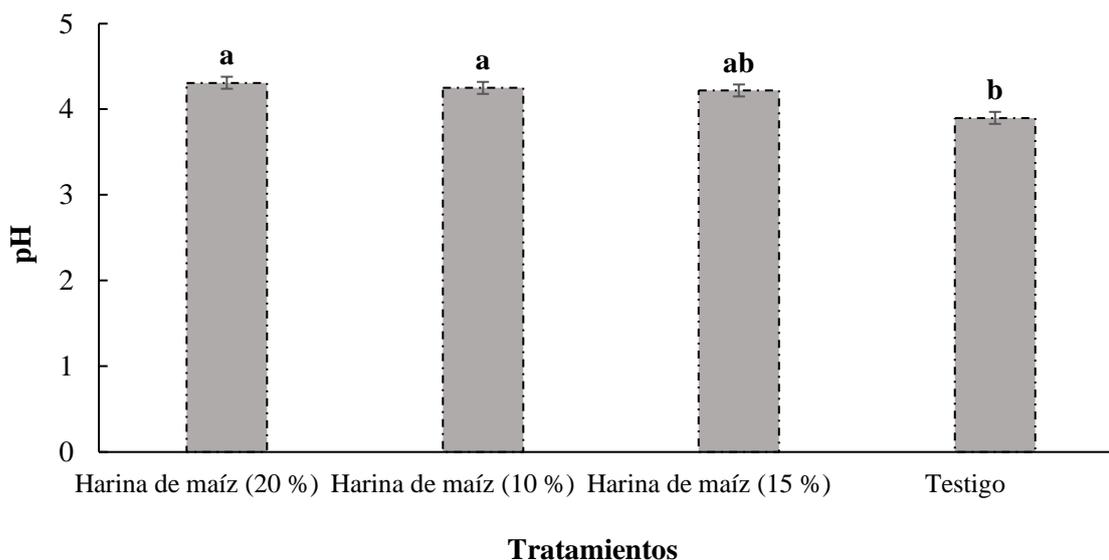
Nutrientes	Base Seca	
	Media	p-valor
Proteína	11,99 ± 0,11	<0,0001
Fibra	37,53 ± 0,58	<0,0001
Extracto etéreo	8,62 ± 0,19	0,0004
Ceniza	12,78 ± 0,33	0,0362
Extracto libre de nitrógeno	39,37 ± 0,87	0,0034
Humedad	80,27 ± 0,74	0,1431
pH	4,31 ± 0,07	0,0131
Materia Seca	27,36 ± 0,74	0,0003

#### 4.1. Potencial Hidrógeno (pH)

El pH del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq. demostró diferencias significativas ( $p < 0,0131$ ) por efecto de los diferentes niveles de harina de maíz. Los tratamientos donde se aplicaron las dosis de 20 %; 10 % y 15 % reflejaron los porcentajes más altos con 4,31% ± 0,07%; 4,25% ± 0,07% y 4,25% ± 0,07% respectivamente. Se observó un comportamiento diferente en el tratamiento testigo ya que mostró los contenidos más bajos de pH (10,32% ± 0,07%) (Figura 4).

**Figura 4.**

*Medias de pH ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrus maximus* Jacq.*



**Tratamientos**  
*Leyenda:* Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,0131$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0,07%)

Resultados similares fueron obtenidos por Munguía y Pantaleón (2016) donde a mayor inclusión de maíz molido en el ensilaje de pasto *Megathyrus* más se incrementaba el potencial hidrógeno reportando un pH de 4,03 con el 20 % de maíz molido.

Castillo *et al.* (2009) mencionan que un ensilaje de buena calidad tiene que estar debajo de pH 4 para que mantenga su buena fermentación e inhibición de microorganismos patógenos. Sin embargo, no se observó microorganismos patógenos en los microsilos a los 35 días de fermentación.

Tercero y Solano (2015) mostraron resultados semejantes a los obtenidos en la presente investigación con el ensilaje de pasto Mulato y la adición de maíz molido, cuando se le dio un tratamiento de oreado al pasto antes de ensilar, reflejó el pH más alto (4,55) con la aplicación más baja de maíz molido y cuando el pasto se encontraba fresco para ensilar el pH más alto (4,10) se obtuvo cuando se aplicó la dosis más baja de maíz molido. Sin embargo, en la presente investigación se obtuvo la media más alta cuando se aplicó la dosis más alta de harina de maíz.

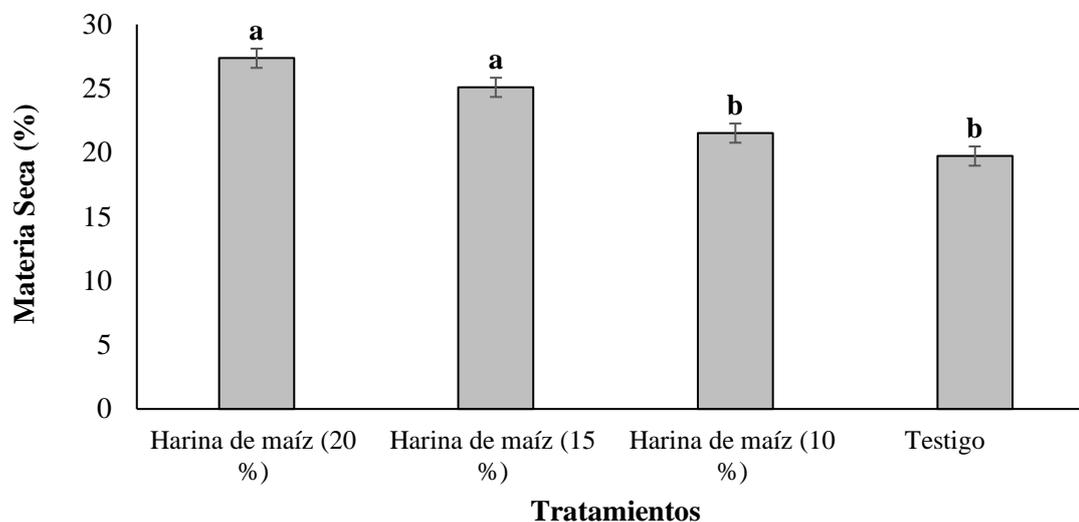
#### **4.2. Materia Seca**

La MS del ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. demostró diferencias significativas ( $p < 0,0003$ ) por efecto de los diferentes niveles de harina de maíz. Los tratamientos donde se

