



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**"EVALUACIÓN DEL BIOENSILAJE ELABORADO CON MAÍZ
FORRAJERO INIAP 180 Y ALFALFA A DIFERENTES
CONCENTRACIONES EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI"**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: JUAN PABLO AGUILAR GRANDA

DIRECTOR: Ing. LUIS ANTONIO VELASCO MATVEEV, Mgs.

Riobamba–Ecuador

2022

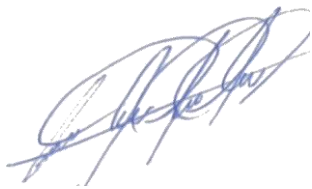
©2022, Juan Pablo Aguilar Granda

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor

Yo, JUAN PABLO AGUILAR GRANDA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 21 de abril de 2022

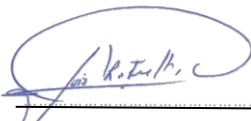
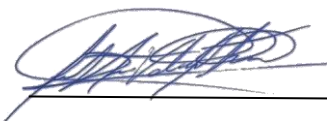
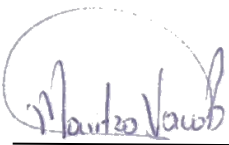


Juan Pablo Aguilar Granda

075019661-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, **“EVALUACIÓN DEL BIOENSILAJE ELABORADO CON MAÍZ FORRAJERO INIAP 180 Y ALFALFA A DIFERENTES CONCENTRACIONES EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI”**, realizado por el señor, **JUAN PABLO AGUILAR GRANDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Luis Rafael Fiallos Ortega, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022/04/21
Ing. Luis Antonio Velasco Matveev, Mgs. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2022/04/21
Ing. Maritza Lucía Vaca Cárdenas, MCS. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2022/04/21

DEDICATORIA

A Dios, que me ha guiado durante este arduo camino, quien me da fuerzas y el carácter para seguir adelante día a día. A mis padres David y Betty, que me han formado para ser la persona que soy hoy en día enseñándome buenos valores y a ser una persona responsable, pero principalmente por todo su apoyo y cariño que he recibido a lo largo de mi vida, mis hermanos Christian, David, Laura, a mi sobrina Daniela, a mis abuelitos, en especial a mi abuelo Aulidio, quien ya no está presente, pero siempre lo llevaré en mi corazón, por sus enseñanzas, anécdotas y por todo el tiempo que compartí a su lado. A todos mis amigos y compañeros que hice a lo largo de esta carrera, por brindarme su confianza y respeto, con los cuales compartí buenos momentos.

Juan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre bendecirnos la vida, por ser nuestro guía en lo largo de nuestra existencia, apoyarnos y darnos la fortaleza en momentos más difíciles. Gracias a mis padres: Betty y David por estar siempre pendiente de mí, confiar y creer de nuestros logros, por sus sabios consejos, valores y principios que me han inculcado. Agradezco a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Ingeniera Zootécnica, la cual, en sus aulas, continuamente forman profesionales con un alto grado de profesionalismo en el campo que se encuentren. De igual forma agradezco al personal administrativo y trabajadores que laboran en la prestigiosa y sagrada “Escuela de Zootecnia.”

Mi más sincero agradecimiento para todos mis maestros y compañeros que siempre han estado juntos a mí en todo momento dándome ánimos y buenos consejos.

Juan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Maíz forrajero	3
1.1.1. <i>Adaptación del maíz forrajero</i>	3
1.1.2. <i>Usos del maíz forrajero</i>	3
1.1.3. <i>Clasificación taxonómica</i>	4
1.1.4. <i>Establecimiento del maíz forrajero</i>	4
1.2. Maíz forrajero variedad INIAP 180	4
1.2.1. <i>Origen</i>	4
1.2.2. <i>Características Agronómicas</i>	5
1.2.3. <i>Zonas de adaptación.....</i>	5
1.2.4. <i>Preparación del suelo</i>	5
1.2.5. <i>Cantidad de semilla por hectárea.....</i>	5
1.2.6. <i>Distancia y densidad de siembra.....</i>	6
1.3. Alfalfa	6
1.3.1. <i>Origen</i>	6
1.3.2. <i>Clasificación taxonómica.....</i>	7
1.3.3. <i>Características de la alfalfa</i>	7
1.3.4. <i>Importancia económica.....</i>	7
1.3.5. <i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	8
1.3.6. <i>Selección y preparación del terreno.....</i>	8
1.3.7. <i>Época de siembra.....</i>	8
1.3.8. <i>Método y densidad de siembra</i>	9

1.4.	Bioensilaje	9
1.4.1.	<i>Importancia de los ensilajes</i>	10
1.4.2.	<i>Calidad del bioensilaje</i>	10
1.4.3.	<i>Especies para ensilar</i>	11
1.4.4.	<i>Tipos de silos</i>	12
1.4.5.	<i>Fases de fermentación dentro de un silo</i>	14
1.4.6.	<i>Etapas de un ensilado</i>	15
1.4.7.	<i>Tipos de ácidos que se presenta en la fermentación</i>	17

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	18
2.1.	Localización y duración del experimento	18
2.2.	Unidades experimentales	18
2.3.	Materiales equipos e instalaciones	18
2.3.1.	<i>Equipos de laboratorio</i>	18
2.3.2.	<i>Reactivos</i>	19
2.3.3.	<i>Materiales</i>	19
2.3.4.	<i>Materia prima</i>	20
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	20
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i>	20
2.5.	Mediciones experimentales	22
2.5.1.	<i>Caracterización física de la materia prima</i>	22
2.5.2.	<i>Composición Bromatológica del bioensilaje</i>	22
2.5.3.	<i>Variables relacionadas con la fermentación del Bioensilaje</i>	22
2.5.4.	<i>Económicos</i>	23
2.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	23
2.6.1.	<i>Esquema del ADEVA</i>	23
2.7.	Procedimiento experimental	23
2.8.	Metodología de evaluación	24
2.8.1.	<i>Caracterización de la materia prima</i>	24
2.8.2.	<i>Análisis bromatológico</i>	24
2.8.3.	<i>Variables relacionadas con la fermentación del bioensilaje</i>	26
2.8.4.	<i>Análisis Económico</i>	26

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	27
3.1.	Caracterización física de la materia prima.....	27
3.1.1.	<i>Maíz forrajero INIAP 180.....</i>	<i>27</i>
3.1.2.	<i>Alfalfa</i>	<i>27</i>
3.2.	Análisis bromatológico del bioensilaje	28
3.2.1.	<i>Humedad.....</i>	<i>28</i>
3.2.2.	<i>Proteína.....</i>	<i>29</i>
3.2.3.	<i>Fibra</i>	<i>30</i>
3.2.4.	<i>Ceniza</i>	<i>31</i>
3.2.5.	<i>Extracto Etéreo.....</i>	<i>32</i>
3.2.6.	<i>Extracto libre de nitrógeno</i>	<i>33</i>
3.3.	Ácidos relacionados con la fermentación del bioensilaje.....	33
3.3.1.	<i>Ácido láctico</i>	<i>34</i>
3.3.2.	<i>Ácido acético.....</i>	<i>34</i>
3.3.3.	<i>Ácido butírico</i>	<i>34</i>
3.3.4.	<i>pH.....</i>	<i>35</i>
3.4.	<i>Variables económicas.....</i>	<i>36</i>
	CONCLUSIONES.....	38
	RECOMENDACIONES.....	39
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica del maíz	4
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	7
Tabla 3-1:	Calidad de un bioensilaje	11
Tabla 4-1:	Parámetros de evaluación de un silo	11
Tabla 1-2:	Condiciones meteorológicas de la Estación Experimental Tunshi.....	19
Tabla 2-2:	Esquema del experimento	22
Tabla 3-2:	El esquema del ADEVA	23
Tabla 1-3:	Características físicas del Maíz forrajero INIAP 180	28
Tabla 2-3:	Análisis bromatológico del Bioensilaje	29
Tabla 3-3:	Análisis de los ácidos presentes en el bioensilaje	36
Tabla 4-3:	Análisis del beneficio costo del bioensilaje.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Análisis bromatológico en cuanto a la humedad del bioensilaje	30
Gráfico 2-3:	Análisis bromatológico en cuanto a la proteína del bioensilaje	31
Gráfico 3-3:	Análisis bromatológico en cuanto a la fibra del	32
Gráfico 4-3:	Análisis bromatológico en cuanto a la ceniza del bioensilaje	33
Gráfico 5-3:	Análisis bromatológico en cuanto al extracto etéreo del bioensilaje	34
Gráfico 6-3:	Análisis bromatológico en cuanto al extracto libre de nitrógeno del bioensilaje ..	35

