



Universidad Técnica de Manabí
Facultad de Ciencias Zootécnicas
Carrera de Ingeniería Zootécnica
Extensión Chone

Trabajo de Titulación previo a la
Obtención del Título de Ingeniero Zootecnista

EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DEL ENSILADO DE
PASTO MARALFALFA (*Pennisetum* sp.) ASOCIADA CON PLANTAS ARBUSTIVAS
COMO ALTERNATIVA FORRAJERA

Autores:

Loor Macías Leidy Esthefanía
Witong García Cristhian Andrés

Director de tesis:

Ing. Walter Fernando Vivas Arturo, PhD.

Chone, Manabí, Ecuador

2022

DEDICATORIA

Con todo cariño y aprecio dedico este trabajo investigativo:

Primero a **DIOS** por estar con vida y poder compartir ahora este gran logro con mi familia.

A mi abuelita, **MERCEDES MACÍAS** por la confianza y fe que ha tenido en mí de que pudiera alcanzar mis metas.

A mis padrinos, **LLEMBER VILELA** y **CARMEN MOREIRA** que con su amor y apoyo incondicional han llegado a convertirse como mis padres, han sabido guiarme, educarme y aconsejarme desde mi niñez, dando como fruto la mujer que soy ahora.

Y a toda mi familia, amigos y docentes de alguna manera han formado parte de mi vida brindándome motivación, conocimientos y experiencias.

Leidy Esthefanía Loor Macías

DEDICATORIA

Primero a **DIOS** quien me ha permitido seguir con vida y poder compartir muchos momentos junto a mi familia.

A mis padres **NELSON WITONG** y **EDICTA GARCÍA** porque después de Dios ellos me han dado su amor incondicional, me han enseñado valores, han estado conmigo en momentos felices y tristes de mi vida.

A mi hermana, **NANCY WITONG** porque con su amor, apoyo económico y moral me ha servido en todo este trayecto.

A mi prima (o), **EVELYN, BIUTY Y MICHAEL** que me han apoyado en todo sentido de la palabra, que han sido como hermanos guiándome en cada paso que he dado.

A mi novia, **LEIDY LOOR** que siempre ha estado ahí apoyándome y motivándome hacer mejor cada día tanto en lo académico y personal.

Y a toda mi familia que de una u otra manera me han apoyado y me han motivado para lograr mis metas.

Cristhian Andrés Witong García

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a **DIOS** por dame las fuerzas, la sabiduría y la oportunidad de culminar mis estudios.

A mi abuelita, **MERCEDES MACÍAS** que me ha dado las fuerzas de seguir adelante y que con lo poco que ha tenido me ha apoyado incondicionalmente.

A mis padrinos, **LLEMBER VILELA** y **CARMEN MOREIRA** por convertirse en mi pilar fundamental y especialmente en mis padres brindándome a brazos abiertos su amor, cariño y sabiduría.

Y a todos mis familiares, amigos (as) y docentes que de una u otra manera me ayudaron en el trayecto de mi carrera profesional.

Leidy Esthefanía Loor Macías

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por permitirme la vida, a mis **padres** por su apoyo incondicional, a mi familia por su motivación y por brindarme una mano sincera en este transcurso.

Agradezco a todos los **docentes** por su sabiduría durante todos estos años y que granito de aprendizaje obtenido me han servido en el campo.

ING. WALTER VIVAS por darnos la oportunidad de realizar esta tesis bajo su asesoría, por su paciencia y brindarnos sus conocimientos.

Y a todos aquellos que formaron parte de mi vida brindándome su apoyo.

Cristhian Andrés Witong García

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MANABÍ

Facultad de
Ciencias Zootécnicas
fcz@utm.edu.ec

Oficio D-FCZ -UTM-105
Chone, 21 de mayo de 2021

Señores:

Ing. Fernando Vivas Arturo

VICEDECANO-DOCENTE FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTECHNICAS

Dr. José Luis Azum González

DOCENTE FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTECHNICAS

Ciudad.

De mi consideración:

El H. Consejo Directivo en Sesión realizada el 20 de mayo/2021, consideró el informe de los Proyectos de tesis de grado aprobados por la Comisión de Titulación y la sugerencia de los profesionales para la designación de Directores y Revisores de tesis de grado.

Al respecto, este H. Órgano tomó nota de los informes de Anteproyectos y resolvió: designar los Tutores y Revisores de Tesis de Grado.

Para el tema: **"EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DEL ENSILADO DE PASTO MARALFALFA (*Pennisetum sp*) ASOCIADO CON PLANTAS ARBUSTIVAS COMO ALTERNATIVA FORRAJERA"**

Autores Leidy Esthefania Loor Macías y Cristhian Andrés Witong García

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Fernando Vivas Arturo

REVISOR DE TESIS

Dr. José Luis Azum González

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

PATRIA, TÉCNICA Y CULTURA.



EUSTER HERWINTON
ALCIVAR ACOSTA

Copia: Estudiantes Autores de Tesis de Titulación

CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MANABÍ

Facultad de
Ciencias Zootécnicas
fcz@utm.edu.ec

Oficio N° 144 D-FCZ –UTM
Chone, 18 de abril de 2022

Señores:

Dr. Juan Luis Cedeño Pozo

Ing. Juan Horacio Hidrovo

Ing. Joffre Heredia Mendoza

DOCENTES- MIEMBRO PRINCIPAL DE TESIS DE TITULACIÓN

Ciudad.

De mi consideración:

El H. Consejo Directivo, los designó Miembros Principales del tribunal de defensa del trabajo de titulación, de los egresados Leidy Esthefania Loo Macias y Cristhian Andrés Witong García. Cuyo tema es. "EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DEL ENSILADO DE PASTO MARALFALFA (*Pennisetum sp.*) ASOCIADA CON PLANTAS ARBUSTIVAS COMO ALTERNATIVA FORRAJERA" Por lo que me permito citarlos, para la sustentación que se realizara:

FECHA: viernes 29 de abril/2022

HORA: 11h00

LUGAR: Sala de posgrado de la Facultad

Particular que comunico para los fines consiguientes.

Atentamente,

PATRIA, TÉCNICA Y CULTURA.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Fac. de Ciencias Zootécnicas Ext. Chone
Ing. Joffre Heredia Mendoza
C.I. 123456789

Adjunto tesis

Extensión:
Km. 2 ½ vía Boyacá, sitio Anima
Chone - Manabí - Ecuador

Commutador:
(593-5) 2632692 - 2637774 - 2632677
Oficina: (593-5) 3700150

www.utm.edu.ec



DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **LEIDY ESTHEFANÍA LOOR MACÍAS** con C.I. **1313986877** y **CRISTHIAN ANDRÉS WITONG GARCÍA** con C.I. **1724334683**; declaramos que el proyecto de grado denominado **“EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DEL ENSILADO DE PASTO MARALFALFA (*Pennisetum* sp.) ASOCIADA CON PLANTAS ARBUSTIVAS COMO ALTERNATIVA FORRAJERA”**, se ha desarrollado de manera íntegra, respetando derechos intelectuales de las personas que han desarrollado conceptos mediante las citas en las cuales indican la autoría, y cuyos datos se detallan de manera más completa en la bibliografía.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, autenticidad y alcance del presente proyecto.

Chone, septiembre de 2021

LOS AUTORES

LEIDY ESTHEFANÍA LOOR MACÍAS

C.I. 1313986877

CRISTHIAN ANDRÉS WITONG GARCÍA

C.I. 1724334683

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
AGRADECIMIENTO	V
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	VI
CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN	VII
DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR.....	VIII
RESUMEN	XIII
SUMMARY	XIV
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO I	6
MARCO TEÓRICO	6
1.1. Producción de pasto en el mundo	6
1.1.1. América Latina o Latinoamérica.....	7
1.1.2. Ecuador.....	7
1.1.3. Manabí.....	9
1.2. Pastos utilizados en la alimentación animal	9
1.3. Ensilado	12
1.4. Características fermentativas de los ensilados	12
1.5. Periodo de conservación de los ensilados.....	13

1.6. Especies para ensilar	13
1.6.1. Pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> sp.)	14
1.6.2. Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	14
1.6.3. Moringa (<i>Moringa oleifera</i>)	15
1.6.4. Hibiscus (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	16
1.6.5. Morera (<i>Morus</i> sp.)	16
1.7. Ventajas del ensilaje	16
1.6. Importancia del uso de forrajeras arbustivas en sistemas de producción pecuaria...	17
CAPÍTULO II.....	19
MARCO METODOLÓGICO	19
2.1. Ubicación del proyecto	19
2.2. Procedimiento experimental	19
2.3. Materiales	22
CAPÍTULO III.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA	24
3.2. COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICA.....	25
<u>3.3 DISCUSIÓN.....</u>	26
CONCLUSIONES	30
RECOMENDACIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Representación de los tratamientos con sus combinaciones.....	19
Tabla 2	Esquema del experimento	21
Tabla 3	Composición química de cada uno de los tratamientos, hasta los 60 días	25
Tabla 4	Composición microbiológica de cada uno de los tratamientos, hasta los 60 días ..	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cosecha de cada uno de los forrajes: Pasto Maralfalfa, Botón de Oro, Moringa, Hibiscus y Morera.	35
Anexo 2. Deshidratación de los forrajes.....	36
Anexo 3. Picado de los forrajes.....	36
Anexo 4. Materiales para el ensilaje.....	37
Anexo 5. Proceso de ensilado de los tratamientos.	37
Anexo 6. Micro silos ya elaborados.	38
Anexo 7. Apertura de micro silos de los 4 tratamientos para los análisis de laboratorio.....	38
Anexo 8. Análisis de proteína.	39
Anexo 9. Análisis de grasa.	40
Anexo 10. Preparación de las placas para la siembra.....	40
Anexo 11. Recuento de bacterias BAL.	40
Anexo 12. Bacterias en tubos con caldo MRS.	41
Anexo 13. Análisis de pH.....	41
Anexo 14. Análisis estadísticos.....	42