aplicaron las dosis de 20 % y 15 % reflejaron los porcentajes más altos 27,36 %  $\pm$  0,74% y 25,09 %  $\pm$  0,74% respectivamente. Se observó un comportamiento diferente en el nivel de 10 % y tratamiento testigo ya que mostraron los contenidos más bajos de materia seca 21,52%  $\pm$  0,74% y 19,73%  $\pm$  0,74% (Figura 5).

**Figura 5.**

*Medias (%) de MS ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrus maximus* Jacq.*



**Leyenda:** Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,05$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0,74%)

El mínimo de MS que se debe encontrar en los diferentes silos es del 25%. Cuando despunta este porcentaje se comprime considerablemente los niveles de afluentes (Martínez *et al.* 2014). Cuando los ensilajes obtienen un 20% de materia seca con un pH de 4, se da la proliferación de bacterias del género *Clostridium*, esto explicaría la ausencia de microorganismos patógenos en los microsilos a los 35 días de fermentación ya que el ensilaje tenía un olor fermentable, textura suelta no pegajosa y un color amarillo verdoso.

Dichos autores enfatizan que, la materia seca óptima de un ensilaje de calidad está entre 28 a 35 %. Siendo la dosis de 20 % la que reportara la media más alta. Nuevamente se puede aceptar la hipótesis alterna ya que sí influye la harina de maíz en la calidad del ensilaje y su preservación.

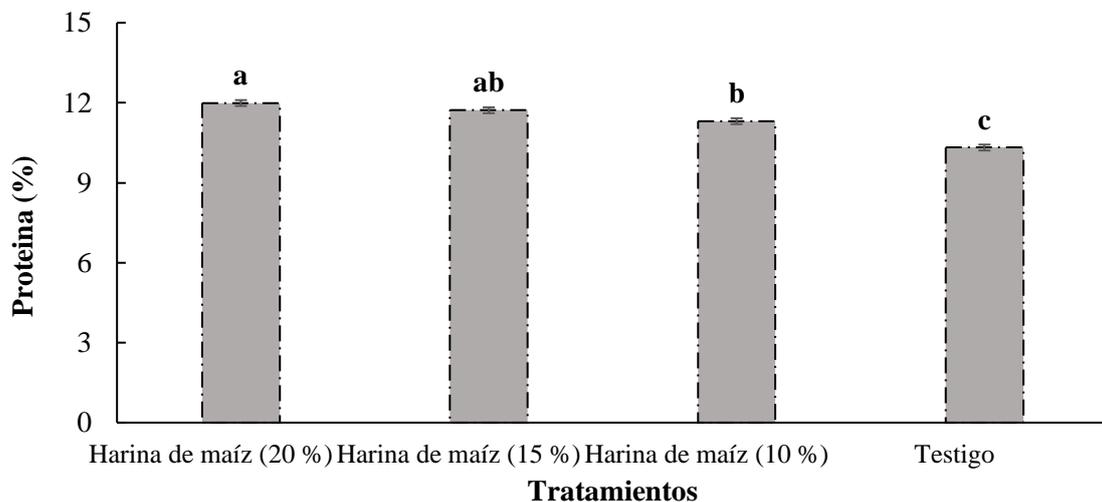
### 4.3. Proteína (PC)

La proteína del ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. tuvo diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) debido a las diferentes cantidades de adición de harina de maíz. Los tratamientos

donde se aplicaron las dosis de 20 % y 15 % reflejaron los porcentajes más altos respectivamente  $11,99\% \pm 0,11\%$  y  $11,72\% \pm 0,11\%$ . Se observó un comportamiento diferente en el tratamiento testigo, ya que mostró los contenidos más bajos de PC ( $10,32\% \pm 0,11\%$ ) (Figura 6).

**Figura 6.**

*Medias (%) de proteína ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrus maximus* Jacq.*



**Leyenda:** Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,05$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0,11%).

Munguía y Pantaleón (2016) quienes incluyeron melaza en su ensilaje de pasto Guinea (*Megathyrus maximus*), además Biostabil® como inoculante y maíz molido en diferentes proporciones (10, 15 y 20%). Manifestaron resultados semejantes a los obtenidos cuando se usa el porcentaje más alto (20 %) de maíz molido se obtiene 8,40 % de PC.

Tercero y Solano (2015) evaluaron el ensilaje de pasto Mulato II, donde manejaron los tratamientos con 20% de MS es decir con pasto recién cortado y con pasto oreado durante dos horas para alcanzar la materia seca en un rango 30-35%, más la adición de melaza y maíz molido (9, 12 y 15%). Cuando el pasto se encontraba oreado manifestaba una PC de 14,49 % y cuando el pasto estaba fresco 12,61 %, ambos tratamientos obtenían los resultados más altos cuando se usó la dosis más baja de maíz molido.