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL BIOENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO INIAP 180 Y ALFALFA A DIFERENTES CONCENTRACIONES
- ANEXO B:** ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES DEL BIOENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO INIAP 180 Y ALFALFA A DIFERENTES CONCENTRACIONES
- ANEXO C:** CERTIFICADO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL
- ANEXO D:** HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICIÓN ANIMAL

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el bioensilaje elaborado con maíz forrajero variedad INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones en la Estación Experimental Tunshi, se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron T0 bioensilaje de maíz (testigo); T1 bioensilaje de maíz +10% de alfalfa; T2 bioensilaje de maíz +20% de alfalfa; T3 bioensilaje de maíz + 30% de alfalfa, el bioensilaje se lo realizó en fundas plásticas de polietileno de 40 kg, las cuales se agregaron inoculante y se dejaron fermentar por 45 días, luego de este periodo se abrieron los silos y con ayuda de un medidor de pH se logró determinar el pH de cada tratamiento, posteriormente se tomaron muestras de 900 gramos de cada bioensilaje se colocaron en fundas herméticas y se determinó el análisis bromatológico, (humedad, proteína, fibra, grasa, ceniza y extracto libre de nitrógeno), ácidos grasos volátiles (ácido acético, butírico y láctico), y se determinó el análisis económico. Los resultados demostraron un aceptable contenido de proteína cruda en los tratamientos T2 y T3, con un porcentaje de 9,72 y 11,76 respectivamente. El pH de los 4 tratamientos se encontró dentro de los límites permisibles pH no mayor a 4,6; caso similar ocurrió con los ácidos grasos volátiles de los cuatro tratamientos al estar dentro de los límites permisibles: Ácido láctico mayor a 6%, ácido acético menor a 2% y ácido butírico menor a 1%. Se concluye que el mejor tratamiento en la evaluación del bioensilaje fue el T3, el cual aportó mayor cantidad de proteína 11.76% y un pH de 4.13, recomendándose utilizar mezclas forrajeras conformadas por gramíneas y leguminosas, las cuales aportan una mayor cantidad de proteína con la finalidad de mejorar la calidad bromatológica del bioensilaje.

Palabras claves: <ZOOTECNIA >, < BIOENSILAJE >, <MAIZ INIAP 180>, <ALFALFA (*Medicago sativa*)>, <ANÁLISIS BROMATOLÓGICO>, < ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.>.


D.B.N.A.I.
Ing. Cristian Castillo

1105-DBRA-UTP-2022



ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the biosilage made with INIAP 180-variety forage corn and alfalfa at different concentrations at the Tunshi Experimental Station. A completely randomized design with four treatments and four replications was applied. The treatments evaluated were T0 corn biosilage (control); T1 corn biosilage +10% alfalfa; T2 corn biosilage+20% alfalfa; T3 corn bio-silage + 30% alfalfa, the bio-silage was carried out in 40 kg polyethylene plastic bags, which were added inoculant and left to ferment for 45 days. After this period the silos were opened and with the help of a pH meter, the pH of each treatment was determined. Subsequently, samples of 900 grams of each bio-silage were taken, placed in hermetic bags and the bromatological analysis was determined (moisture, protein, fiber, fat, ash and free nitrogen extract), volatile fatty acids (acetic, butyric and lactic acid), and the economic analysis was also determined. The results showed an acceptable crude protein content in treatments T2 and T3 with a percentage of 9.72 and 11.76, respectively. The pH of the four treatments was found to be within the permissible limits, that is a pH not greater than 4.6. A similar case occurred with the volatile fatty acids of the four treatments, which were within the permissible limits: lactic acid greater than 6%, acetic acid less than 2% and butyric acid less than 1%. It is concluded that the best treatment in the evaluation of the bio-silage was T3, which provided a greater amount of protein 11.76% and a pH of 4.13. It is recommended the use of forage mixtures composed of grasses and legumes, which provide a greater amount of protein in order to improve the bromatological quality of the bio-silage.

Keywords: <ZOOTECNICS >, <BIOSILAGE >, <MAIZ INIAP 180>, <ALFALFA (Medicago sativa)>, <BROMATOLOGICAL ANALYSIS>, <TUNSHI EXPERIMENTAL STATION>



Dra, Gloria Isabel Escudero Orozco

C.I. No.060269890-4

INTRODUCCIÓN

La principal fuente del alimento para ganado bovino en el Ecuador son los pastos y los forrajes, por esta razón la mayoría de la superficie del suelo cultivable está destinada a pastos, sin embargo estos pastos no cubren en su totalidad todos los requerimientos nutricionales que necesitan los animales para su rendimiento, por lo tanto existen diferentes dificultades como es la falta de alimentación constante durante todo el año por lo que hay épocas lluviosas marcadas que normalmente con el pastoreo se desperdicia gran cantidad de forrajes y hace falta cuando no existe lluvias o son muy escasas (Adelaida et al. 2004, pp 66-67.)

Tomando en cuenta que los animales deben recibir un alimento en forma adecuada durante todos los días sin importar la presencia de lluvias o no, se pone en consideración alternativas para suplir la falta del forraje en ciertas épocas críticas del año, y una de esas alternativas es la conservación de forrajes mediante la elaboración de ensilajes el cual servirá para la alimentación de animales cuando los pastos empiecen a escasear (Mier 2009, p.09.)

El ensilaje permite almacenar el excedente para utilizarlo cuando sea necesario. Ésta es una forma de almacenaje de alta eficiencia, fácil de aplicar, barata y permite almacenar forraje en buenas condiciones de consumo que mantiene el valor nutricional por largos periodos (Aguirre et al. 2016, p.77).

La utilización de los silos sin lugar a duda trata de resolver de cierta manera en épocas de sequías la falta de alimento, por lo cual se han combinado los conocimientos científicos y prácticos que tiene por finalidad hacer más eficiente los alimentos tales como forraje y concentrados, de esta manera en la presente investigación se plantea utilizar el bioensilaje de maíz forrajero y alfalfa a diferentes concentraciones (10-20-30%) con la finalidad de evaluar su contenido bromatológico para la utilización en dietas de los animales con la finalidad de disminuir costos y mantener una dieta constante durante todo el año.

Por estos motivos se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar el bioensilaje elaborado con maíz forrajero variedad INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones en la Estación Experimental Tunshi.

Realizar la caracterización física de la materia prima maíz forrajero y alfalfa, utilizadas para la elaboración de bioensilaje.

Determinar el contenido bromatológico del bioensilaje de maíz forrajero y alfalfa a diferentes concentraciones (10-20-30 %).