RESUMEN

Los ensilajes asociados o mixtos presentan ventajas, debido a que la mezcla de recursos forrajeros mejora el balance de nutrientes presente en el ensilaje. El presente estudio se realizó en los predios de la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas- Extensión Chone en el área de pastos y forrajes y Laboratorio de bromatología, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas 0°41'14,87"S y 80°7'27,10"O, vía Boyacá, Cantón Chone, Provincia de Manabí. Con el objetivo de evaluar las características bromatológicas y microbiológicas del ensilado de pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) asociado con plantas arbustivas como alternativa forrajera. Para ello se elaboró 20 micro silos resultado de la combinación entre los cuatro con cinco replicas para cada tratamiento a las cuales se les realizó análisis bromatológicos mediante AOAC 2001 y Vant Soest 1971 y microbiológico de acuerdo a las normas INEN. En base a los resultados observados en la composición bromatológica el tratamiento de mejor contenido nutricional fue el número uno el cual estaba compuesto de 50% de pasto Maralfalfa y 50% Botón de Oro, porque obtuvo mayor cantidad de proteína 15,09% y bajo en fibra detergente ácida 14,00%. Microbiológicamente el mejor es el tratamiento fue el uno porque presento ausencia de Enterobacterias, ausencia de Hongos- levaduras y valor bajo de Staphylococcus, en lo que se refiere a la variación del pH todos los tratamientos tuvieron un pH inferior a 4,5. por lo cual se acepta la hipótesis planteada en la investigación. En general son varios los factores que determinan la calidad y valor nutricional de un buen ensilaje desde la selección de la variedad, grado de madurez, humedad, su manejo durante el picado, compactado y fermentación.

Palabras claves: ensilado, bromatología, microbiología, fibra y fermentación.

SUMMARY

Associated or mixed silages have advantages, because the mixture of forage resources improves the balance of nutrients present in the silage. The present study was carried out on the premises of the Technical University of Manabí, Faculty of Zootechnical Sciences - Chone Extension in the area of pastures and forages and Bromatology Laboratory, which is located at coordinates 0 ° 41'14.87 " S and 80°7'27.10"W, via Boyacá, Chone Canton, Manabí Province. With the objective of evaluating the bromatological and microbiological characteristics of Maralfalfa grass silage (*Pennisetum* sp) associated with shrubby plants as a forage alternative. To this end, 20 micro silos were created as a result of the combination of the four with five replicates for each treatment, which underwent bromatological analysis using AOAC 2001 and Vant Soest 1971 and microbiological analysis according to INEN standards. Based on the results observed in the bromatological composition, the treatment with the best nutritional content was number one, which was composed of 50% Maralfalfa grass and 50% Buttercup, because it obtained a greater amount of protein 15.09% and low in acid detergent fiber 14.00%. Microbiologically, the best treatment was the one because it presented absence of Enterobacteria, absence of Fungi-yeasts and low value of Staphylococcus, in what refers to the variation of the pH, all the treatments had a pH lower than 4.5. for which the hypothesis raised in the investigation is accepted. In general, there are several factors that determine the quality and nutritional value of a good silage from the selection of the variety, degree of maturity, humidity, handling during chopping, compacting and fermentation.

Keywords: silage, food science, microbiology, fiber and fermentation.

INTRODUCCIÓN

Los forrajes son la fuente más económica y abundante que contienen nutrientes esenciales para los animales y de cierta manera en algunos sistemas de producción aportan nutrientes necesarios para rumiantes siendo entre el 40 y 90% (Chedly y Lee, 2001). En el trópico por las diferentes variaciones climáticas que suele haber es complicado conservar forrajes por largas temporadas, siendo la necesidad de tener alimento necesario para la producción animal en tiempos de sequías (Van Soest, 1994).

El uso del ensilaje en el trópico cada vez se vuelve una alternativa importante en sistemas de explotación bovina. A medida que los países se desarrollan, son nuevas las alternativas que los agricultores muestran en parámetros productivos y reproductivos, lo que vuelve a los sistemas exigentes en alimentación de calidad, por lo que el productor no busca que el forraje cosechado cada día sea la única fuente de alimento (Wagner et al., 2013).

Mediante la práctica del ensilaje se busca disponer de alimentos de fácil manejo y económico (Wong, 2001).

En Manabí la producción de forraje se reduce en la época seca lo que causa subnutrición en los bovinos, en este sentido cualquier estudio para desarrollar una tecnología de conservación encaminada a mejorar resultados productivos en la provincia, tiene necesariamente que tener como base alimentaria los pastos y forrajes que más abundan en la región (Torres et al., 2014).

Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante: ¿La combinación de forraje del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) asociado con plantas arbustivas como alternativa forrajera permitirá obtener ensilados de adecuada calidad bromatológica y microbiológica?

ANTECEDENTES

Las arbustivas forrajeras además de sobresalir por su óptima calidad nutricional presentan alta producción de biomasa y buena palatabilidad, características ideales para que un material forrajero pueda ser utilizado en métodos de conservación, además de ofrecer estas especies para consumo directo de los animales, también son utilizados para la elaboración de ensilajes, debido a su buen contenido de materia seca (MS), nivel de fibra moderada, buen aporte de minerales, y adecuado balance entre nitrógeno y energía en la dieta de rumiantes (Carvajal y Cuesta, 2016).

En términos taxonómicos, la mayoría de estas especies presentan características diferentes. *T. diversifolia*, es un arbusto proveniente de la familia Asteraceae (Holguín et al., 2018), *Moringa oleífera* de la familia Moringaceae (Benítez y Hernández, 2018), *Hibiscus rosa-sinensis* de la familia Malvaceae (Zambrano, 2013), *Morus alba* de la familia Morus (Guamán, 2011). Por otra parte, *Pennisetum* sp es pasto perenne proveniente de la familia Poaceae, cada especie tiene características nutricionales variadas, sin embargo, todas se categorizan como de gran valor para suplementar rumiantes en sistemas ganaderos (Montesdeoca, 2016).

La utilización de arbustivas forrajeras perennes en métodos como el ensilaje, podría representar una solución práctica a las limitantes de los sistemas productivos ganaderos. La elaboración de ensilajes a partir de forrajeras perennes en trópico alto es una estrategia que se debería promover más en la región, debido a los buenos resultados a nivel nutricional que reporta la literatura para estas especies (Rangel et al., 2019).

La estacionalidad en la producción de pastos debido a factores climáticos, plagas y enfermedades, entre otros, han incentivado la introducción indiscriminada de especies forrajeras que son más exigentes y dependientes de insumos agrícolas que aumentan aún más los costos de producción reduciendo la competitividad en el mercado, además de los impactos ambientales generados por su adopción en el país (Gaona y Méndez, 2018).

El ensilaje es un método menos demandante en maquinaria e infraestructura y menos dependiente de las condiciones climáticas, reduciendo los costos de producción, por lo que se emplea más comúnmente en las actuales explotaciones bovinas (Montesdeoca, 2016).

Con este método gracias a implementación de alimentos abundante en carbohidratos fermentables y acompañado de sustratos proteicos no fermentables, se logra obtener un alimento de alta calidad nutricional para los animales. En muchos casos en donde los forrajes no cumplen estas características, se pueden utilizar aditivos los cuales cumplen con la función de acelerar el proceso fermentativo y/o disminuir las pérdidas del producto, mejorando su calidad final (Pulido et al., 2019).

En la actualidad, el ensilaje es la forma de preservación de forrajes para la producción ganadera, más común en el mundo, son compatibles con todos los sistemas de producción ganadero, por lo tanto, son una opción económica y ecológica de productividad animal (Pulido et al., 2019).

En Costa Rica, por ejemplo, investigadores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) al comparar parámetros nutricionales de varias especies arbóreas como potencial forrajero encontraron que los rebrotes (hojas y tallos tiernos) de la cucarda superaron a la de otras especies, incluyendo varias leguminosas en la concentración de proteína cruda, fibras tanto como la detergente neutra y ácida, degradabilidad ruminal y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Para ilustrar este punto los rebrotes de 4 a 6 meses provenientes de los árboles seleccionados al azar registraron al análisis valores de 26,6 % de proteína cruda, 36,7 % de FDN y 72.0 % de digestibilidad *in vitro* (Zambrano, 2013).

JUSTIFICACIÓN

La importancia de investigar otras alternativas para mejorar los sistemas productivos pecuarios es optar por alimentos más económicos y que a la vez se pueda aprovechar al máximo los recursos que se dispongan en la zona, ya que en ciertas épocas del año como es el verano la producción de alimentos pecuarios como el forraje es escasa, por tal razón una nueva alternativa de alimento ayudara a los productores a mantener sus sistemas de producción rentable.

Los ensilajes asociados o mixtos presentan ventajas, debido a que la mezcla de recursos forrajeros mejora el balance de nutrientes presente en el ensilaje, para los animales es muy digestible y palatable, y tiene efectos beneficiosos sobre el aparato digestivo.

Por lo cual esta investigación tiene como finalidad la evaluación bromatológica y microbiológica de ensilaje de pastos Maralfalfa (*Pennisetum* sp) asociado con plantas arbustivas (Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Moringa (*Moringa oleifera*), Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) y Morera (*Morus* sp)) como alternativa forrajera, especies que son comunes en el Cantón Chone y además posee una alta calidad nutritiva.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar las características bromatológicas y microbiológicas del ensilado de pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) asociado con plantas arbustivas como alternativa forrajera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el contenido bromatológico de ensilados mixtos de pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) asociado con forraje arbustivo de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Moringa (*Moringa oleifera*), Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) y Morera (*Morus* sp).

Establecer la calidad microbiológica de ensilados mixtos de pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) asociado con forraje arbustivo de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Moringa (*Moringa oleifera*), Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*) y Morera (*Morus* sp).

HIPÓTESIS

En el proceso de conservación de forraje al menos uno de los tratamientos es diferente contando con calidad bromatológica y microbiológica adecuada para el consumo animal en temporadas de sequía en la zona de estudio.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Producción de pasto en el mundo

Los pastizales se desarrollan en áreas en las cuales los cultivos están limitados por humedad, fertilidad, pH o por ser muy distantes a los centros urbanos (FAO, 2018).