Los resultados en fresco son semejantes a los encontrados en la presente investigación, sin embargo, se los obtiene cuando se usó la dosis más alta de harina de maíz. Dichos autores

manifiestan que el contenido de proteína en el maíz molido es bajo y en su defecto el pasto Mulato contiene gran porcentaje proteico que se diluye en los aditivos melaza y Bacterias ácido lácticas. La calidad nutricional es buena del pasto *Megathyrsus maximus* Jacq. y su contenido de proteína de puede variar entre el 8 y el 22% según la exportación de nutrientes del suelo, niveles de fertilización, condiciones climáticas entre otros (CATIE *et al.*, sf).

Se analizaron los contenidos de proteína de los cultivares de Mombasa y Tanzania, según los tiempos de corte dando como resultado PC 12% a los 21 días, el 10% de PC a los 42 días y de 9% proteína cruda a los 63 días. Lo que demostraría que es importante la adición de harina para incrementar los porcentajes de proteína cruda en el ensilaje mejorando su calidad bromatológica (Coauro *et al.*, 2004). Si se compara la edad de corte del pasto utilizado en el presente estudio, se observa contenidos similares a los 31 días de corte. Lo que corrobora que el tiempo de corte también es fundamental para obtener una calidad bromatológica bueno en los ensilajes.

#### **4.4. Extracto libre no nitrogenado**

El contenido de E.L.N.N. del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq. tuvo diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) entre sus tratamientos. Los niveles de harina de maíz si influyen en los contenidos de dicha variable. Los tratamientos donde se aplicó harina de maíz reflejaron las mayores concentraciones reportando la media más alta en el tratamiento con el 20%;  $39,37 \% \pm 0,87 \%$ . Los contenidos más bajos se encontraron en el testigo ( $32,79\% \pm 0,87\%$ ) (Figura 7).

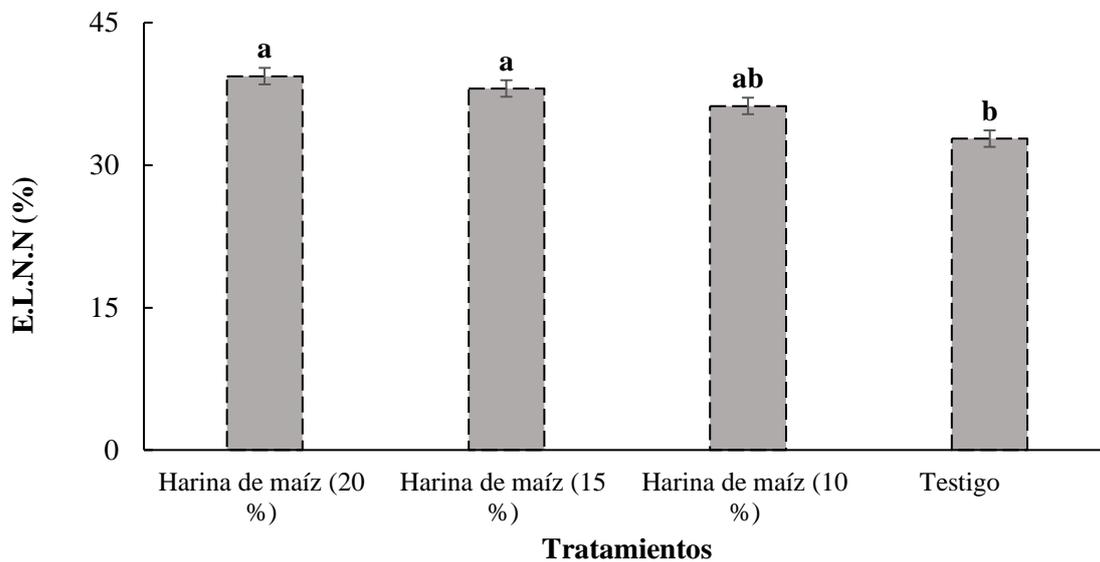
Resultados semejantes se encontraron en investigaciones realizadas en la provincia de Manabí cantón el Carmen, donde se estudió el pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza en tres edades de corte (20, 25 y 30 días) y los resultados de E.L.N.N. a los 30 días de corte fue de 41,01 % (Macías *et al.*, 2004).

Cevallos (2022) enfatiza que el estudio de E.L.N.N. depende de otros nutrientes no analizados como carbohidratos digeribles, vitaminas y otros compuestos solubles que no tienen en su conformación nitrógeno. En los resultados que reporta dicho autor si se ve afectado su concentración cuando se combina la *Gliricidia* con el raquis de plátano, siendo dicho tratamiento el que presenta mayor contenido de E.L.N.N. a los 30 días de fermentación, los resultados a los seis meses de preservación de dicha variable disminuyen. Por lo tanto, cualquiera que sea la materia prima que se ensile se debe considerar que durante su proceso fermentativo está sujeto a sufrir disminuciones de E.L.N.N.

Castañeda *et al.* (1999) manifiestan que por lo menos un pequeño porcentaje del 6 a 12% de los carbohidratos solubles son utilizados para la propia fermentación del ensilaje. Por lo tanto, la inclusión de harina de maíz en los ensilajes es importante ya que si no se incluye tendría una diferencia de 6,58 % menos de extracto libre no nitrogenado.