Identificar el mejor tratamiento a ser utilizado para la elaboración de bioensilaje, en base al contenido bromatológico.

Determinar el análisis económico que resulta de la elaboración del bioensilaje elaborado con maíz forrajero variedad INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Maíz forrajero

El maíz es una especie forrajera destacada porque presenta un elevado volumen de forraje, y un contenido de fibra cruda igual o superior a 18 %, además de presentar un contenido de nutrientes digestibles totales superior a 70 % en base seca (Vergara. 2018, p.5).

1.1.1. Adaptación del maíz forrajero

El maíz es el tercer cereal más cultivado del mundo, solamente por detrás del trigo y del arroz. Se puede desarrollar en una gran variedad de climas que van desde el trópico hasta los climas templados, desde el nivel del mar hasta altitudes de 2700 metros sobre el nivel del mar (Tustón 2012), en la Estación Experimental Tunshi se adapta muy bien el maíz forrajero ya que está a una altura de 2750 msnm y con una producción de 50-55 toneladas métricas por hectárea.

Para la siembra de maíz forrajero, se necesita suelos que presenten una fertilidad media, además de desarrollarse en suelos infértiles con pH 5.5 – 7.0. Se adapta alturas que oscilan entre 0 – 2600 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) y precipitación anual entre 800 – 1.500 mm. Se desarrolla en zonas de altas temperaturas 13 – 27 °C, siendo susceptible a heladas y presentando una alta exigencia de luz (Martínez et al., 2016, p.188).

1.1.2. Usos del maíz forrajero

El maíz forrajero es utilizado primordialmente como fuente de energía en la alimentación animal. Cuando el maíz forrajero alcanza una edad de 75 a 115 días, se puede suministrar a los animales en forma de ensilaje, por su alto contenido de carbohidratos o proveer picado directamente a los animales. El maíz forrajero hoy en día tiene diferentes tipos de usos los cuales se menciona a continuación:

- 78% alimentación animal
- 10.1% edulcorantes

- 6,4% alcohol
- 3,1% almidón
- 2,4% productos alimenticios

1.1.3. Clasificación taxonómica

En la tabla 1-1, se clasifica al maíz de la siguiente manera:

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del maíz

Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Género	Zea
Sección	ZEA

Fuente: Izquierdo (2012, p.23)

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

1.1.4. Establecimiento del maíz forrajero

Su siembra es a través de semilla sexual y asexual con una tasa de siembra de entre 7 – 12 kg/ha. Para choclo se emplean 40.000 plantas /ha mientras que para ensilar se usan de 96.000 – 140.000 plantas/ha (Martínez et al., 2016, p.189).

Es importante realizar una preparación de suelo en el cultivo. Debemos colocar la semilla en los 3-4 cm con un buen lecho de siembra. Un nacimiento muy superficial nos puede dar pérdida de semillas y una demasiado profunda nos da problemas de pérdida de semilla y tallos más débiles (Sánchez y Delgado, 2019, p.78).

1.2. Maíz forrajero variedad INIAP 180

1.2.1. Origen

La variedad INIAP- 180 fue obtenida en la estación experimental “Santa Catalina” del INIAP, a partir de cruzamientos de las siguientes variedades: INIAP-176, INIAP-178, (INIAP-176 x Pool 4B), ICA-

V-507 y (MB-517x ICA-V-507) (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2016).

1.2.2. Características agronómicas

INIAP-180 tiene un ciclo vegetativo de 260 días en localidades de 2760 metros de altitud con 14,4°C de temperatura media, emerge a los 12 días después de la siembra. La floración masculina se produce a los 121 días y las femeninas a los 125 días. Se cosecha el grano a los 260 días, el porcentaje de grano es de 80% y de tusa el 20%. La altura promedio de la planta es 270 cm, y la altura de inserción de la mazorca es de 170 cm, el número promedio de hojas es de 12. El peso de 1000 semillas es de 498 gramos (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2016).

1.2.3. Zonas de adaptación

Esta nueva variedad es recomendada a las áreas maiceras de la sierra, las cuales están entre 2250 y 2800 metros sobre el nivel del mar y con precipitaciones de 800 y 1200 milímetros (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2016).

1.2.4. Preparación del suelo

Se debe realizar una labor de arado con el fin de permitir una adecuada descomposición de los residuos vegetales de la cosecha anterior y dos labores de rastra para dejar el suelo en las mejores condiciones para la siembra (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2016).

1.2.5. Cantidad de semilla por hectárea

El maíz forrajero se siembra a través de semilla sexual y asexual con una tasa de siembra que oscila entre 7- 12 kilogramos por hectárea .Para ensilar se usa de 96.000 -14.0000 plantas por hectárea (Martínez, 2019, p.02)

1.2.6. Distancia y densidad de siembra

La distancia de siembra es de 80 cm entre surcos, por 25 cm entre plantas y una semilla por sitio, o 50 cm entre plantas y dos semillas por sitio, lo que en ambos casos equivale a una densidad de 50000 plantas por hectárea (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2016).

1.3. Alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa*), es el recurso forrajero más utilizado en la nutrición del ganado en el mundo. Es una de las leguminosas más importantes, debido a su facilidad de adaptación a diversos ambientes y a su calidad nutricional. Otra característica trascendental, es su gran productividad de biomasa, que permite almacenar forraje para aquellas épocas del año en donde las condiciones meteorológicas afectan la oferta forrajera. Otro factor importante que permite la elección de este forraje es la lucidez que tiene para fijar nitrógeno atmosférico simbióticamente, permitiendo reducir los costos de producción en cuanto a labores de fertilización, además de mejorar las propiedades químicas del suelo (Flórez, 2015, p.27).

1.3.1. Origen

La alfalfa es un cultivo forrajero que forma parte del núcleo familiar de las leguminosas, de crecimiento perenne, con hojas trifoliadas, de un crecimiento aproximado de 60 y 90 centímetros y de raíces profundas. Se le llama “reina de las forrajeras”, por su gran contenido en proteína (hasta en un 27%). Se le usa como alimento elemental para diferentes especies de animales (FAO, 2018).

De acuerdo con Pozo (1977) la alfalfa llegó a América del sur en el siglo XVI, descendiente de Irán y Asia menor, abarcando zonas geográficas como: Turquía, Siria, Irán, Irak, Afganistán. La alfalfa se adapta a una gran variedad de climas y altitudes, encontrándose campos de este forraje en altitudes que oscilan los 700 y 4000 msnm, y temperaturas que fluctúan entre los 15 a 25°C en el día y de 10 a 20°C en la noche. Esta leguminosa es considerada como una especie de días largos, y en aquellas regiones donde el fotoperiodo es mayor a 12 horas, su floración es abundante.

Esta leguminosa prefiere suelos profundos, con un buen drenaje y alcalinos y siendo resistentes a la sequía, gracias a sus raíces que le permiten obtener agua de capas más profundas del suelo (Flórez, 2015, p.30).

1.3.2. Clasificación taxonómica

En la tabla 2-1 nos muestra la clasificación taxonómica de la alfalfa (*Medicago sativa*)

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de la alfalfa (*Medicago sativa*)

Reino	Vegetal
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Trifolieae
Genero	Medicago
Especie	Sativa

Fuente: (Flórez, 2015, p.29).

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

1.3.3. Características de la alfalfa

La alfalfa es una leguminosa herbácea perenne muy extendida. Sus flores pueden ser de varios tonos de púrpura o amarillas y hay algunos en que son blancas; se forman en racimos abiertos. Las vainas son retorcidas y tienen de una a cinco espirales. Cada vaina lleva varias semillas en forma arriñonada.