Según la FAO (2018), Las cifras actuales estiman que el 26% de la superficie terrestre mundial y el 70% de la superficie agrícola mundial están cubiertos por praderas, que contribuyen a la subsistencia de más de 800 millones de personas, son una fuente importante de alimentación para el ganado, un hábitat para la flora y fauna silvestres, proporciona protección al medio ambiente, almacenamiento de carbono y agua y la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos. El rápido aumento de la población, junto con los efectos del cambio climático, ha aumentado la presión sobre los pastizales del mundo, en particular en ambientes áridos y semiáridos.

En el mundo se encuentran 600 géneros de leguminosas con 11.000 especies de las cuales 25 son importantes. De las 11.000 especies sólo 600 son de origen tropical las demás son de la zona templada (MADR, 1992).

Las gramíneas forrajeras constituyen la principal fuente de alimentación de los herbívoros ya que crecen de manera espontánea en la mayoría de los potreros. Se adaptan muy fácilmente a las variedades del clima y aportan la mayor parte de la materia seca y los carbohidratos consumidos por el animal (Álvarez, 2004).

Las leguminosas, son plantas pertenecientes al grupo de las dicotiledóneas, son frecuentemente utilizadas para aumentar la porción proteica de la ración de los animales. Las leguminosas, son el grupo más importante después de las gramíneas, debido fundamentalmente a su valor forrajero y a la capacidad de enriquecimiento del suelo por fijación de nitrógeno atmosférico (Álvarez, 2004).

Cada pasto requiere unas determinadas condiciones para su desarrollo óptimo: algunas especies son perennes, se adaptan en suelos de fertilidad media a baja, se adaptan a suelos

alcalinos o ácidos, resisten sequías o inundaciones y pueden requerir suelos bien drenados, entre otras condiciones edafológicas apropiadas para su cultivo (Álvarez, 2004).

1.1.1. América Latina o Latinoamérica

El uso de alimento a base de pasturas ha incrementado considerablemente en los últimos años, en los países de zona tropical de América Latina, debido al bajo costo que representa en la alimentación, generalmente los animales reciben en su dieta el 90% de forrajes (Romero, 2008).

Las gramíneas de mayor importancia forrajera para el trópico son originarias de África; mientras que gran parte de las especies de mayor impacto para zonas templadas, son originarias de Europa y Asia Menor (Loreti et al., 2001).

La América tropical ha sido, por su parte, un importante centro de diversidad genética de leguminosas con gran valor forrajero. *Leucaena*, *Centrosema*, *Macroptilium*, *Cratilia*, *Arachis*, etc. son algunas leguminosas con reconocido valor forrajero. En condiciones de pastoreo, las leguminosas requieren de mayor capacitación del ganadero en el manejo del pastoreo, para lograr una persistencia adecuada de las mismas (Quero y Enríquez, 2003).

En las leguminosas forrajeras se deben cuidar, mediante pastoreos estacionales y con carga animal adecuada, las épocas de floración, producción de semilla y, principalmente, la época de reclutamiento de nuevos individuos, que los ganaderos en la mayor parte de Latinoamérica están muy lejos de entender y manejar adecuadamente. Las leguminosas representarán una valiosa respuesta productiva, una vez que se logre mayor cultura ganadera entre nuestros productores pecuarios en sistemas de pastoreo (Quero y Enríquez, 2003).

1.1.2. Ecuador

Durante el último trimestre de cada año, se levanta información estadística de las distintas actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en el país; la superficie de labor agropecuaria en el año 2020 fue de 5.2 millones de hectáreas, de los cuales un 39.7% se destinan al cultivo de pastos (ESPAC, 2020a).

En el periodo 2020, el área destinada a cultivos permanentes fue de 1.4 millones de hectáreas, presentado un crecimiento del 0.2% con relación al año anterior. La región Costa concentra la mayor superficie con un 71.8%, seguida de la Sierra con 17.5% y la Amazonía con el 10.6%. En cuanto a los cultivos transitorios, la superficie en el 2020 fue de 822.5 miles de hectáreas, presentando una variación positiva del 6.9% con relación al 2019. La región Costa cuenta con el 66.7% de la superficie total, seguida de la Sierra con el 28.9% y la Amazonía con el 4.4% (ESPAC, 2020a).

Los pastos cultivados en el año 2020 ocupan una superficie nacional de 2.1 millones de hectáreas registrando un incremento del 4.1% con respecto al año anterior. La región Costa concentra el 54.4%, la Sierra el 26.6% y la Amazonía el 19.0%. La superficie con pastos naturales ocupa 871.4 miles de hectáreas, presentando una variación negativa del 4.9%, con relación al 2019. La región Sierra representa el 65.6%, la Costa el 28.1% y la Amazonía el 6.3%. La Costa es la Región con la mayor superficie en todas las categorías de uso agropecuario, excepto pastos naturales (mayor superficie en la Sierra) (ESPAC, 2020a).

Los principales pastos del Ecuador, por superficie son: Saboya (*Panicum máximum*) con 1 147 091 ha, otros pastos 639 915 ha, pasto Miel (*Paspalum dilatatum*) 182 532 ha, Gramalote (*Paspalum delochei*) 167 519 ha, Brachiaria (*Urochloa brizantha*) 132 973 ha y raigrás 104 475 ha (Steinfeld et al., 2009).

El sector pecuario que se desarrolla en los pastizales del Ecuador es una base muy importante del desarrollo social y económico, satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne y leche, y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingreso. A pesar de ser un importante contribuyente al producto interno bruto, el sector pecuario tiene dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, aun cuando nuestro país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año (Steinfeld et al., 2009).

Según la Cámara de Agricultura de la Primera Zona que cita al Proyecto Sistema de la Integración Centroamericana SICA, los principales alimentos del ganado bovino en Ecuador son: pastos 93,3%, ensilaje 1,5%, heno 0,7%, banano 1%, balanceado 0,2% y otra 3,4% (Chiriboga, 2013).

La pastura cultivada es la herramienta principal para manipular la producción ganadera. La alimentación de los animales herbívoros debe basarse en los pastos y los forrajes que son la fuente de alimento principal y más económico que existe y, al asociar gramíneas con leguminosas proveen un alimento completo y balanceado al ganado. Los herbívoros no deberían competir por alimento con el ser humano y recibir granos (maíz, trigo, cebada, oleaginosas) que son más costosos, en ganadería solamente deberían utilizarse de manera estratégica, de preferencia solamente los subproductos (Chiriboga, 2013).

1.1.3. Manabí

La mayoría de los ganaderos de Manabí se concentran en la zona norte de esta provincia, que incluye los cantones de Santa Ana, Portoviejo, Tosagua, Bolívar, Chone, Flavio Alfaro, Jama, Pedernales y El Carmen; donde existe gran menester por alimento para el ganado. Manabí lidera las provincias con mayor superficie de labor agropecuaria con superior representación en 19,40% de la participación nacional, de las cuales 775.863 hectáreas corresponden a pastos cultivados y naturales (ESPAC, 2020b).

En el 2020, la superficie plantada de cultivos permanentes fue de 1'504.694 hectáreas; la caña de azúcar para azúcar, banano y palma africana son los cultivos de mayor producción a nivel nacional (ESPAC, 2020b).

En el 2020 la superficie plantada de pastos cultivados fue de 2.065.699 hectáreas; siendo las variedades saboya con 40,94% y pasto mixto 25,35% siendo los más representativas a nivel nacional. Otros tipos de pastos ocupando el 13,48%, el pasto Gramalote ocupando 7,24%, el pasto Brachiaria y pasto Miel 6,49% (ESPAC, 2020b).

1.2. Pastos utilizados en la alimentación animal

Gramíneas

Son los forrajes más importantes y numerosos utilizados en la alimentación del ganado. Son plantas monocotiledóneas. Constituyen la familia botánica con áreas geográfica más extensa en el mundo, desde las áreas polares hasta los trópicos; desde el nivel del mar hasta las grandes alturas. Se desarrollan desde los suelos más pobres, hasta los más ricos, y tanto en

terrenos secos como en inundados. Están agrupadas en unos 600 géneros y más de 6.000 especies en todo el mundo. Pueden ser anuales o perennes. Pueden ser rastreras o medir sobre los 2 metros de altura (Chiriboga, 2013).

Leguminosas

Ocupan el segundo lugar como especies forrajeras detrás de las gramíneas, constituidas por: Hierbas, Enredaderas, Arbustos, Árboles.

Presentes en todo el globo terrestre a excepción de las zonas glaciales; las encontramos en todas las regiones con diversos climas y condiciones ecológicas, desde el nivel del mar hasta alturas que superan los 3.000 metros. Existen alrededor de 550 géneros y 15.000 especies, de los cuales se encuentran en América unos 110 géneros y unas 4.000 especies. Las raíces son pivotantes muy ramificadas, con clásicos tumores o nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico (Chiriboga, 2013).

Principales pastos y forrajes de la costa y oriente ecuatoriano

Gramíneas

- Gramalote (*Axonopus scoparius*)
- Pasto Micael (*Axonopus micay*)
- Pangola (*Digitaria decumbens*)
- Pasto Janeiro (*Eriocloa polystachya*)
- Gordura (*Milinis minutiflora*)
- Pasto Saboya (*Panicum maximum*)
- Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*)
- Guatemala (*Tripsacum laxum*)

- Dallis (*Brachiaria ruziziensis*, *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola*) (Steinfeld et al., 2009).

Leguminosas

- Maní forrajero (*Arachis pintoi*)
- Frijól de palo (*Cajanus indicus*)
- Centro (*Centrosema pubescens*)
- Pega pega (*Desmodium sp*)
- Leucaena (*Leucaena glauca*)
- Kudzu (*Pueraria lobata*)
- Madre de cacao (*Gliricidia sepium*) (Steinfeld et al., 2009).