**Figura 7.**

*Medias (%) de E.L.N.N. ( $p < 0,005$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrsus maximus* Jacq.*



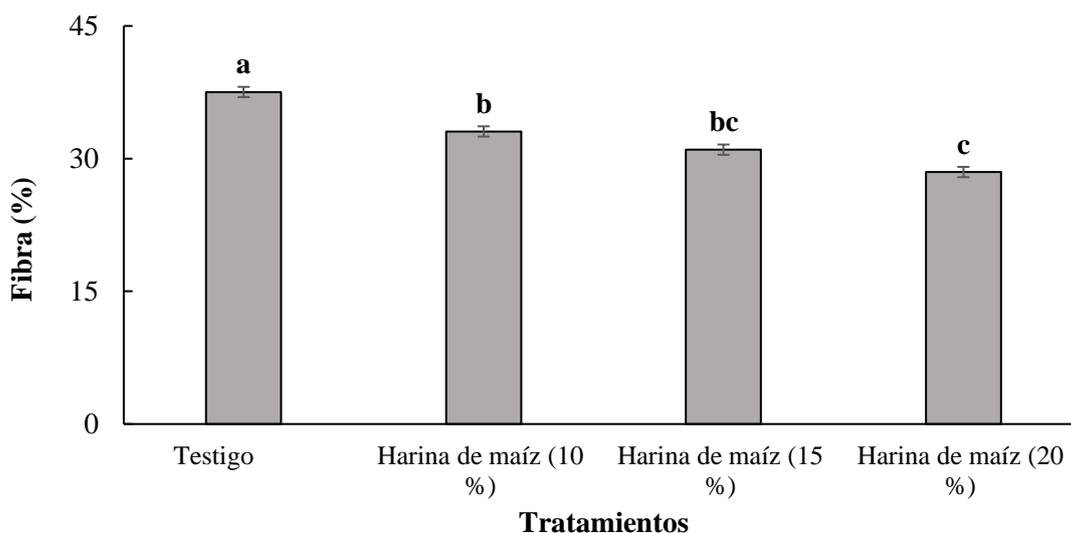
**Leyenda:** Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,05$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0, 87%).

**4.5. Fibra Cruda**

El contenido de FC del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq. tuvo diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) entre sus tratamientos por lo tanto la inclusión de harina de maíz con diferentes niveles si influyen en los contenidos de Fibra cruda. El tratamiento donde no se aplicó harina de maíz mostró la concentración más alta (37,53 %  $\pm$  0,58 %). Los contenidos más bajos se encontraron en la dosis más alta de harina de maíz 20 % (28,48%  $\pm$  0,58%) (Figura 8).

**Figura 8.**

Medias (%) de FC. ( $p < 0,0001$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrsus maximus* Jacq.



**Leyenda:** Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,05$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0, 58%).

Munguía y Pantaleón (2016) también obtuvieron el contenido más elevado cuando se usó el 10 % de maíz molido en el ensilaje de pasto Guinea reportando el contenido de 23,04 % de fibra cruda y cuando se suministró el mayor contenido de maíz molido se obtuvo la concentración más baja 18,4 %. Comportamiento similar se observó en la presente investigación ya que el contenido de fibra cruda se observa más bajo cuando se suministró el nivel más alto de harina de maíz.

González (2013) realizó estudios en el pasto *Panicum maximum* Jacq. usando melaza y urea para mejorar las características bromatológicas de dicho pasto, dando como resultados 34 % de Fibra cruda a los 35 días de fermentación del ensilaje. Por lo tanto, la inclusión de harina de maíz es fundamental para bajar el contenido de fibra de los ensilajes si se considera que un animal que consuma un alimento con alto contenido de FC está sujeto a cambios productivos donde se puede reducir la ganancia diaria de peso y por ende la producción de leche también.

Derichs *et al.* (2021) investigaron los intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.) sobre el rendimiento de materia seca y composición química del ensilaje de dicho pasto dando una concentración de 33,28 % de PC a los 34 días de corte del pasto. Resultados similares se obtuvieron en la presente investigación ya que el pasto se cortó a los 39 días para ensilarlo.

#### 4.6. Ceniza

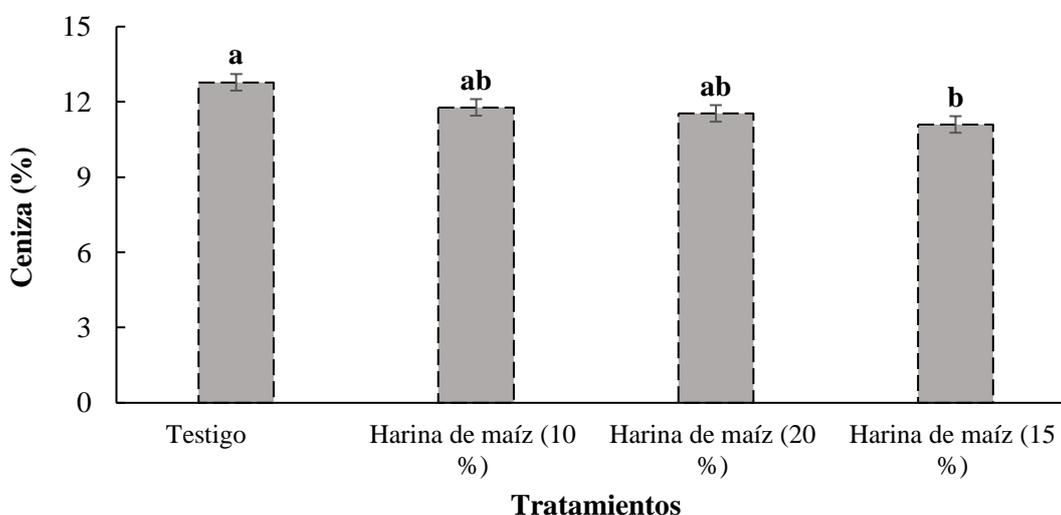
El contenido de ceniza del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq. tuvo diferencias significativas ( $p < 0,0362$ ) entre sus tratamientos reflejando que la adición de harina de maíz con diferentes niveles si influyen en la concentración de ceniza. El tratamiento testigo obtuvo la concentración superior entre las medias de los demás tratamientos ( $12,78, \% \pm 0,33 \%$ ). Los contenidos más bajos se encontraron en la dosis 15 % de harina de maíz reportando una media de  $11,1\% \pm 0,33\%$  (Figura 9).