Las hojas, dispuestas alternativamente sobre el tallo, son pinadas y trifoliadas. El sistema radicular tiene una raíz principal bien definida, que puede penetrar en el suelo hasta una profundidad de 7.5 a 9 metros o más. Los tallos erectos, suelen alcanzar una altura de 60 a 90 cm, puede haber de 5 a 25 tallos o más tallos por planta, que nacen de una corona leñosa (Soriano, 2003, p.19).

1.3.4. Importancia económica

La alfalfa es indudablemente la "reina de las forrajeras" por su alta capacidad de producción y persistencia, ofreciendo además un forraje de excelente calidad, pero para que se manifiesten estas cualidades debe ser manejada correctamente, ya que es una planta muy exigente en este aspecto (Lemache, 2015, p.13).

La alfalfa (*Medicago sativa.*) constituye uno de los recursos forrajeros más importantes del país, tanto por su enorme adaptación a diferentes climas y suelos, como por su elevada calidad forrajera. Además, esta pastura le brinda al productor ganadero, forraje de alta calidad durante gran parte del

año y la posibilidad de transferir excedentes para los periodos críticos. Otro factor importante a la hora de elegir este cultivo es que al pertenecer a la familia de las leguminosas logra captar nitrógeno atmosférico simbióticamente, disminuye los costos de fertilización y mejora la fertilidad química del suelo (Lemache, 2015, p.14).

1.3.5. Requerimientos edafoclimáticos

Requiere de suelos profundos con textura franco-arenosa a franco arcilloso, en tanto que suelos delgados, arenosos o arcillosos limitan seriamente su rendimiento. El pH del suelo que no restringe su productividad varía de 6.5 a 7.5; valores menores de 5.8 o mayores de 8.5 deben evitarse ya que obstaculizan la absorción de nutrientes. Otra característica que afecta la productividad de la alfalfa es la salinidad, pues niveles de conductividad eléctrica superiores a 2dS/m, reducen ligeramente su rendimiento y de 7 a 8 dS/m, limitan su productividad en un 50% (Lara y Jurado, 2014, p.3).

1.3.6. Selección y preparación del terreno.

El cultivo de la alfalfa requiere suelos llanos y profundos, sus raíces pueden alcanzar más 6 metros de profundidad, por lo que es indispensable elegir suelos profundos, con buena retención de humedad, excelente drenaje y libre de compactación. Una buena preparación del suelo requiere un surcado profundo (30 a 40 cm), y uno o dos pasos de rastra, depende de la textura del suelo y la cantidad y dureza de los terrones que se formaron por el surcado.

Es importante no dejar terrones grandes, para evitar que la semilla quede mal distribuida respecto a su profundidad. La actividad final de este proceso es la nivelación o empareje del suelo; se debe recordar que una buena nivelación permite la distribución adecuada del agua de riego, se evitan encharcamientos y arrastre de la semilla y del fertilizante (Lara y Jurado, 2014, p.6).

1.3.7. Época de siembra.

La temperatura ambiental para que la semilla de alfalfa pueda germinar se encuentra en un rango de 5 a 35°C. La temperatura adecuada oscila entre los 19 y los 25, a los 10°C es el mínimo requerido para el crecimiento inicial. En la etapa de cotiledón es sensible al frío, es necesario superar estos estadios antes que inicie el periodo de las heladas (Lara y Jurado, 2014, p.7).

1.3.8. *Método y densidad de siembra.*

La cantidad de semilla a sembrar dependerá del porcentaje de germinación y la pureza de la semilla que se utilizará y de la densidad de plantas que se desea obtener. La profundidad de siembra y su interacción con la humedad del suelo son puntos críticos en el establecimiento de la alfalfa. La semilla debe quedar a una profundidad suficiente para que pueda disponer de una adecuada humedad para su germinación, pero también lo suficientemente superficial que permita la apropiada emergencia de las plántulas.

En términos generales, para suelos con textura arcillosa, se sugiere una profundidad de siembra de 0.6 a 1.3 cm y de 1.3 a 2.5 cm para suelos arenosos. En ambos casos, hay que vigilar constantemente el terreno durante los primeros 10 días después de la siembra para prevenir que algún evento extraordinario como temperatura y/o viento, desequen la capa superficial del suelo donde se ubica la semilla (Lara y Jurado, 2014, p.9).

1.4. *Bioensilaje*

El ensilaje es un método de conservación de nutrientes para animales en la cual se utiliza pastos y/o subproductos agrícolas de alta humedad. Este método implica compactar el alimento o los subproductos, liberar aire y fermentarlo en un ambiente anaeróbico, permitiendo el crecimiento de bacterias que acidifican el forraje (Wagner et al., 2013).

El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. El proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados. Su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar el clima y los microorganismos empleados entre otros (Adelaida et al. 2004, p. 66).

En ensilaje es una alternativa para conservar en buen estado los excedentes de forraje verde de gramíneas y leguminosas para así suministrarlo al ganado en época seca o cualquier momento de escasez. El objetivo que se busca con el proceso del ensilaje es preservar de la manera más completa posible la mayoría de los nutrientes de los forrajes (Valencia ; Hernandez ; Lopez 2011).

El ensilaje es una técnica para almacenar los alimentos resultantes de la fermentación en un estado

muy próximo al de los frescos. Los nutrientes se encapsulan en las células vegetales y se liberan parcialmente en el momento de la muerte para ser utilizados por las bacterias lácticas y convertidos en ácido láctico por algunas de ellas. Esto reduce el pH y previene el crecimiento de microorganismos dañinos. De hecho, esta fermentación espontánea es muy compleja, y desde el momento en que se corta la hierba se producirán diferentes procesos de descomposición debido tanto a los microorganismos como a las enzimas presentes en los forrajes (Wagner et al., 2013).

Por otra parte, el ensilado es el producto final de la fermentación anaerobia controlada sobre el forraje segado o los desechos agroindustriales, actividad que se lleva a cabo dentro del silo.

1.4.1. Importancia de los ensilajes

(Wagner et al., 2013), nos menciona sobre la importancia de la elaboración de Bioensilajes:

Nos permite asegurar la alimentación durante épocas con una buena producción para su empleo futuro en periodos de escasez. La preparación de los ensilajes beneficia el manejo y uso integral de los recursos en relación suelo –planta, incentivando el uso de alimentos de la zona, reduciendo el uso de concentrados de un elevado precio. En el caso del maíz, el elevado contenido en almidón de su grano propicia que su contenido energético sea más elevado que el heno o el forraje y que sea un excelente material para ensilar y por su valor alimenticio para los animales.

1.4.2. Calidad del bioensilaje

Para determinar la calidad del ensilado nos basamos generalmente en el olor, textura y la palatabilidad del mismo, además de sus características naturales como se muestra en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Calidad de un bioensilaje

CARACTERISTICAS	COMPONENTE	BUENA CALIDAD	MALA CALIDAD
QUIMICAS	pH	Menor de 4,2	Mayor a 5,2
	Ácido láctico (%)	Mayor 6	Menor 5,2
	Ácido acético (%)	Menor 2,0	Mayor 3,5
	Ácido butírico (%)	Menor 0,7	Mayor 0,8
	Nitrógeno amoniacal (%)	Menor 1,0	Mayor 4,0

FÍSICAS	Color Olor Apariencia	Amarillo verdoso	Negro PútridoHongos
	Humedad (%)	Agradable Sin hongos 68-72	< 65 o > 78

Fuente:(Bueno, Pardo y Mojica 2003)

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

En la tabla 4-1 según (Campos y Campos 2017) nos menciona los parámetros de evaluación de un silo.