Raíces forrajeras

- Camote (*Ipomoea batatas*)
- Yuca (*Manihot esculenta*)
- Zanahoria (*Daucus carota*) (Steinfeld et al., 2009).

Cereales

- Maíz (*Zea mays*)
- Sorgo (*Sorghum*)
- Arroz (*Oryza sativa*) (Steinfeld et al., 2009).

Otros forrajes

- Nacadero (*Trichantera gigantea*)

- Desperdicios de cosechas
- Sales minerales (Steinfeld et al., 2009).

1.3. Ensilado

El ensilaje es una técnica de conservación de forraje, que se logra por la fermentación anaeróbica donde las bacterias epifitas producen ácido láctico como acético a través de un proceso de fermentativo del forraje. Cuando se generan estos ácidos se mantiene la calidad del ensilaje dando como resultado un pH bajo, lo que significa la usencia de microorganismo dañinos (Fernández, 2016).

La cantidad de ensilado que se vaya a elaborar depende mucho del tipo de ganadería que se maneje, el tipo de dieta de los animales y el tiempo que van hacer alimentados. Para elaborar un ensilado de buena calidad es necesario ensilar forrajes de alta calidad nutritiva, sin contaminación del suelo, cortados y picados a 2 cm de longitud, para luego ser compactados y sellados para no permitir el ingreso del aire (Gutiérrez, 2017).

1.4. Características fermentativas de los ensilados

De acuerdo a Chalkling (2015), el proceso del ensilado puede dividirse en cuatro etapas:

- Fase I (aeróbica) se produce después de la cosecha, en esta fase el pH es de 6,5 a 6,0, donde se encuentran procesos de respiración y microorganismos que producen perdidas en los nutrientes, es recomendable que dure pocas horas (Chalkling, 2015).
- Fase II (fermentación) se produce en un ambiente anaeróbico con una duración de días a semanas y esto dependerá de las características que tenga el material ensilado y las condiciones ambientales. Si hay éxito y se logra la fermentación requerida las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) proliferarán y se convertirán en la población predominante. Para que esto se desarrolle debe ser realizado en un medio libre de oxígeno con una población adecuada de microorganismos (Chalkling, 2015).
- Fase III (estable) en esta fase ocurren pocos cambios mientras se mantenga sin oxígeno, la mayoría de los microorganismos van reduciendo su presencia, mientras que otros se encuentran inactivos (Chalkling, 2015).

- Fase IV (deterioro aeróbico) esta fase comienza cuando se abre el ensilado y se lo expone al aire, este proceso se puede dividir en dos etapas. En la primera existe una degradación de los ácidos orgánicos que ocurre mediante la acción de bacterias que producen el ácido acético, aumenta el pH y luego pasa a la segunda etapa que es el deterioro, donde la temperatura y los microorganismos aumentan (Chalkling, 2015).

1.5. Período de conservación de los ensilados

El tiempo de conservación del ensilado depende de la disponibilidad de materia a ensilar, alcanza una maduración a los 21 días cuando se cumple el proceso adecuado de fermentación, hasta esa fecha puede durar varios meses sin deteriorarse (Ordoñez, 2015).

La calidad del ensilado se garantiza con una buena fermentación y disminución del pH, el crecimiento de las bacterias que garanticen la descomposición del alimento es importante para poder conservando su valor nutritivo, siempre y cuando se mantenga la ausencia de oxígeno (Trujillo, 2009).

Espinoza (2012) indica que para evaluar su valor nutritivo y estabilidad aeróbica los ensilados deben abrirse a los 7, 14 y 21 días.

1.6. Especies para ensilar

Se puede ensilar cualquier forraje (pasto, mezclas de pastos y leguminosa o subproductos agrícolas), pero se prefieren los cultivos verdes con altos rendimientos forrajeros por unidad de superficie, alta proporción de hojas, alto contenido de azúcares ó carbohidratos solubles y facilidad de cosecha (Bertoia, 2004).

A medida que las especies se desarrollan, sus componentes generan cambios en la composición morfológica y química de la planta. La materia seca aumenta, junto con el contenido de almidón y fibra, simultáneamente se reduce el contenido de proteínas. El momento de cosecha también tiene una estrecha relación con el contenido de humedad del forraje. Se considera un rango óptimo entre 60 y 70 % de humedad. Valores inferiores generan un aumento de la temperatura del silo durante la primera etapa debido a la dificultad

que presenta el forraje a ser compactado y consecuentemente a la expulsión del aire (Bertoia, 2004).

En el caso de cosechar con baja humedad la masa es elástica y tiende a retornar al volumen inicial. En consecuencia, es necesario reducir el tamaño de la partícula picada para atenuar el efecto “resorte” del forraje. Se aconseja, en estos casos picar entre 1,2 a 0,9 cm (Bertoia, 2004).

1.6.1. Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.)

Debido a su gran potencial forrajero y alta producción para la alimentación del ganado este pasto perenne se ha introducido en varios países, entre ellos están Colombia, Brasil, Venezuela y últimamente en México (Correa et al., 2004).

Han sido pocas las evaluaciones científicas en este pasto con la finalidad de conocer su valor nutritivo como su potencial forrajero y su manejo. Por otra parte, investigaciones han demostrado que esta alternativa forrajera *Pennisetum* sp posee alto potencial de materia seca y valor nutricional que lleva a una excelente producción animal (Clavero y Razz, 2009).

En cuanto a la calidad del forraje tiene que considerarse como una propiedad de los forrajes que está ligada a la respuesta del animal, esta se puede evaluar considerando un forraje de alta calidad cuando este tiene en promedio 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos del 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más del 15% de proteína bruta (PB). Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS tiende a disminuir a menos de 50%, la FDN se eleva a más del 65% y la PB baja a menos del 8% (Clavero y Razz, 2009).

Pirela (2005) indica que la capacidad que tiene el pasto para aportar nutrientes para el animal ya sea para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción es la que se le denomina calidad de forraje.

1.6.2. Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

El potencial de *T. diversifolia* en la alimentación ganadera, se debe sobre todo a su nivel de proteína, que varía entre 13,3 y 28,7% (Rangel et al., 2019) con valores de calcio y fósforo

entre 3,17 a 13,3% y 0,36 a 0,43, respectivamente (Gallego et al., 2017; Gamboa, 2018). Además, presenta buenos contenidos de carbohidratos solubles y los niveles de taninos son moderados, por lo que no llegan a generar aspectos negativos en el aprovechamiento de los nutrientes en el animal.

Las investigaciones de ensilajes con *T. diversifolia*, se han enfocado principalmente en la respuesta animal, para producción y calidad composicional de leche, y ganancias de pesos (Bedoya et al., 2017).

Por parte, Villegas et al. (2017) encontraron valores relativamente altos, PC (12,1%), MS (14,5%) y cenizas (10,9%). Según los autores pese a que la composición bromatológica de la especie en el trabajo, estuvo por debajo de reportes encontrados en la literatura, la composición química del ensilaje de *T. diversifolia*, mejoró la calidad y composición de la leche, con producciones de 15,03 litros/vaca/día, con niveles de grasa de 35,31 g/l y proteína de 29,79 g/l, concluyendo que este ensilaje es factible como sustituto parcial del concentrado comercial, ya que mantiene la calidad y composición nutricional de la leche.

1.6.3. Moringa (*Moringa oleifera*)

La moringa (*M. oleifera*) es una de las plantas de mayor importancia en el mundo para la nutrición animal, porque tiene un gran contenido de proteína y un menor porcentaje de fibra a diferencia de otras plantas. Su contenido de nutrientes es bueno, su nivel de proteínas se encuentra en las hojas, tallos, ramas, flores y frutos contienen vitaminas A, B, C. Los bovinos de leche que son alimentadas con moringa (*M. oleifera*) reportan un incremento en su producción superior a los 2 litros vacas/día (Benítez y Hernández, 2018).

Los cortes para el rebrote se realizan entre los 35 y 45 días, esto depende del manejo que se tenga, todas las partes de la moringa son aprovechadas para la alimentación en los animales, pero se recomienda que exista un periodo de adaptación mezclándolo con otros alimentos (Benítez y Hernández, 2018). De acuerdo a Meza Carranco (2017), el ensilado de moringa cuando es agregada melaza al 1 y al 5 % se produce un ensilaje de buena calidad.

Su hoja puede ser consumida en estado fresco o deshidratada para que luego pueda ser almacenada durante varios días, al emplear moringa en la alimentación de los bovinos

aumentamos el consumo de materia seca e incrementa la producción de leche (Espinosa, 2017).

1.6.4. Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*)

Es una planta originaria de Asia, se asume específicamente que es de China, perteneciente a la familia de las Malváceas y corresponde al nombre científico de (*H. rosa-sinensis*), posee un follaje verde oscuro que se reproduce por esquejes; en los trópicos y regiones templadas cálidas se considera como la reina de las plantas ornamentales (Zambrano, 2013).

La cucarda como planta forrajera, forma parte de las especies arbustivas y arbóreas que están siendo evaluadas en su potencial forrajero en países como Colombia y Perú, ya que en la práctica han venido siendo utilizadas como alimento de rumiantes desde hace muchos años. Precisamente son los estudios recientes los que ponen en manifiesto la calidad de la cucarda como suplemento forrajero para ganado bovino (Zambrano, 2013).

1.6.5. Morera (*Morus* sp.)

La morera (*Morus* sp.), el alimento tradicional para el gusano de seda, ha sido seleccionada y mejorada por calidad y rendimiento de hojas en muchos ambientes y actualmente se encuentra presente en países alrededor del mundo. Las hojas de morera son muy palatables y digestibles (70-90%) en los rumiantes y también puede ser dada a los monogástricos. El contenido de proteína de las hojas y tallos tiernos, con un excelente perfil de aminoácidos esenciales, varía entre 15-28% dependiendo de la variedad (Guamán, 2011).

El contenido mineral es alto y no se han identificado hasta ahora compuestos tóxicos o principios anti nutricionales. El establecimiento de este forraje perenne es a través de estacas o de semilla, y la cosecha se puede hacer arrancando las hojas o cortando ramas o la planta entera) (Guamán, 2011).