Derichs *et al.* (2021) manifiestan que el ensilaje de Saboya (*Panicum maximum* Jacq.) contiene una concentración de 33,28 % de ceniza a los 34 días de corte del pasto. Resultados similares se obtuvieron en el presente estudio a los 39 días de corte.

Gonzales (2013) enfatiza que la concentración de cenizas a los 35 días de fermentación del ensilaje de pasto Guinea reportó 16,13 %. También aclara que valores bajos del contenido de cenizas en el ensilaje aumentan el consumo alimenticio por parte de los animales, por lo tanto, lo reflejado en el presente estudio establece que al incorporar mayor porcentaje de harina de maíz se estaría bajando el contenido de ceniza.

**Figura 9.**

*Medias (%) de ceniza ( $p < 0,0362$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrsus maximus* Jacq.*



**Leyenda:** Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,05$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0,33%).

#### 4.7. Extracto etéreo

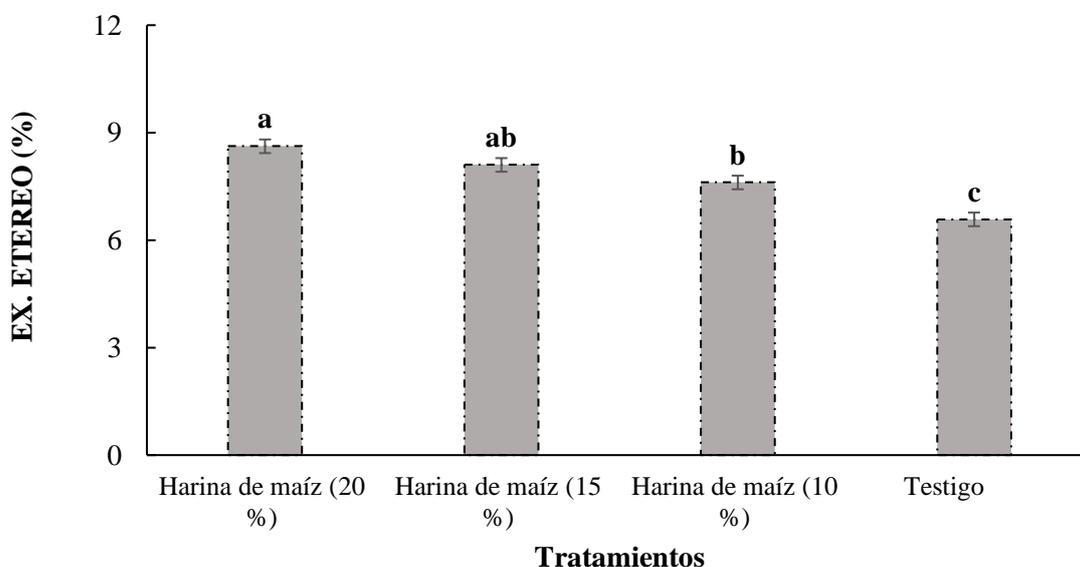
El porcentaje de E.E. del ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. tuvo diferencias significativas ( $p < 0,0004$ ) entre sus tratamientos justificando que la adición de harina de maíz con diferentes niveles si influyen en los porcentajes de extracto etéreo. El tratamiento con la inclusión de harina de 20 % expresó el porcentaje más elevado entre las medias de los demás tratamientos ( $8,62 \% \pm 0,19 \%$ ). Los contenidos más bajos se encontraron en el tratamiento testigo obteniendo una media de  $6,58\% \pm 0,19\%$  (Figura 10).

Munguía y Pantaleón (2016) reportaron resultados inferiores en su investigación en cuanto al contenido de extracto etéreo de ensilaje de Pasto estrella con el 20 % de maíz molido siendo 2,4 % de E.E. y con los mismos porcentajes de inclusión de maíz molido en el ensilaje de Guinea (2,6 %) de extracto etéreo. Al aplicar harina de maíz se incrementa el contenido de E.E. bajo las condiciones del Carmen, Manabí, reflejando porcentajes de dicha variable más altos con referencia a los encontrados por dichos autores.

Gonzales (2013) encontró que a los 21 días de ensilar el Pasto Guinea su contenido E.E. es de 8,22 % y a los 35 de fermentación de dicho pasto encontró 2,22 % de extracto etéreo demostrando que harina de maíz ayuda a aumentar el contenido de grasa.

**Figura 10.**

*Medias (%) de Extracto etéreo ( $p < 0,0004$ ) de la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas para la elaboración ensilaje con *Megathyrus maximus* Jacq.*



**Leyenda:** Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ( $\alpha = 0,05$ ) con la prueba de Tukey. Las barras indican el error estándar (0,19%).

#### 4.8. Análisis Beneficio/Costo

Se estableció que el costo de producción determinado para fundas de 100 lb de ensilaje de pasto *Megathyrus maximus* Jacq. con adición de harina de maíz está entre \$ 4,56 y \$ 6,66 siendo este costo similar a lo demostrado por Tarira (2016) que para elaborar una funda de ensilaje de 100 lb hecho a base de maíz y suero de leche reflejó un costo de producción de \$5,87.

Normalmente el precio comercial de una funda de ensilaje varía entre los \$3 y \$5 de manera general en Ecuador, siendo el más costoso, el silo de maíz; se puede promediar y calcular el beneficio/costo de realizar ensilaje con pasto *Megathyrus maximus* Jacq. Indicando que dicha actividad sea rentable como se indica a continuación en la tabla 9.