Tabla 4-1: Parámetros de evaluación de un silo

Tipo de Fermentación	Color	Olor	Textura
Correcta	Verde claro, amarilloverdoso, o marrón	Agradable	Presenta textura original hojas no se separan
Mala	Verde azulado	Fuerte y ácido	Descompuesta y viscosa hojas se destruyen en las Manos
Sobrecalentada	Marrón oscuro, negro	Olor a tabaco	Hojas intactas a veces secas y desmenuzables

Fuente: (Campos y Campos 2017)

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

1.4.3. Especies para ensilar

Se puede ensilar cualquier forraje, pero se prefiere los cultivos verdes con altos rendimientos forrajeros por unidad de superficie, buena cantidad de hojas, alto contenido de azúcares o carbohidratos solubles y facilidad de cosecha (Gualoto, 2013, p.23). El contenido de azúcares solubles en el forraje a ensilar es fundamental para que se promueva una fermentación adecuada, su concentración está condicionada por la especie vegetal, este nivel debe ser alto con una marcada supremacía sobre contenido de proteínas (Gualoto, 2013, p.23).

El ensilaje admite cualquier material vegetal, es un procedimiento para conservar forrajes; sin embargo, lo mejor es ensilar aquellos de alto valor nutricional, de bajo costo, que se obtengan

fácilmente y que se produzcan en abundancia solo en una época del año (Gualoto, 2013, p.23).

Maíz: Se cosecha cuando las mazorcas se encuentran en estado lechoso, porque es cuando tiene gran cantidad de azúcares fermentables y escasa concentración de proteínas (Campos y Campos 2017).

Sorgo: Al igual que el maíz, es una importante fuente energética para el silo. Se cosecha cuando se forma el grano, ya que éste contiene gran cantidad de almidones (Campos y Campos 2017).

Gramíneas: El requisito para usar estos materiales, es la fertilización adecuada y oportuna, así como la cosecha antes de la floración. Las gramíneas se cortan para ensilarlas a los cincuenta o sesenta días después de la corta anterior, inmediatamente se recomienda fertilizar el área para mejorar la calidad nutricional del forraje en el próximo corte (Campos y Campos 2017).

Leguminosas: Proporcionan altos contenidos proteicos. El manejo de esos bancos forrajeros requiere de especial atención en cuanto a la fertilización. Por asociarse con bacterias que fijan nitrógeno, conviene el uso únicamente de fuentes de fósforo y potasio, la planta se encarga del nitrógeno por sí misma (Campos y Campos 2017)

1.4.4. Tipos de silos

Los silos, son instalaciones, recipientes o construcciones que albergan los ensilados, los protegen contra la acción de los agentes climáticos (luz, agua, aire) y ayudan a conservarlos en buen estado durante largo periodo de tiempo (Martínez et al., 2016: p.89).

Los diferentes tipos de silos deben adaptarse a los diferentes tipos de condiciones técnicas de las explotaciones, el tamaño de estos silos dependerá del nivel de consumo y de la cantidad de animales que se piensa mantener (Martínez et al., 2016: p.89).

1.4.4.1 Silos en bolsas

Se les conoce también como micro silos, presentan pérdidas reducidas y facilitan las labores de alimentación, almacenamiento y transporte; pueden utilizarse bolsas con capacidad para 45 o 60 kg, el calibre del plástico de estas bolsas debe ser de 200µ. Es una práctica muy utilizada para el pequeño productor (Ferrari y Alarcón, 2017).

Se utiliza bolsas de polipropileno para facilitar el drenaje de los efluentes si fuese necesario, en la parte inferior de la bolsa se realiza una perforación que luego se tapa con cinta adhesiva, es muy útil en explotaciones medianas, especialmente para alimentar grupos pequeños de animales (Gualoto, 2013, p.23).

1.4.4.2 Silos verticales

Están actualmente en desuso, por la cantidad de mano de obra que precisan, tanto para el llenado como para la alimentación del ganado. Se construían en parcelas alejadas del establo, aprovechando el desnivel del terreno, para facilitar su relleno a mano. Como norma general, se edificaron en hormigón armado, y tenían forma cilíndrica, de 2 a 3 m de diámetro y 4 a 6 m de altura. Cada dos metros, se dejaba un hueco para su carga y posterior vaciado. También se construyeron silos de este tipo, junto a los establos, mucho más grandes, utilizando una máquina para llenarlos (Martínez et al., 2016: p.41).

1.4.4.3 Silos horizontales

Se construyen sobre el nivel del suelo. Necesitan piso firme, plástico para proteger la masa forrajera del contacto con el suelo, aire, sol y agua, también deben protegerse de la entrada de animales. Construidos normalmente en hormigón armado, están formados por la base (plataforma) y dos paredes laterales. También pueden tener una tercera pared en su parte trasera, lo que dificulta la carga, al impedir que el tractor pueda atravesar longitudinalmente el silo, pero facilita la compactación. Es una obra civil proyectada efectuando los cálculos pertinentes.

Habitualmente, las paredes son de hormigón armado, con una altura de dos metros y de forma trapezoidal, para facilitar el pisado del forraje. La base es una zapata de 1,30 metros de ancho por 30 centímetros de altura. La anchura es de 40 centímetros en la base de las paredes y de 15 centímetros en la zona más alta. La plataforma se construye en hormigón armado, con pendientes del 2% hacia el frente y hacia el centro de la misma, para facilitar el drenaje de efluente y su recogida (Martínez et al., 2016: p.46).

Este es el tipo de silo más utilizado en la práctica y puede tener forma de trinchera sobre o bajo tierra. Los silos trinchera sobre la tierra tienen paredes laterales de concreto o de madera. El silo horizontal está muy difundido porque en sus diversas formas se puede adoptar una modalidad que coincida con

las condiciones específicas de la finca, pero es más difícil asegurar un sellado hermético a diferencia del silo vertical (Gualoto, 2013, p.23).

1.4.4 Silos Parva

Este tipo de silo consiste en ensilar sobre el suelo, haciendo uso de mantas de plástico grueso (Bardales y Bernal, 2011, p.11). Son silos que no requieren una construcción permanente, pero también es el tipo de silo con mayor riesgo para que ocurra daños en el material de cobertura que protege al ensilaje y que es indispensable para mantener el ambiente anaeróbico (Gualoto, 2013, p.24).

1.4.5. Fases de fermentación dentro de un silo

En la elaboración del bioensilaje se puede diferenciar tres fases de fermentación: la fase aeróbica que intuye los cambios del forraje inmediatamente después del corte y antes de eliminar el aire; la fase anaeróbica o periodo real de fermentación, corresponde a los cambios de la masa forrajera después de eliminar el aire, y la fase de alimentación o vaciado que se inicia después de la apertura del silo. A continuación, se describe ampliamente que procesos ocurre en cada una de las fases:

1.4.5.1. Fase 1. Aeróbica

Durante este periodo, que dura solo unas horas, el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal se reduce rápidamente debido a la respiración del material vegetal y la presencia de microorganismos aeróbicos como levaduras y enterobacterias. Además, de la actividad significativa de algunas enzimas vegetales, como la proteasa y la carbohidrasa, siempre que el pH se mantuviera dentro del rango normal entre 6,5- 6,0 (Adelaida et al. 2004).

1.4.5.2. Fase 2. Fermentación

La fase de fermentación comienza a ocurrir en ausencia de oxígeno. Dependiendo de las propiedades del material a ser ensilado y de las condiciones ambientales, esta etapa puede durar días o meses.