1.7. Ventajas del ensilaje

Las ventajas que tiene al elaborar un ensilaje según Orozco, (2016). Son las siguientes:

1. Conserva una mayor proporción de nutrimentos, comparado con el proceso de henificación.
2. Permite la producción máxima de alimento por unidad de superficie y aumenta la aceptabilidad del ganado.
3. Se obtiene un alimento de muy buena calidad en épocas que son adversas para producir heno.
4. Requiere menos espacio de almacenamiento por kilogramo de materia seca que el heno.
5. Elimina el peligro de la destrucción de los alimentos por fuego.
6. Es una forma satisfactoria y económica de conservar diversos subproductos alimenticios.
7. Constituye uno de los mejores métodos de control de ciertos parásitos de los cultivos.
8. Representa una fuente más adecuada de proteínas y ciertas vitaminas que los forrajes secos.
9. Es un producto natural muy apetecido y ligeramente laxante.
10. Disminuye el desperdicio, puesto que se aprovecha toda la planta.
11. Mantiene el valor nutritivo de los forrajes y provee una reserva adecuada para épocas críticas.

1.6. Importancia del uso de forrajeras arbustivas en sistemas de producción pecuaria

Las especies arbustivas juegan un papel muy importante dentro de los sistemas de alimentación para mejorar la producción de leche en los sistemas ganaderos (Gallego et al., 2014), afirmaron que las especies forrajeras promisorias no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica, sino que incluyen un número elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial forrajero, ya sea por su follaje o por sus frutos.

Existe un número considerable de especies forrajeras arbóreas y arbustivas nativas e introducidas adaptadas a un amplio rango de zonas agroecológicas, que han resultado ser persistentes, y resilientes, con la posibilidad de ser utilizadas en alimentación animal, como especies no convencionales, dentro de sistemas Silvopastoriles (SSP) (Gallego et al., 2014).

Además de ofrecer estas especies para consumo directo de los animales, también son utilizados para la elaboración de ensilajes, debido a su buen contenido de MS, nivel de fibra moderada, buen aporte de minerales, y adecuado balance entre nitrógeno y energía en la dieta de rumiantes (Gallego et al., 2014).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Ubicación del proyecto

El presente estudio se realizó en los predios de la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas- Extensión Chone en el área de pastos y forrajes y Laboratorio de bromatología, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas 0°41'14,87"S y 80°7'27,10"O, vía Boyacá, Cantón Chone, Provincia de Manabí, que se localiza al centro-norte de la región litoral de Ecuador, a una altitud de 17 msnm y con un clima lluvioso tropical de 27 °C en promedio.

2.2. Procedimiento experimental

Se realizó el ensilaje a través del método propuesto por Betancourt *et al.* (2005) y Cañete y Sacha (1998). En el cual se elaboraron 20 micro silos resultado de la combinación entre los cuatro tratamientos y las cinco repeticiones consideradas para cada tratamiento, tratamientos que son detallados en la siguiente tabla:

Tabla 1

Representación de los tratamientos con sus combinaciones.

TRATAMIENTOS	COMBINACIONES
TRATAMIENTO 1:	50% de Pastos Maralfalfa y 50% Botón de oro.
TRATAMIENTO 2:	50% de Pastos Maralfalfa y 50% Moringa.
TRATAMIENTO 3:	50% de Pastos Maralfalfa y 50% Peregrina
TRATAMIENTO 4:	50% de Pastos Maralfalfa y 50% Morera.

Previamente se fabricó los microsilos en material policloruro de vinilo PVC (tuvo de 4 pulgadas) con 30 cm de largo (capacidad 3 Kg) con su respectiva tapa colocando en el fondo un drenaje el cual se adaptó una manguera para colocar en un envase de plástico con agua para recolectar los lixiviados, en la parte superior una valvular para eliminar el exceso de gas y evitar que los silos exploten por la presión.

Además, se realizó el aditivo para lo cual se utilizó una mezcla de melaza con agua, la cual se diluyó en las proporciones de 0,5:1 hasta obtener una mezcla homogénea, el agua utilizada presentó las siguientes características pH:7,07; TDS:15,0 mg/L y Dureza Total:4,06mg/L, también se utilizó yogurt en proporción 1:1, cabe mencionar que la cantidad suministrada para cada micro silo fue de 15 ml de la disolución final.

Tabla 2

Representación de los aditivos utilizados y sus proporciones.

ADITIVOS	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR CADA MICRO SILO
MELAZA	200 ml	15 ml
AGUA	100 ml	
YOGURT	300 ml	15 ml

Para el efecto se cosechó cada uno de los forrajes a ensilar a partir de cultivos establecidos en el área de la universidad a los cuales se les realizó un corte de igualación para cosechar a los 60 días excepto el pasto Maralfalfa se cosechó a los 45 días de rebrote, posteriormente, se sometió a una deshidratación por 48 horas bajo sombra, una vez obtenido un 30 o 40% de pérdida de agua, se realizó el picado del material a un tamaño de partícula entre 1 y 2 cm, aproximadamente de cada uno de los forrajes.

Una vez terminado el proceso de llenado, compactado y sellado de los microsilos se los conservó durante un período de 60 días en un lugar fresco a temperatura ambiente entre 25 y 30°C.

Tabla 3

Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	UNIDADES EXPERIMENTALES	TIEMPO DE CONSERVACIÓN/DÍAS
1	5	60
2	5	60
3	5	60
4	5	60

Posteriormente cumplido el período de fermentación, los micro silos se evaluaron a los 60 días para los siguientes análisis:

Análisis bromatológico: Se tomó una muestra de la parte central de cada silo para que sean analizadas mediante el método de Weende o también llamado Análisis Proximal, donde se evaluó el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (CEN) (AOAC, 2005), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) (Van Soest et al, 1991).

Análisis microbiológico: Se tomó una muestra de la parte central de cada silo para que sean analizadas por el método de recuento en placa por siembra en profundidad de Swanson et al. (1992), donde se determinó los elementos como bacterias patógenas, hongos y levaduras en los ensilajes.

Para el recuento de mesófilos aerobios se utilizó el medio Plate Count. incubado a 35 °C por 48 h en placa invertida.

Para el recuento de Staphylococcus se utilizó el medio Estafilococos N° 110 incubado a 35 °C por 48 h en placa invertida.

Para la determinación de Enterobacterias se utilizó el medio Brilliant Green Agar (agar verde brillante BD) incubado a 35 °C por 48 h, a través del método dilución en caldo (AOAC, 2005).

El recuento de hongos y levaduras se hizo en el agar oxitetraciclina glucosa extracto de levadura (OGYE). Se incubó a 22 °C por 5 días en placa invertida.

En estos análisis se siguieron las indicaciones de asepsia requeridas (DIGESA, 2001; Serna y Stouvenel, 2005; Bou et al., 2011) en cámara de flujo laminar (Labotecgroup.com, modelo BBS-DDC).

pH: Se utilizó el potenciómetro ADWA, modelo AD1020, colocando el electrodo en cada una de las muestras, siguiendo las recomendaciones de Iglesias y Pérez (2016).

2.3. Materiales

- 6 metros de tubos de PVC de 10 cm de diámetro
- 40 tapas para los tubos
- Pegamento
- 20 muñonez
- 6 metros de manguera de 12.7 mm
- 8 metros de plástico negro
- 30 botellas de plástico pequeña
- Balanza
- 2 jeringuillas de 10 ml
- 2 marcadores permanentes
- Papel
- Cinta adhesiva

- Picadora
- Bate (compactador)
- 2 tarrinas plásticas
- 200 mililitros de melaza
- 100 mililitros de agua de bidón
- 300 mililitros de yogurt

2.6. Diseño estadístico

El tipo de diseño que se empleó en esta investigación fue un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por cada tratamiento, para un total de 20 silos, en los cuales se analizaron tres muestras por cada tratamiento. Y un análisis estadístico denominado ANOVA para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos a través de una prueba de Tukey para la composición bromatológica y una prueba de Duncan para la composición microbiológica ambas con un grado de error del p valor <0,05.

El modelo matemático utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau + \varepsilon$$

Dónde:

Y_{ij} = la i-ésima repetición en la j-ésima muestra.

μ = Media poblacional

τ = Efecto del i-ésimo tratamiento

ε = Error aleatorio

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general son varios los factores que determinan la calidad y valor nutricional de un buen ensilaje desde la selección de la variedad, grado de madurez, humedad, su manejo durante el picado, compactado y fermentación.

3.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Según Wilkins (1986), la importancia de un análisis bromatológico es que a través de este se puede determinar la concentración de nutrientes y calidad fermentativa de los productos para su apto consumo de los animales, dando de esta manera la oportunidad de crear raciones equilibradas y de bajo costo.

Como se evidenció en los resultados del ANOVA (Tabla 4), en la variables bromatológicas a los 60 días de fermentación de los ensilajes mixtos, existió diferencias entre los tratamientos para todas las variables en estudio ($P < 0,05$), en este sentido en lo relacionado a la MS los mejores resultados se dió en el tratamiento uno 70,66% y tratamiento dos 63,54%

En cuanto a la materia orgánica también se encontró diferencias, siendo el tratamiento tres el de mayor contenido de este elemento, así mismo la materia inorgánica cuyos valores oscilaron entre 15,32 y 22,34% este rango se debe posiblemente al contenido mineral de cada arbusto que contiene cada tratamiento. En lo relacionado a la proteína cruda, el tratamiento de mejor respuesta es el uno, seguido por el dos constituyéndose estos en alimentos con calidad para el suministro a los rumiantes.

Del análisis de fibras los valores de FDN oscilaron entre 41,13 y 49,41%; mientras que FDA entre 13,55 y 17,16%, de tal manera se puede apreciar que los valores de la fibra detergente neutra fue más alta que la fibra detergente ácida lo que nos indica que hay mayor digestibilidad de los ensilajes para el consumo de los animales.