**Tabla 9.**

*Cálculo Beneficio/Costo de elaborar fundas de silo de Megathyrus maximus Jacq.*

Suministros utilizados en la elaboración de ensilaje	Tratamientos			
	T1	T 2	T 3	Testigo
<b>Egresos por funda de 100 lb (\$)</b>				
Melaza	0,48	0,48	0,48	0,48
Harina de maíz	2,10	3,15	4,20	0,00
Pasto	0,00	0,00	0,00	0,00
Microorganismos lácticos (SiloBACTER®)	0,23	0,23	0,23	0,23
Fundas tipo bolsa para silos (100 lb) por \$ 0,55 cada unidad.	0,55	0,55	0,55	0,55
Picadora alquiler	0,60	0,60	0,60	0,60
Mano de obra	0,60	0,60	0,60	0,60
<b>Total egresos</b>	<b>4,56</b>	<b>5,61</b>	<b>6,66</b>	<b>2,46</b>
<b>Ingresos</b>				
Venta de silos a \$ 5,00 por cada funda de 100 lb.	5,00	5,00	5,00	5,00
<b>Total de ingresos</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>
<b>Total de beneficio / costo</b>	<b>1,10</b>	<b>0,89</b>	<b>0,75</b>	<b>2,04</b>

El tratamiento T1 va a tener un margen de utilidad al utilizar harina de maíz para la elaboración de ensilajes, a esto se debe sumar la posibilidad de hacerlo de manera comercial lo cual reduciría los costos. El testigo, que no usó harina de maíz, pasa a ser el tratamiento más rentable mientras que los tratamientos 2 y 3 no tendrían margen de utilidad claramente marcado por el costo de la adición de harina de maíz.

Siendo el tratamiento testigo el que dejó el mayor margen de ganancia con \$ 1,04 centavos de utilidad por dólar invertido. El tratamiento T1 donde se adiciona el 10 % de harina de maíz es el único que deja un margen de ganancia sin embargo los tratamientos T2 y T3 no presentan ninguna utilidad.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Las características bromatológicas del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq., Proteína Cruda (11,99 y 11,72%), Fibra (31,01 y 28,48%), Materia Seca (27,36 y 25,09%), Extracto Etéreo (8,62 y 8,11%), Extracto libre no nitrogenado (39,97 a 39,23%), Ceniza (12,78 a 11,54%) y potencial de Hidrógeno (4,22 a 4,31) cumplen con lo establecido para alimentar a los rumiantes ya que es un forraje de excelente calidad.
- La inclusión de harina de maíz y el uso de bacterias ácido lácticas tiene efecto positivo en la calidad del ensilaje. La mayoría de los tratamientos alcanzaron un apropiado nivel de pH lo cual demuestra un excelente proceso fermentativo además de buenas características bromatológicas.
- Las concentraciones de harina de maíz al 20% y 15% son más eficientes ya que arrojaron los mejores resultados en la mayoría de los parámetros analizados bromatológicamente.
- Los costos de producción de una bolsa de 100 lb de ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq. está en \$ 4,56 para el T1, \$ 5,61 para el T2, \$ 6,66 para el T3 y \$ 2,46 para el testigo.

## CAPÍTULO VI

### RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de harina de maíz al 10% en la elaboración de ensilajes de *Megathyrus maximus* Jacq. tomando en cuenta los niveles de inclusión de esta para que dicho proceso no se vuelva antieconómico.
- Hacer más investigación usando dosificaciones de harina de maíz y otros productos que la puedan suplir, pero a la vez reducir los costos de producción sin afectar la calidad del silo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, B. (2012). *Efecto del periodo de almacenamiento en la germinación de la semilla de Panicum maximum cv. Mombaza*. [Tesis de grado, Universidad de Papaloapan] Repositorio institucional - Universidad de Papaloapan.
- Astudillo Martínez, H. R. (2014). *Determinación de la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el Panicum maximum (PASTO GUINEA)*. [Tesis grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Repositorio insitucional - ESPOCH.
- Astudillo, H. (2014). “DETERMINACIÓN DE LA EDAD Y LA HORA DE CORTE SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN EL *Panicum maximum* (PASTO GUINEA)”. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Repositorio insitucional - ESPOCH.
- Bhat, M., y Hazlewood, G. (2001). *Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases*. U.K.
- Blanquicet, y Sierra. (2007). *Caracterización de hongos formadores de micorrizas y visiculo arbusculares nativas, asociadas con el pasto Guinea mombasa, bajo diferentes fuentes de abonamientos*. [Tesis de grado].
- Cabrera, C. (2008). *Evaluación de Tres Sistemas de Alimentación (Balanceado y Pastos), con Ovinos Tropicales Cruzados (Dorper x Pelibuey) para la Fase de Crecimiento y Acabado en el Cantón Balzar*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral] Repositorio insitucional - ESPOL.
- Callejo Ramos, A. (2018). Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado. *Revista Frisiona Española*(223), 70-78.

- Caraballo, A., Bentancourt, M., y Florio, J. (2017). Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq.). *Ciencia*, 35-46.
- Carrillo A., O. (2020). *Pasto Mombaza*. [http://ofinase.go.cr/wp-content/uploads/2017/09/doctecnica\\_mombaza.pdf](http://ofinase.go.cr/wp-content/uploads/2017/09/doctecnica_mombaza.pdf)
- Castañeda, A., Poveda, C., y Cárdenas, P. (1999). *Caracterización nutricional y digestibilidad de ensilajes de vísceras de pescado enriquecidas con fuentes proteicas y energéticas para la alimentación en cerdos*. [Tesis de grado, Universidad del Tolima]. Repositorio institucional - Universidad del Tolima.
- Castillo, M., Rojas-Bourrillón, A., y WingChing-Jones, R. (2009). *Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (Vigna radiata)*. Nota técnica, Universidad de Costa Rica.
- Castro, G., Rodríguez, N., Goncalves, L., y Mauricio, R. (2019). *Características productivas, agronómicas e nutriciones do capim-tanzania en cinco diferentes edades de corte*. [Tesis de grado].
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (SF). *CIPAV (Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria), NITLAPAN (Instituto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Centroamericana), ABC (American Bird Conservancy)*. Sf. Guinea Tanzania y Guinea Mombaza Megat.
- Cerdas, R., y Vallejos, E. (2012). Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, XIII(26), 6-22.
- Cevallos López, V. C. (2022). *Uso de agregados en el aprovechamiento de raquis de plátano (Musa paradisiaca) para la elaboración de ensilajes a diferentes tiempos de preservación*. [Tesis de maestría no publicada, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].