Si hay una buena fermentación se desarrollarán bacterias de ácido láctico y convirtiéndoles en una población dominante. durante este periodo el pH baja de 3.8 a 5.0 debido a la producción de ácidos lácticos y otros ácidos (Adelaida et al. 2004).

1.4.5.3. Fase 3. Estabilidad

La mayoría de los organismos en la etapa 2 reducen gradualmente su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven a esta etapa en estado latente; Otros, como clostridios y bacilos, permanecen como esporas. Solo ciertas proteasas y carbohidrasas y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri*, que son tolerantes a ambientes ácidos, continúan funcionando, pero a un ritmo más lento. Si el ambiente no tiene aire, hay un ligero cambio (Adelaida et al. 2004)

1.4.5.4. Fase 4. Deterioro aeróbico

Esta fase ocurre en todos los silos cuando se abre y se expone al aire para su uso, pero puede ocurrir antes debido a daños en la cubierta del silo (por ejemplo, roedores o aves). El periodo de recesión se puede dividir en dos fases: La primera se debe al inicio de la descomposición de los ácidos orgánicos que preservan el ensilado por la acción de las levaduras y en ocasiones de las bacterias productoras de ácido acético.

Esto provoca un aumento en el valor del pH permitiendo que comience la segunda etapa de degradación; en el que hay un aumento de temperatura y la actividad de microorganismos que modifican el ensilaje. La etapa final también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos que también son opcionales como mohos y enterobacterias (Adelaida et al. 2004).

1.4.6. Etapas de un ensilado

1.4.6.1. Respiración

La calidad del forraje se ve afectado por respiración de la planta, en esta etapa la energía se pierde en forma de calor provocando un aumento de temperatura en el silo, a temperaturas que oscilan entre 35° C a 40 ° C se presenta algunas reacciones en las cuales los azúcares solubles y los aminoácidos presentes en el forraje son polimerizados, formando compuestos semejantes a la lignina, dando como consecuencia un incremento más de temperatura interna del silo. Cuando la temperatura sobrepasa los 50° C el ensilaje se presenta de un color oscuro debido a la caramelización de los azúcares solubles provocando pérdidas en la calidad del producto final (López 2017).

En la superficie del forraje existen diferentes organismos aeróbicos, los cuales continúan su proceso respiratorio con el oxígeno sobrante, posteriormente de haber realizado el ensilado. En esta fase ocurre la reducción de las proteínas a aminoácidos y luego a aminos y amoniacos, provocando una reducción que puede llegar hasta el 50% del total de las proteínas del forraje (Villa Lenis Z. 2008).

1.4.6.2. Acidificación

En las próximas etapas se generan fermentaciones anaeróbicas, las cuales, dependiendo del sustrato, las condiciones del medio (pH, T° y humedad, entre otras) y las bacterias dominantes, producen diferentes productos finales. Después de que todo el oxígeno es usado por las bacterias aeróbicas, empieza una etapa de fermentación anaeróbica en donde pasa el incremento de las bacterias que generan ácido acético y otros productos finales, esta etapa dura entre 24 y 72 horas (López 2017).

Durante la acidificación, el crecimiento de otro grupo de bacterias, las bacterias del ácido láctico, que producen principalmente ácido láctico a partir de carbohidratos solubles, como resultado de la fermentación. Esta etapa es la etapa de obtención del mejor efecto de conservación de los productos finales, en la que la cantidad de ácido láctico equivale al 60% del ácido total producido. Esta etapa, dura aproximadamente 21 días y continúa hasta que el pH del alimento desciende para evitar el crecimiento de cualquier bacteria presente dentro del silo. El pienso alcanza su máximo estado de conservación, pudiendo almacenarlo durante un tiempo determinado siempre que se mantenga en condiciones anaeróbicas (López 2017).

1.4.6.3. Deterioro aeróbico

Esta es la etapa final y comienza con la apertura del silo y la exposición del silo al aire. La degradación anaeróbica ocurre durante la extracción y distribución del ensilado a los animales o puede ocurrir antes de que se inicie el uso del ensilaje debido a que las cubiertas del silo están dañadas.

El pH final del ensilaje depende del tipo de forraje, así como de las condiciones y tiempo del ensilado. El ensilado de fuentes de energía como el maíz puede alcanzar un pH por debajo de 4.0, mientras que con una mayor humedad del ensilaje las poblaciones de las bacterias ácido-lácticas disminuyen y las poblaciones de Clostridios aumentan (Villa Lenis Z. 2008).

1.4.7. Tipos de ácidos que se presenta en la fermentación

1.4.7.1 Ácido láctico

Algunas especies de bacterias se caracterizan por producir solo ácido láctico, estos microorganismos son todos los miembros del género *pediococcus*, *streptococcus*, *lactococcus* y varias especies del *lactobacillus*, y otras especies de bacterias conocidas como "heterofermentativas", fabrican ácido láctico, ácido acético, alcohol (etanol) y dióxido de carbono (Faubla Zambrano y Ponce Mera 2016).

Los mismos autores mencionan que las especies homofermentativas prefieren el ensilaje porque producen ácido láctico más fuerte y son más reductores que el ácido acético. Ahora, cuando el pH desciende, el ácido láctico se convierte en el producto final dominante en el proceso de fermentación. La producción exacta de ácido láctico depende de los siguientes tres factores:

- El número de bacterias de ácido láctico presentes en el momento del ensilaje.
- Presencia de azúcares fermentables suficientes.
- Deficiencia de oxígeno en el ensilaje.

1.4.7.2 Ácido acético

Es un componente del ensilaje resultante de la fermentación producida por bacterias Coliformes heteromórficas, bacterias del ácido butírico y láctico. Los valores aceptables son 2-3% basados en materia seca y afectan la palatabilidad del producto almacenado (López 2017).

1.4.7.3 Ácido butírico

Es producido por bacterias butíricas es un buen indicador en cuanto a la calidad del producto como su estabilidad anaerobia, este ácido es producido bajo condiciones anaeróbicas por una variedad de factores entre ellos: la alta contaminación del suelo, una baja fermentación del ensilado, baja cantidad de materia seca (López 2017).

Las concentraciones de ácido butírico en un ensilado para que sea calificado como muy bueno y palatable para los animales debe alcanzar un rango de concentraciones inferiores al 1%. La fermentación secundaria es un proceso bacteriano no deseado que debe minimizarse. La más

peligrosa es la fermentación butírica, que es producida por bacterias que prosperan entre los 20-40°C. El aumento de amoníaco producido por estas bacterias tiende a favorecer la proliferación de especies del género bacillus, que producen amoníaco, y de ciertos microorganismos nocivos que estropean los alimentos (Valencia ; Hernandez ; Lopez 2011).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

La investigación se realizó en la Unidad de Apoyo en Alimentos Suplementarios de la Estación Experimental Tunshi, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el kilómetro 12 vía Licto, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Las condiciones meteorológicas de la Estación Experimental Tunshi se detalla a continuación en la tabla 1-2:

Tabla 1-2: Condiciones meteorológicas de la Estación Experimental Tunshi

Parámetros	Valores
Altitud msnm	2750
Temperatura	13,10°c
Precipitación mm/año	558,60
Humedad relativa, %	66,25

Fuente: (Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH, 2020).

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

2.2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales que estuvo conformada la investigación son los 16 silos tipo bolsacon un peso de 45 kg.