Tabla 4

Composición química de cada uno de los tratamientos, hasta los 60 días.

TRAT.	MS %	MO %	MI %	PC %	GRASA %	FDN %	FDA%
1	70,66±0,64 ^a	83,71±0,75 ^{ab}	16,29±0,75 ^{ab}	15,09±0,52 ^a	6,24±0,54 ^a	49,41±1,69 ^b	14,00±0,69 ^a
2	63,54±0,45 ^{ab}	77,74±0,43 ^b	22,26±0,43 ^a	11,95±0,52 ^b	5,54±0,54 ^a	47,96±1,69 ^{ab}	13,79±0,69 ^a
3	59,24±3,35 ^{bc}	84,68±1,04 ^a	15,32±1,04 ^b	8,04±0,52 ^c	2,79±0,54 ^b	45,07±1,09 ^{ab}	13,55±0,69 ^a
4	52,21±2,60 ^c	77,66±0,94 ^b	22,34±0,94 ^a	5,7±0,52 ^c	2,29±0,54 ^b	41,13±1,69 ^a	17,16±0,69 ^b
p- valor	0,0156	0,0329	0,0329	<0,0001	0,0017	0,0360	0,0182

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

3.2. COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICA

Respecto a la calidad de un alimento se debe considerar el análisis microbiológico, ya que ayudan a asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, por lo que resulta elemental, ya que los microorganismos pueden ser causantes de enfermedades, además afectan a la conservación y la vida útil de un producto (Andino y Castillo, 2010).

Como se evidenció en los resultados del ANOVA (Tabla 5), en la variables microbiológicas a los 60 días de fermentación de los ensilajes mixtos, existió diferencias significativas del pH, lo que se relaciona con la ausencia de Enterobacterias, por lo tanto ningún tubo de ensayo presentó valores superiores al 20% de gas en la campana de Durhan.

En cuanto a Hongos y Levaduras no se encontró diferencias, siendo el tratamiento uno y cuatro los que presentaron ausencia de UP/g. En lo relacionado a Aeróbios mesófilos no existió diferencias significativas, siendo el tratamiento dos el que obtuvo menor valor en UFC/g. Mientras que los Staphylococcus existió diferencias significativas siendo los tratamientos

uno y dos similares mostrando menor presencia con 47,33 y 77,00 UFC/g, respectivamente, siendo posible su conteo en la disolución 1/100.

Tabla 5

Composición microbiológica de cada uno de los tratamientos, hasta los 60 días.

TRATAMIENTO	pH	ENTEROBACTERIAS NMP/g	HONGOS Y LEVADURAS UP/g (10 ²)	AEROBIOS MESÓFILOS UFC/g (10 ²)	STAPHYLOCOCCUS UFC/g (10 ²)
1	4,21±0,33 ^c	0,00	0,00	74,33±24,68 ^a	47,33±14,73 ^a
2	4,50 ±0,33 ^d	0,00	0,67±0,58	28,00±24,68 ^{ab}	77,00±14,73 ^a
3	3,90±0,33 ^a	0,00	2,33±1,21	136,00±24,68 ^{ab}	290,33±14,33 ^c
4	4,10±0,33 ^b	0,00	0,00	63,00±24,68 ^b	183,67±14,73 ^b
P-VALOR	<0,0001	-	0,1443	0,0774	<0,0001

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

3.3 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la composición nutricional en lo referente a la PC estos fueron superiores a los reportados por Villegas et al. (2017), los que encontraron valores relativamente altos en ensilajes mixtos con *T. diversifolia*, PC (12,1%). Así mismo en lo relacionado a MS y MI se obtuvo un comportamiento similar, siendo la MS (14,5%) y MI (10,9%).

Según los autores pese a que la composición bromatológica de la especie en el trabajo estuvo por porcentajes superiores a los reportes encontrados en la literatura, sobre la composición química del ensilaje de *T. diversifolia*, la cual se obtuvo mejor calidad ya que la combinación con la gramínea permitió incrementar los valores nutricionales en general.

Van Soest y Roberson (1982), afirmaron que mientras más alto es el porcentaje de FDA menos digerible es el alimento y mientras más alto es el porcentaje de FDN menos consumido es el alimento. En este sentido Intriago (2011) apoya lo anterior mencionando que el alto nivel de fibra limita su uso en monogástricos lo que hace una fuente adecuada para rumiantes, así mismo según Tabaré (s.f) cuando la fibra es de calidad está contiene bajos porcentajes de FDA (30-35%) lo que permitirá que sea más aprovechable por parte del animal y beneficiosa para la producción.

Según los resultados obtenidos en nuestra investigación se confirma la teoría de los autores anteriores dónde se considera más aprovechable en rumiantes por su mayor valor de FDN y menor valor de FDA como se puede observar en la tabla 4.

En lo referente al análisis microbiológico, el pH de los ensilajes de esta investigación estuvo dentro de los rangos establecidos para ensilaje bien fermentados según Bertoia (2004), el pH ensilaje bien fermentado se encuentra entre 3.3 y 4.2, coincidiendo con lo planteado por Hiriart (1984), que afirmó que los ensilados de fermentación láctica se caracterizan por tener un pH entre 3.7 y 4.2 y un alto contenido de ácido láctico. Por otra parte, Buitrago et al., (1979), mencionó que la calidad del ensilaje depende gran parte de la acidez, lo cual debe ser inferior a 4.5 y preferiblemente menor a 4.0.

El porcentaje de materia seca no ejerce acción directa sobre los sucesos que acontecen en el silo, sin embargo, casi siempre los mayores valores de pH se corresponden con los menores contenidos de materia seca (Mc Collough, 1982).

Según Mc Collough (1982), no todos los organismos anaeróbicos facultativos presentes en el ensilaje perjudican a la calidad de este producto, pero no se puede descartar la posibilidad de que estas enterobacterias ocasionen problemas como degradar proteínas y competir con las bacterias ácido lácticas por azúcares, cabe recalcar que al a ver degradación proteica en el ensilaje se accede que se produzca compuestos tóxicos que perjudican la palatabilidad de este alimento por aminas biogénicas y ácidos grasos de cadena larga que se producen.

En lo que respecta a las enterobacterias estuvieron por debajo del límite de detección, ya que éstas se encuentran en los ensilajes cuando estos han sido contaminados por heces de animales.

En lo referente a hongos y levaduras, cuando suele haber filtraciones de aire en un ensilaje se puede identificar el hongo con facilidad debido a su tamaño y variado color, por lo general durante el proceso de ensilado debido a que pasa por una fase de deterioro anaerobio, el hongo se puede encontrar en la parte superior del silo donde existe oxígeno y se pueda reproducir (Jonsson et al., 1990 y Nout et al., 1993).

Según Jonsson et al. (1990), las especies más frecuentes identificadas son muchas, pero entre ellos y las más comunes son las del género *Penicilium roqueforti*, *Fusarium graminearum* y *Aspergillus*, un manejo adecuado de los materiales, los aditivos, la buena compactación y sellado completo del ensilaje podrán prevenir o limitar el desarrollo de hongos.

Para McDonald et al. (1991), las levaduras son microorganismos indeseables para la calidad de los ensilajes, debido a que estos microorganismos en condiciones anaeróbicas y aeróbicas fermentan azúcares y degradan el ácido láctico provocando efectos negativos como pH alto, disminución de carbohidratos hidrosolubles y mal gusto en la leche debido al etanol. Entre más tiempo el ensilaje permanece almacenado menor va a haber la presencia de levaduras.

Referente a la investigación se obtuvieron valores bajos de hongos y levaduras, lo que quiere decir que concuerda con los autores antes mencionados con respecto a que hubo una buena compactación y cierre hermético del ensilaje.

En procesos de fermentación adecuados, los azúcares se convierten en ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico y acético que son los responsables de la rápida caída del pH. En este medio se reduce la supervivencia de hongos, levaduras y clostridios, causantes de grandes pérdidas en los silos (Filya y Sucu, 2010; Santos et al., 2015).

Así también, las BAL se utilizan en la industria alimentaria para preservar y mejorar las propiedades sensoriales de los alimentos; sus metabolitos como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y otros procedentes del metabolismo del oxígeno, así como compuestos aromáticos (diacetilo, acetaldehído), derivados deshidratados del glicerol (reuterina), bacteriocina,

diplococinas, lactalinas y acidofilinas pueden inhibir el crecimiento de *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Fernández et al., 2014; Li et al., 2015).

Por otra parte, los ensilajes mal conservados pueden ser una fuente de micotoxinas (deoxinivalenol y zearalenona), provocadas por el acceso de aire a los silos (Kalac, 2011).

CONCLUSIONES

En base a los resultados observados en la composición bromatológica el tratamiento de mejor contenido nutricional fue el número uno el cual estaba compuesto de 50% de pasto Maralfalfa y 50% Botón de Oro, porque obtuvo mayor cantidad de proteína 15,09% y bajo en fibra detergente ácida 14,00%.

Microbiológicamente el mejor tratamiento fue el uno porque presentó ausencia de Enterobacterias, ausencia de Hongos- levaduras y valor bajo de Staphylococcus, en lo que se refiere a la variación del pH todos los tratamientos tuvieron un pH inferiores a 4,5.