- Chávez, E. (2000). *Efecto de la inclusión de 5 niveles de gallinaza sobre la elaboración de ensilajes de maíz (Zea mays)*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional - Biblioteca USAC.
- Coauro, M., González, B., Araujo-Febres, O., y Vergara, J. (2004). Composición química y digestibilidad in vitro de tres cultivares de guinea (*Megathyrsus maximus jacq.*) a tres edades de corte en bosque seco tropical. *Pastos y forrajes*, 112.
- Contexto Ganadero. (2015). Mombasa, guinea que toma fuerza en fincas de trópico medio y bajo. <https://www.contextoganadero.com/>
- Contexto Ganadero. (2021). *Ideas de tipos de silos que los ganaderos pueden aplicar en su finca*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/ideas-de-tipos-de-silos-que-los-ganaderos-pueden-aplicar-en-su-finca>
- Contreras-Gevea, F., y Muck, R. (2006). Inoculantes Microbiales para ensilaje. Focus on Forage, 8(4), 4.
- Costa, N.D., y Da Cruz Oliveira, J. (1994). Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondonia, Brasil. *Pasturas Tropicales*, 16(2), 44-47.
- Derichs, K., Mosquera, J., Ron-Garrido, L. J., Puga-Torres, B., y De la Cueva, F. (2021). Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum máximo* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje. *Siembra*, 8(2), e2506.
- Díaz, V. P. (2006). *Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud*. Chile: RIL Editores.
- Díaz-Monroy, B. L., Iglesias, A. E., y Valiño-Cabrera, E. (2014). Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes bacterianos nativos para ensilajes. *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 17-25.
- FAO. (2001). Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos. Obtenido de <http://www.fao.org/3/content/5645cc42-5f28-579c-a4fc-4fb17e92014c/x8486s0b.htm#TopOfPage>

- FAO. (2022). *Producción pecuaria en América Latina y el Caribe*. Recuperado el Agosto de 2022, de FAO: <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>
- Fernandez, M. (2017). CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE SILOS. *Vol.13 No.3, julio-septiembre 2017. ISSN: 2074-0735. RNPS: 2090.*
- Fernandez-Paredes, M. E., Zambrano-Sarabia, S. J., Zumba-Montes, L. C., y López-Castillos, G. (2017). Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos. *ROCA, 13(3), 257-265.*
- Ferrari, C. C., y Alarcón, A. (S/F). *Ensilaje*. Guía, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_ensilaje.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ensilaje.pdf)
- Ferreira, A. (2004). Valor nutritivo de pasto elefante con distintos subproductos agroindustriales. *Brasileira zootécnica, 33.*
- Fundación Charles Darwin. (2022). *Lista de Especies de Galápagos*. Fundación Charles Darwin: <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=962>
- Garcés Molina, A. M., Berrio Roa, L., Ruíz Alzate, S., Serna DLeón, J. G., y Builes Arango, A. F. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación, 1(1), 66-71.*
- González, L. (2013). *Evaluación de la composición nutricional de microsilos de king grass "Pennisetum purpureum" y pasto saboya "Panicum maximum jacq" en dos estados de madurez con 25% de contenido ruminal de bovinos faenados en el camal municipal del cantón Quevedo*. [Tesis de grado, Universidad Técnica De Cotopaxi] Repositorio institucional - Universidad Técnica de Cotopaxi.
- IICA. (2020). *El sector ganadero puede y debe adaptar sus prácticas al cambio climático*. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/el-sector-ganadero-puede-y-debe-adaptar-sus-practicas-al-cambio-climatico>
- Imbaquingo, D. (2015). *Método Estadístico*.

- INAMHI. (2017). *Anuario metereológico*. 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).
- INEC. (2021). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020:  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf)
- INEC. (2022). *Ecuador en cifras*. INEC, ESPAC:  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC\\_2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf)
- Infoagrónomo. (2018). *Tipos de Ensilaje*. Info Agrónomo: <https://infoagronomo.net/tipos-de-ensilaje-pdf/>
- Jank, L. (1995). Melhoramento e seleção de variedades de Panicum maximum. *Simpósio sobre Manejo da Pastagem*. Sao Paulo: Peixoto, A.M.; De Moura, J.C.; De Faria.
- León, M. (2002). *Manual de aplicación de los diseños experimentales básicos en el paquete nacss*. Universidad Veracruzana.  
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47703/LeonSalazarMercedes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lisette, L., Esperance, M., Ojeda, F., Cáceres, O., y Santana, H. (2012). Fermentación de ensilajes tropicales con la utilización de bacterias ácido lácticas aisladas en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 15(1).
- Llatas, L. (2018). *Cualidades y composición química de silaje de avena forrajera (avena sativa) con urea y melaza*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional - Universidad Nacional Pedro Ruis Gallo.
- Macías Loor, D., Vargas Zambrano, P., Solórzano Vera, M., Mendoza Rivadeneira, F., e Intriago Flor, F. (2019). Evaluación agroproductiva del pasto *Megathyrus maximus*