2.3. Materiales equipos e instalaciones

2.3.1. Equipos de laboratorio

- Equipo de Macro Kjeldahl
- Estufa
- Peachímetro

- Mufla
- Porta dedales
- Vaso de recuperación de solvente
- Balanza analítica
- Desecador
- Espátula
- Pinza universal
- Bomba calorimétrica
- Pipeta de 5 ml de capacidad

2.3.2. *Reactivos*

- Ácido sulfúrico al 7%
- Hidróxido de sodio al 25%
- Alcohol n-amílico
- Acetona
- Gránulos de zinc
- Ácido clorhídrico al 0.1N

2.3.3. *Materiales*

- Correas de amarre
- Marcador permanente
- Baldes de 5 litros
- Fundas de polietileno
- Libreta de apuntes
- Maquina agro-siloprensa
- Picadora de forraje
- Balanzas
- Calculadora
- Fundas ziploc

2.3.4. *Materia prima*

- Maíz forrajero INIAP-180
- Alfalfa
- Melaza
- Suero de leche

2.4. Tratamiento y diseño experimental

Las unidades experimentales fueron distribuidas mediante un diseño completamente al azar (DCA), el cual se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable. μ = Media general.

T_i = Efecto de los niveles de alfalfa en la elaboración del bioensilaje. ϵ_{ij} = Error experimental.

El trabajo experimental tuvo cuatro tratamientos (T0, T1, T2, T3), siendo el T0 el tratamiento testigo, el T1 bioensilaje de maíz forrajero con 10% de alfalfa, el T2 bioensilaje de maíz forrajero con 20% de alfalfa, y el T3 bioensilaje de maíz forrajero con 30% de alfalfa.

2.4.1. Esquema del experimento

El esquema del experimento que se utilizó para el desarrollo de la investigación se detalla en la tabla 2-2.

Tabla 2-1: Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	U.E.	Total
Testigo	T0AL0	4	1	4
10% Alfalfa	T1AL10	4	1	4
20% Alfalfa	T2AL20	4	1	4
30% Alfalfa	T3AL30	4	1	4
TOTAL		16	1	16

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

2.5. Mediciones experimentales

2.5.1. Caracterización física de la materia prima

2.5.1.1 Maíz

- ✓ Tamaño de la planta de maíz
- ✓ Numero de hojas/planta

2.5.1.2 Alfalfa

- ✓ Altura de la planta
- ✓ Producción de forraje verde/ toneladas año

2.5.2. Composición Bromatológica del bioensilaje

- Contenido de humedad, %
- Contenido de materia seca, %
- Contenido de proteína bruta, %
- Contenido de fibra bruta, %
- Cenizas, %
- Extracto etéreo, %
- Extracto libre de Nitrógeno, %

2.5.3. Variables relacionadas con la fermentación del Bioensilaje.

- Ácido láctico, %
- Ácido acético, %
- Ácido butírico, %
- pH

2.5.4. Económicos.

- Beneficio/costo (\$)

2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

- Análisis de Varianza ADEVA ($p < 0,05$)
- Separación de medias a los niveles de significancia de $p < 0,05$, con el método de Tukey.

2.6.1. Esquema del ADEVA

En la tabla 3-2, se describe el esquema del ADEVA

Tabla 3-2: El esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	15
Tratamiento	3
Error	12

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

2.7. Procedimiento experimental

Para la elaboración del bioensilaje se cortó la materia prima: el maíz forrajero INIAP 180 con una edad de 90 días, en estado de madurez, es decir que la mazorca estaba aún en estado pastoso lechoso. El corte se efectuó en el tallo a 5 cm del suelo, y la alfalfa, se cortó de forma manual con el empleo del machete. Posteriormente se procedió a picar las materias primas: El maíz forrajero y alfalfa, a un tamaño de partícula de 13 mm. Consecutivamente se elaboró el inoculantes que consistía en una mezcla de 50% de suero de leche, 40 % melaza y 10% agua, que nos va a ayudar para el aumento de azúcares solubles y la presencia de ácido láctico para impedir fermentaciones secundarias como la butírica.

Posteriormente se preparó 16 silos tipo bolsa cada uno con 45 kg de materia ensilada a los que se les añadieron las siguientes dosis (tratamientos) 0; 10; 20 y 30 % de alfalfa, se agregó el inoculante y se fermentaron por 45 días. Terminado los 45 días se abrieron los silos para determinar el pH de cada uno y se tomaron muestras de 900g de cada bioensilaje, se colocaron en fundas herméticas para su posterior análisis bromatológico.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Caracterización de la materia prima

La caracterización de la materia prima se lo desarrolló de una forma bibliográfica, en la cual se recolectó información de investigaciones anteriores sobre la caracterización física del maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa.

2.8.2. Análisis bromatológico

El análisis bromatológico del bioensilaje se lo efectuó en el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

2.8.2.1. Determinación de la proteína cruda

Para la determinación de la proteína se utilizó el método simple propuesto por Chow, mediante el equipo micro Kjeldahl el cual consiste en calentar la muestra motivo de estudio con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar anhídrido carbónico y agua. La proteína se descompone con la formación de amoníaco el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma sulfato de amonio.

El sulfato de amonio en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico, por consiguiente, actúa en base fuerte al 50% y se desprende todo el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2,5% y titulado en HCL al 0.1N(Guevara 2009).

La fórmula es:

$$\%P.B = \frac{HCl\ 0.1\ N * 0.014 * 6.25 * ml.HCl\ 0.1\ Gastados}{\text{peso del papel + muestra} - (\text{peso papel})}$$

2.8.2.2. *Determinación de la fibra*

Para la determinación de la fibra se utilizó el método químico gravimétrico el cual consiste en digerir con una solución de ácido diluido la muestra luego con una solución de base diluida. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtración y se lavan con un solvente orgánico para eliminar el E.E. La pérdida de peso y después de quemar la muestra se denomina fibra cruda (Guevara 2009).

$$\%F.C = \frac{W \text{ crisol con muestra dirigida} - W \text{ del crisol con cenizas}}{W \text{ papel con muestra} - W \text{ papel solo}} * 100$$

2.8.2.3. *Determinación de la ceniza*

El principio para la determinación de la ceniza es colocar una muestra previamente pesada en un crisol, incinerar la muestra a temperaturas entre 500°C durante algunas horas.

Este procedimiento se da por terminado cuando el residuo está libre de carbono y la ceniza presenta un color blanco grisáceo uniforme, luego el crisol con las cenizas se enfría en un desecador y se pesa en una balanza analítica (Guevara 2009).

$$\%C.C. = (P1 - P0) * 100 / P0$$

Donde:

P1 = Peso del crisol más cenizas
P0 = peso del crisol

2.8.2.4. *Determinación de la humedad*

Para la determinación de la humedad se utilizó el método gravimétrico, el cual consiste en pesar 10 gramos de la muestra, llevar a una estufa convencional de 105°C hasta alcanzar un peso constante, luego se procede a calcular por diferencia de pesos (Guevara 2009).

$$\% M.S. = \frac{(\text{peso de la funda} + \text{materia seca}) - (\text{peso de la funda sola})}{(\text{peso de la funda} + \text{materia fresca}) - (\text{peso de la funda sola})} * 100$$

2.8.2.5. *Determinación del extracto etéreo*

Para determinación de la grasa se utiliza el Aparato para la extracción de grasa (Goldfish). Su principio es el hexano se evapora y se condensa continuamente y al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles en el solvente orgánico. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa el hexano se destila y se recolecta en otro recipiente, y la grasa que queda en el beaker se seca y se pesa (Guevara 2009).

$$\% E.E = \frac{(\text{peso beaker} + E.E) - (\text{peso beaker solo})}{(\text{peso papel} + muestra) - (\text{peso papel solo})} * 100$$

2.8.2.6. *Determinación del extracto libre de nitrógeno*

Se obtiene cuantitativamente, de restarle al 100% de la muestra la suma obtenida en los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas (Guevara 2009).

$$\%ELN = 100 - (\text{Humedad} + \text{proteína} + \text{Extracto etéreo} + \text{fibra} + \text{ceniza})$$

2.8.3. *Variables relacionadas con la fermentación del bioensilaje*

2.8.3.1 *pH*

Para la determinación del pH del bioensilaje se utilizó un Peachímetro digital, transcurrido los 45 días de fermentación del bioensilaje se procedió abrir el silo tipo bolsa y medir el pH.