En conclusión, se puede determinar que el mejor tratamiento fue el uno, del ensilaje de pasto Maralfalfa y Botón de Oro, ya que la asociación de estos dos permite obtener mejor calidad nutricional y microbiológica para la alimentación animal.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se puede emitir en base a los resultados obtenidos de esta investigación son los siguientes:

- Ensayar con otros tipos de aditivos para la conservación del ensilaje.
- Desarrollar investigaciones en animales para determinar los resultados *in vivo*.
- Divulgar esta técnica a nivel productivo mediante proyectos de vinculación.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E. (2004). Pastos y forrajes para el trópico colombiano, Manizales: Universidad de Caldas, (2004).
- Andino, F. y Castillo, Y. (2010). Curso microbiología de los alimentos: un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria [en línea]. Curso universitario. Universidad Nacional de Ingeniería UNI – Norte, 2010. [Consulta: 30 julio 2018]. <https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf>
- AOAC (Association of Analytical Communities). (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (OMA). AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Benítez, J. y Hernández, D. (2018). Alimentación de ganado de doble propósito estabulado usando Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) y pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en estado fresco con seis niveles en la ración, desarrollado en el cantón El Golfo, municipio de San Juan Nonualco, departamento de La Paz, El Salvador, 2016 (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Betancourt, M., González, I. y Martínez, M. (2005). Evaluación de la calidad de los ensilajes. Revista Digital Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. 8:1 - 5.
- Bertoia, L. (2004). Algunos conceptos sobre ensilaje. Secretaría de agricultura Laboratorio NIRS – Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Lomas de Zamora
- Bou, G., Fernández-Olmos, A., García, C., Sáez-Nieto, J. y Valdezate S. (2011). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. Enferm Infec Microbiol Clín 29: 601-608. doi: 10.1016/j.eimc.2011.03.012
- Bedoya, O., Posada, S., Millán, L. y Rúales, C. (2017). Efecto del ensilaje de *Thitonia diversifolia* sobre la composición láctea en hembras ovinas y su relación con el estatus nutricional. Revista Lasallista de Investigación, 14 (1), 93-102. <https://doi.org/10.22507/rli.v14n1a>
- Buitrago, J., Gómez, G., Pórtela, R., Santos, J. y Trujillo, C. (1979). Yuca ensilada para l alimentación de cerdos. CIAT, Cali, CB. 49Pág.
- Cañete, M. y Sacha, J. (1998). Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 1 - 260 p.
- Camacho, H. (2000). Enfoques epistemológicos y secuencias operativas de investigación. Tesis doctoral. Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín. Programa Doctorado en Ciencias de la Educación.
- Correa, H., Ceron, J., Arroyave, H., Henao, Y. y López, A (2004). Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. En: IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa Colanta, Hotel Intercontinental de Medellín, noviembre 10 y 11: 231 - 274.
- Clavero, T. y Razz, R. (2009). Valor nutritivo del pasto Maralfalfa (*Penisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación, Rev. Fac. Agron. (Online). Vol.26, n.1. pp. 78-87. (Fecha de acceso: septiembre 3 del 2014). URL disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.Php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100005&Ing=es&nrm=iso>. ISSN 0378-7818.
- Chalkling, D. (2015). Ensilaje de grano húmedo. En línea disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/86-grano_humedo.pdf Consultado el: 28/10/2019

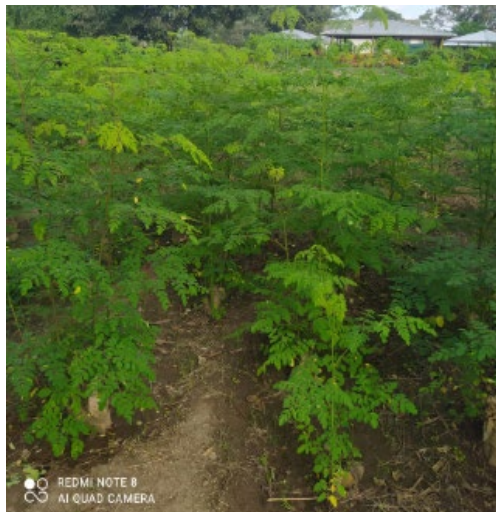
- Chiriboga, G. (2013). Plan de negocios para la producción y comercialización de complementos nutricionales para la alimentación de ganado vacuno en Pedro Vicente Maldonado. Universidad de las Americas. (<https://goo.gl/QxAGtB>).
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria). (2001). Manual de análisis microbiológico de alimentos. Manual, Ministerio de la salud, Lima. [Internet]. Disponible en: http://bvs.minsa.gob.pe/local/DIGESA/61_MAN.ANA.-MICROB.-pdf
- Espinoza, F. (2012). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados de cáscara de maracuyá. Córdoba, Argentina. Pp. 3-7.
- Espinosa, L. (2017). Establecimiento y desarrollo vegetativo de Moringa (*Moringa oleifera* lam.), utilizando deficiencias de cinco macro nutrientes mediante el método del elemento faltante (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). En línea disponible en: <http://eprints.uanl.mx/14129/> Consultado el: 8/11/2019
- ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua). (2020a). Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf
- ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua). (2020b). Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf
- Fernández, W. (2016). Utilización de ensilaje de banano como suplemento alimenticio en el engorde de vacas mestizas Brahman en pastoreo en el cantón Marcabelí, Provincia de El Oro (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja).
- Fernández, K., Chanci, I., Wilches, L. y Cardona, J. (2014). Caracterización de los metabolitos de bacterias ácido lácticas y efecto inhibitor de las bacteriocinas en microorganismos patógenos en alimentos: revisión sistemática de la literatura, 2008-2012. *Rev Biosalud* 13: 45-61.
- Filya, I. y Sucu, E. (2010). The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass Forage Sci* 65: 446-455. doi: 10.1111/j.1365-2494.2010.-00763.x
- Gallego, L., Mahecha, L. y Angulo, J. (2017). Producción, calidad de leche y beneficio: costo de suplementar vacas Holstein con *Tithonia diversifolia*. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 357-370. <http://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i2.25945>
- Gamboa, L. (2018). Evaluación del uso de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como suplemento de vacas Jersey en etapa productiva. (Tesis de Pregrado). [Escuela de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional]. <http://hdl.handle.net/11056/14864>
- Guamán, R. (2011). Utilización de carne de conejo en la elaboración de salchicha tipo Frankfurt. Riobamba 2010. En T. d. Gastronomía. Riobamba.
- Gutiérrez, E. (2017). Evaluación económica y productiva de procesos tecnológicos sobre maíz fresco y ensilado como suplemento para bovinos en la Vereda la Hormiga de Tame Arauca.
- Hiriart, L. (1984). Ensilados, procedimiento y calidad, Editorial Trillas, primera edición, MX. 98 pág.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2019). Estación Experimental Portoviejo. Programa Yuca-Camote. Informe Técnico Anual.

- 2019.<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5600/1/iniapeepia2019yucaycamote.pdf>
- Intriago, J. (2011). Efectos de la castración de toretes brahmán mestizos cebados en pastoreo más suplementación con subproductos de la zona (Palmiste, soya, algodón) tesis, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica.
- Iglesias, J. y Pérez, J. (2016). Evaluación de los desechos frescos de pescado y ensilados como única fuente de proteína animal en la alimentación de híbrido de Clarias (Clarias gariepinus x C. macrocephalus). *Aquatic* 25: 22-27.
- Jonsson, A., Lindberg, H., Sundas, S., Lingvall, P. y Lindgren, S. (1990). Effect of additives on quality of big-bale silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 31: 139-155.
- Kalac, P. (2011). The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's milk: a review. *Food Chem* 125: 307-317. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.08.077
- Latorre, A., Del Rincón, D. y Arnal, J. (2005). Bases metodológicas de la investigación educativa. Barcelona: Ediciones experiencia.
- Loreti, J., Oosterheld, M. y Sala, O. (2001). Lack of intraspecific variation in resistance to defoliation in a grass that evolved under light grazing pressure. *Plant Ecol.* 157: 195-202.
- Li, D., Ni, K., Pang, H., Wang, Y., Cai, Y. y Jin, Q. (2015). Identification and antimicrobial activity detection of lactic acid bacteria isolated from corn stover silage. *Asian Austral J Anim* 28: 620-631. doi: 10.5713/ajas.14.0439
- McDonald, P., Henderson, A. y Heron, S. (1991). *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.
- Mc Cullough, M. (1982). Alimentación práctica de la vaca lechera. Editorial AEDOS, Barcelona, ES. 215 Pág.
- MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). (1992). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, La Ganadería en Colombia Pastos y forrajes bovinos: (1992). <http://www.cyemh.org/ganaderiaencolombia.htm>.
- Meza, Z. (2017). Moringa oleifera lam.: una alternativa de forraje con alto contenido de proteína para las partes bajas del estado de Nuevo León (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). Disponible en <http://eprints.uanl.mx/14062/> Consultado el 8/11/2019
- Nout, M., Bouwmeester, H., Haaksma, J. y Van Dijk, H. (1993). Fungal growth in silages of sugar beet press pulp and maize. *J. Agr. Sci.*, 121: 323-326.
- Orozco, E. (2016). ENSILAJE “La mejor manera de conservar forrajes en época de abundancia para suplementar al ganado en época de escasez”. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (Inta-Costa Rica).
- Ordoñez, E. (2015). Efecto de la producción y calidad de ensilaje en maíz (*Zea mays* L.) sometido a dos edades de corte y cinco periodos de conservación (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Agropecuaria.)
- Pirela, M. (2005). Valor nutritivo de los pastos tropicales. Manual de ganadería doble propósito. (Fecha de acceso: junio 1 del 2014). URL Disponible en: http://www.avpa.aula.ve/docuPDFs/libros_online/manualganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf.
- Quero, C. y Enríquez, Q. (2003). Mejoramiento genético de gramíneas forrajeras en México. Importancia estratégica y avances. En Flores AE (Ed.) I Simp. Int. Manejo de Pastizales. UAA-UGA-Produce Aguascalientes, México. pp. 1-18

- Rangel, J., Ledesma, L. y Arizala, J. (2019). Arbustivas forrajeras: importancia en las ganaderías de trópico bajo colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 899-915. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.35136>
- Romero, L. (2008). Pasturas templadas y tropicales (pp.37-60). Presentado en XXI Curso Internacional de lechería para profesionales de América Latina, Argentina. Recuperado a partir de <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/pasturastt.pdf>
- Santos, A., Avila, C., Pinto, J., Carvalho, B., Dias, D. y Schwan, R. (2015). Fermentative profile and bacterial diversity of corn silages inoculated with new tropical lactic acid bacteria. *J Appl Microbiol* 120: 266-279. doi: 10.1111/ jam.12980
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. y De Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones. FAO.
- Swanson, K., Busta, F., Peterson, E. y Johnson, M. (1992). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Third edition. American Public Health association. Washington D.C. U:S. A. 1992.
- Serna-Cock, L. y Stouvenel, A. (2005). Producción biotecnológica de ácido láctico: estado del arte. *Cienc Tecnol Aliment* 5: 54-65. doi: 10.1080/1135812- 0509487672
- Tabaré, B. (s.f). Conceptos básicos sobre la calidad de forrajes. En línea) consultado el 3 de noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote03.PDF>.
- Trujillo, G. (2009). Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales para la alimentación de bovinos. Primera edición. Pp. 15 -25
- Wilkins, R. (1986). Silaje. Factor determining feeding value and the effects of supplements. Procisur Conference. Remehue, 1986. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/35326/NR16628.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20principal%20objetivo%20del%20an%C3%A1lisis,en%20nutrientes%20y%20su%20potencialidad>
- Van Soest, P. y Robertson, J. (1982). Analysis of Forages and Fibrous Foods. New York, Ny: Cornell University.
- Van Soest, P., Robertson, J. y Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583.
- Zambrano, D. (2013). Forrajeras arbustivas en el engorde de conejos neozelandeses (*Oryctolagus cuniculus*) en el año 2013. Tesis de Grado, para la adquirir el título de Ingeniero Agropecuario. Quevedo - Ecuador, Los Ríos, Ecuador: UTEQ.