- CV. mombaza en el cantón El Carmen, Manabí-Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*, 10(2), 78-84.
- Manfredo, L. (2011). *Diseño de Experimentos al Completo Azar*. <http://reyesestadistica.blogspot.com/>
- Martinez Vilorio, F. (2021). *Ficha Técnica Pasto guinea (Panicum máximum cv. Guinea común)*. Info Pastos y Forrajes: <http://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo/pasto-guinea-2/>
- Martínez-Fernández, A. A. (2014). *Manejo de forrajes para ensilar*. (SERIDA, Ed.) Asturias, España.
- Moran, C. (2019). *Comparación de dos intervalos de Cortes del pasto Saboya (Panicum máximum Jacq.), en su rendimiento de biomasa y valor nutritivo*. [Tesis de grado, Universidad técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional - UTB.
- Moreno, F. (2007). *Buenas prácticas veterinarias agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/.../ElSalvador.pdf>
- Munguía, R., y Pantaleón, G. (2016). *Evaluación de calidad de ensilajes de pasto Estrella (Cynodon nlemfluensis) y pasto Guinea (Megathyrsus maximus) con adición de harina de maíz, melaza y Biostabil® como inóculo*. [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio institucional - Biblioteca Wilson Popenoe.
- Myers, M. L. (2012). Vacuno, ovino y caprino. En M. L. Myers, & I. N. (INSHT) (Ed.), *Capítulo 70 Ganadería y Cría de Animales* (pág. 44). <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%3%ADtulo+70.+Ganader%3%ADa+y+cr%3%ADa+de+animales>
- Plantnet. (Sf). *Riceweeds es - Poaceae - Panicum maximum Jacq.* Pl@ntnet: [http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds\\_es/collection/collection/information/details/PANMA](http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds_es/collection/collection/information/details/PANMA)

- Ruesga, I., Peña, E., Exposito, I., y Gardon, D. (2005). *Libro de experimentación agrícola*. La Habana, El Bedado, Cuba: Editorial Universitaria.
- Ruiz, J. R., Pérez, C., y Hernández, G. (2011). *Precisión del software que calcula la eficiencia relativa de los diseños experimentales*. <https://atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/2.-ADMINISTRACI%C3%93N.pdf>
- Seguí, E., Tomeu, A., y Machado, H. (2012). Efecto de los factores ambientales en la variabilidad presente en una población de *Panicum maximum* Jacq. y su influencia en la selección. *Pastos y forrajes*, 11(3).
- Sellan, J. (2016). *Evaluación de la producción forrajera y análisis bromatológico de dos variedades mejorados de Panicum maximum sometidas a varios intervalos de corte en la época seca*. [Tesis de grado, Universidad técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional - UTB.
- Tercero, L., y Solano, J. (2015). *Evaluación de calidad de ensilajes de pasto Mulato II (Brachiaria híbrido CIAT 36087) con adición de harina de maíz, melaza y Biostabil® como inóculo*. [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. Repositorio institucional - Biblioteca Wilson Popenoe.
- Tobía, C., Uribe, L., Villalobos, E., Soto, H., y Ferris, I. (2003). Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilajes de soya. *Agronomía Costarricense*, 27(2), 21-27.
- Triana, E. (2014). Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cáscara de naranja y plátano de rechazo) para alimentación de ganado bovino. *Alimentos hoy*, (pág. 13). <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/254/238>
- Valencia Castillo, A. H. (2011). El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? *La Ciencia y el Hombre*, XXIV(2).
- Valencia Ramírez, A. F. (2016). *Los ensilajes: una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano*. [Tesis de grado,

Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias]. Repositorio institucional - Universidad de La Salle.

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*, 23(1), 65-77.

Villalobos Villalobos, L. A., y Campos Granados, C. (2018). *Ensilaje*. Guía, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/76331>

Woolf Ord, M. (2006). *Ciencia y tecnología en el proceso de ensilaje*. (I. O. Consultancy, Editor) <http://www.ensilajeres.com.ar/documentos/inoculantesissilaje.htm>

## ANEXOS



**Anexo 1.** *Control de maleza y fertilización*



**Anexo 2.** *Proceso de picado del pasto*



**Anexo 3.** *Peso de los agregados*



**Anexo 4.** *Homogenización de la mezcla para elaborar el ensilaje*



**Anexo 5.** *Compactación y sellado del ensilaje*



**Anexo 6.** *Apertura de los ensilajes para enviar las muestras al laboratorio con su respectivo análisis bromatológico*

*Anexo 7. Análisis de la varianza de Proteína cruda*

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de Proteína Cruda

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	11,99	3	0,11	a	
T2	11,72	3	0,11	a	b
T1	11,31	3	0,11		b
T4	10,32	3	0,11		c

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

*Anexo 8. Análisis de la varianza de Extracto etéreo*

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de Extracto etéreo

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	8,62	3	0,19	a	
T2	8,1	3	0,19	a	b
T1	7,61	3	0,19		b
T4	6,58	3	0,19		c

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

*Anexo 9. Análisis de la varianza de Ceniza*

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de Ceniza

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4	12,78	3	0,33	A	
T1	11,78	3	0,33	A	B
T3	11,54	3	0,33	A	B
T2	11,1	3	0,33		B

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

**Anexo 10. Análisis de la varianza de Fibra**

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de Fibra

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4	37,53	3	0,58	a	
T1	33,07	3	0,58		b
T2	31,01	3	0,58	b	c
T3	28,48	3	0,58		c

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

**Anexo 11. Análisis de la varianza de E.L.N.N.**

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de E.L.N.N.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	39,37	3	0,87	a	
T2	38,07	3	0,87	a	
T1	36,23	3	0,87	a	b
T4	32,79	3	0,87		b

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

**Anexo 12. Análisis de la varianza de pH**

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de pH

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	4,31	3	0,07	a	
T1	4,25	3	0,07	a	
T2	4,22	3	0,07	a	b
T4	3,9	3	0,07		b

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