ANEXOS

Anexo 1. Cosecha de cada uno de los forrajes: Pasto Maralfalfa, Botón de Oro, Moringa, Hibiscus y Morera.



Anexo 2. Deshidratación de los forrajes.



Anexo 3. Picado de los forrajes.



Anexo 4. Materiales para el ensilaje.



Anexo 5. Proceso de ensilado de los tratamientos.





Anexo 6. Micro silos ya elaborados.

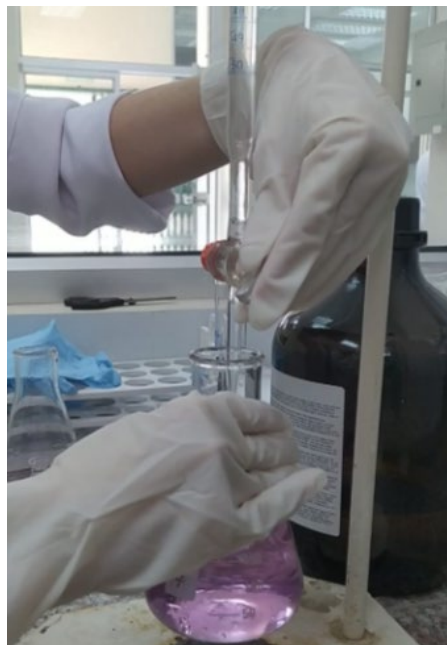


Anexo 7. Apertura de micro silos de los 4 tratamientos para los análisis de laboratorio.

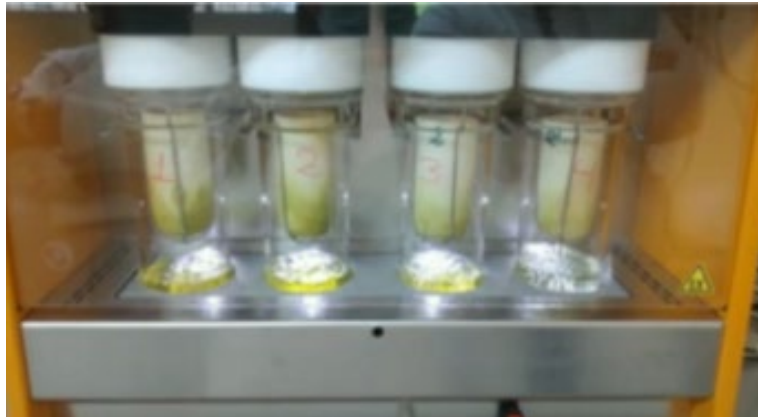




Anexo 8. Análisis de proteína.



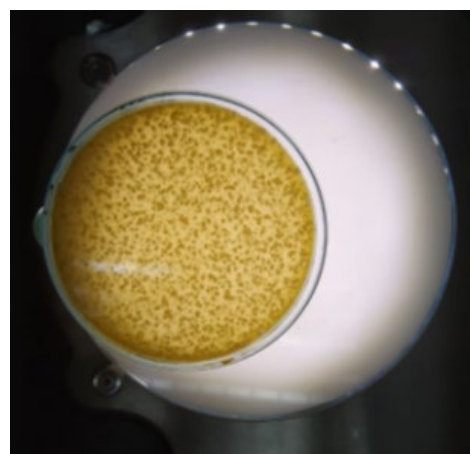
Anexo 9. Análisis de grasa.



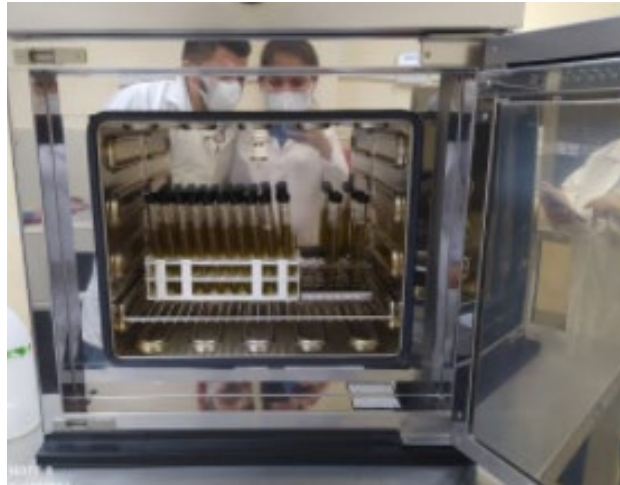
Anexo 10. Preparación de las placas para la siembra.



Anexo 11. Recuento de bacterias BAL.



Anexo 12. Bacterias en tubos con caldo MRS.



Anexo 13. Análisis de pH.



Anexo 14. Análisis estadísticos.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
MS %	12	61,41	14,52	0,75	0,0014
MO %	12	80,95	3,48	0,79	0,0054
MM %	12	19,05	3,48	0,79	0,0054
PC %	12	10,19	3,84	0,88	0,1442
GRASA %	12	4,21	1,95	0,85	0,0631
FND %	12	45,89	4,14	0,93	0,4925
FDA %	12	14,62	1,84	0,89	0,2186

Análisis de la varianza

PC %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PC %	12	0,96	0,95	8,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	155,73	3	51,91	64,59	<0,0001
TRAT.	155,73	3	51,91	64,59	<0,0001
Error	6,43	8	0,80		
Total	162,15	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,34395

Error: 0,8036 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.	
1	15,09	3	0,52	A
2	11,95	3	0,52	B
3	8,04	3	0,52	C
4	5,70	3	0,52	C

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

GRASA %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA %	12	0,83	0,77	22,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,76	3	11,59	13,40	0,0017
TRAT.	34,76	3	11,59	13,40	0,0017
Error	6,92	8	0,86		
Total	41,68	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,43119

Error: 0,8646 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.	
1	6,24	3	0,54	A
2	5,54	3	0,54	A
3	2,79	3	0,54	B

4 2,29 3 0,54 B

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

FDN %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN %	12	0,64	0,50	6,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	119,97	3	39,99	4,68	0,0360
TRAT.	119,97	3	39,99	4,68	0,0360
Error	68,38	8	8,55		
Total	188,35	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,64444

Error: 8,5476 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.
1	49,41	3	1,69 A
2	47,96	3	1,69 A B
4	45,07	3	1,69 A B
3	41,13	3	1,69 B

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

FDA %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA %	12	0,70	0,58	8,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26,03	3	8,68	6,11	0,0182
TRAT.	26,03	3	8,68	6,11	0,0182
Error	11,35	8	1,42		
Total	37,38	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,11489

Error: 1,4192 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.
4	17,16	3	0,69 A
1	14,00	3	0,69 B
2	13,79	3	0,69 B
3	13,55	3	0,69 B

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

Análisis de la varianza

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	12	0,98	0,98	0,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,00	3	0,33	165,25	<0,0001

TRAT.	1,00	3	0,33	165,25	<0,0001
Error	0,02	8	2,0E-03		
Total	1,02	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0020 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.	
2	4,50	3	0,03	A
1	4,21	3	0,03	B
4	4,10	3	0,03	C
3	3,90	3	0,03	D

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

ENTEROBACTERIAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ENTEROBACTERIAS	12	sd		sd	sd

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	3	0,00	sd	sd
TRAT.	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	8	0,00		
Total	0,00	11			

HONGOS Y LEVADURAS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
HONGOS Y LEVADURAS	12	0,34	0,09	217,73	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,92	3	3,64	1,36	0,3214
TRAT.	10,92	3	3,64	1,36	0,3214
Error	21,33	8	2,67		
Total	32,25	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 2,6667 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.	
3	2,33	3	0,94	A
2	0,67	3	0,94	A
1	0,00	3	0,94	A
4	0,00	3	0,94	A

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

AEROBIOS MESÓFILOS

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
AEROBIOS MESÓFILOS	12	0,55	0,39	56,73	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	18222,00	3	6074,00	3,33	0,0774
TRAT.	18222,00	3	6074,00	3,33	0,0774
Error	14612,67	8	1826,58		
Total	32834,67	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1826,5833 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.	
3	136,00	3	24,68	A
1	74,33	3	24,68	A B
4	63,00	3	24,68	A B
2	28,00	3	24,68	B

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

STAPHYLOCOCCUS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
STAPHYLOCOCCUS	12	0,95	0,94	17,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	110086,92	3	36695,64	56,39	<0,0001
TRAT.	110086,92	3	36695,64	56,39	<0,0001
Error	5206,00	8	650,75		
Total	115292,92	11			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 650,7500 gl: 8

TRAT.	Medias	n	E.E.	
3	290,33	3	14,73	A
4	183,67	3	14,73	B
2	77,00	3	14,73	C
1	47,33	3	14,73	C

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