2.8.3.2 *Ácido Láctico, ácido acético y butírico*

Estos ácidos tienen distintas temperaturas de ebullición debido al diferente número de átomos de carbono que forman sus moléculas. Al destilarse por corriente y vapor y titularse se pueden cuantificar individualmente.

2.8.4. *Análisis Económico*

Se determinó los costos para la elaboración de los diferentes niveles de ensilaje.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Caracterización física de la materia prima

3.1.1. *Maíz forrajero INIAP 180*

El maíz forrajero INIAP -180 es una variedad que se adapta en los valles de la serranía ecuatoriana en altitudes que oscilan los 2200 y 3000 msnm, y precipitaciones de 800 a 1200 mm, distribuidos en meses de septiembre a abril. Yáñez, en la tabla 1-3, nos menciona algunas características del maíz forrajero INIAP-180.

Tabla 1-3: Características físicas del Maíz forrajero INIAP 180

CARACTERISTICAS	PROMEDIO
Altura de la planta (cm)	270
Altura de la mazorca (cm)	170
Rendimiento grano seco (Tn/ha)	5,5
Rendimiento forraje (Tn/ha)	60
Color de la tusa	Blanca
Color del grano seco	Amarillo
Color del grano seco	Crema
Textura del grano	Duro

Fuente:(Yáñez 2010).

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

En una investigación sobre las características físicas del Maíz forrajero INIAP -180 concuerda con (Yáñez 2010). El mismo autor nos menciona que el número promedio de hojas en la planta es de 12, y su producción de forraje verde es de 53 toneladas métricas por hectárea.

3.1.2. *Alfalfa*

La alfalfa es una leguminosa perenne de 80 – 100 cm, sus hojas son trifoliadas, soporta a la sequía, por tener raíces profundas, además se adapta a bajas temperaturas (Zubiri 2000, p.15).

La alfalfa tiene un rendimiento de 40 a 80 toneladas de forraje verde hectárea/ año en los 4 a 8 cortes. Vale recalcar que el número de cortes en la serranía ecuatoriana está afectado entre otros factores por la altitud. La alfalfa tiene tallos herbáceos, rectos y ramificados, tienen una altura de 50 a 100 cm. De una corona pueden haber 25 o más tallos, en la cual nacen nuevos tallos cuando los viejos se maduran o se los cortan (Mora 2005, p.14).

Basigalup, (2007 pp. 15-20) concuerda con (Zubiri 2000) y (Mora 2005), el cual nos menciona que la alfalfa se adapta a suelos profundos, además de su rendimiento varía de 40 a 80 toneladas de forraje verde por hectárea año.

3.2. Análisis bromatológico del bioensilaje

En la tabla 2-3, Se presenta el análisis bromatológico del bioensilaje

Tabla 2-3: Análisis bromatológico del Bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y Alfalfa a diferentes concentraciones

VARIABLE	TRATAMIENTOS				E. E	Prob.	Sig.
	0%	10%	20%	30%			
Humedad %	83,82 a	79,12 b	82,90 a	82,47 a	0,60	0,0008	**
Proteína %	06,60 c	07,74 c	09,72 b	11,76 a	0,30	0,0001	**
Cenizas %	10,20 a	10,42 a	12,37 a	12,43 a	0,56	0,0223	n.s
Grasa %	04,40 c	04,58 c	05,60 b	05,90 a	0,05	0,0001	**
Fibra %	21,88 a	23,41 a	23,02 a	21,70 a	1,29	0,7428	n.s
ELN %	56,92 a	53,85 ab	49,29 b	48,17 b	1,44	0,0033	*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal.

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

3.2.1. Humedad

El contenido de materia seca lleva a cabo un papel importante en la calidad del ensilaje debido a que éste incrementa la concentración de nutrientes, favorece los procesos fermentativos y reduce la acción de los clostridios. En el gráfico 1-3 se puede apreciar el Análisis bromatológico en cuanto a la humedad del bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones

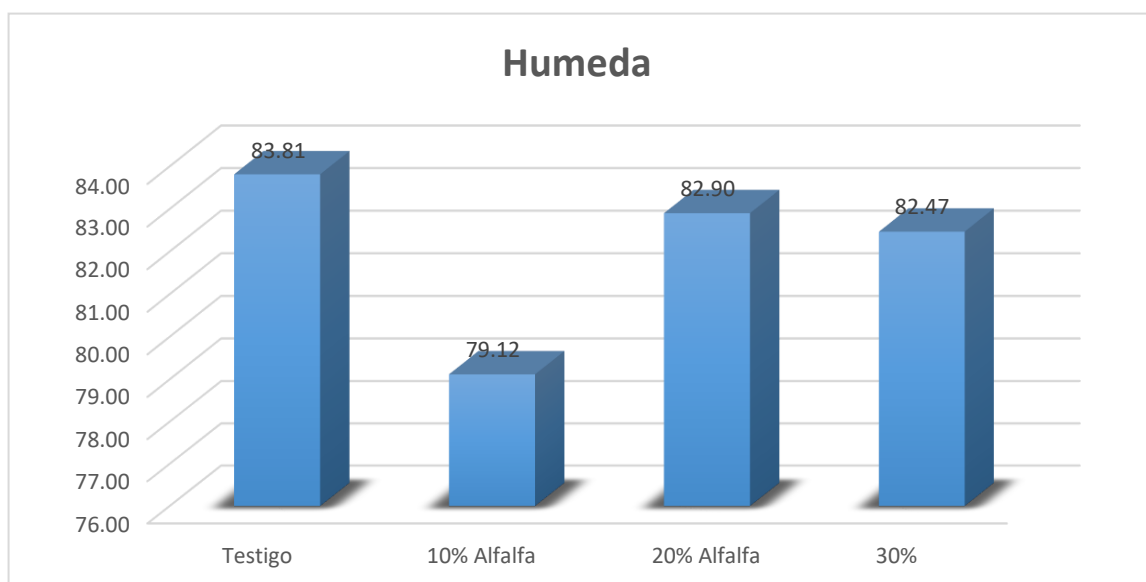


Gráfico 1-3. Análisis bromatológico en cuanto a la humedad del bioensilaje

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

Según un estudio, un ensilaje de buena calidad debe tener un porcentaje de humedad entre 70 y 75%. En la Tabla 2-3, se puede apreciar los valores del análisis bromatológico en cuanto a la humedad, en los tratamientos: T0, T2, T3, no existen diferencias significativas, a diferencia con el tratamiento T1 que sí las tiene (Bueno et al., 2003: p.30).

Al comparar el contenido de humedad del ensilado en estudio, este presenta rangos similares a los reportados por (Cardoso 2011), en su investigación sobre la evaluación y validación de la tecnología de producción de bioensilaje a partir de los residuos de cosecha de maíz, donde determinaron contenidos de humedad que varían de 80,16 hasta 81,92 %.

3.2.2. *Proteína*

El contenido de proteína bruta es el más importante dentro de los parámetros de los valores nutritivos del bioensilaje, además de ser un buen indicador general para determinar la calidad del producto y las condiciones bajo las cuales se ha conservado.

El contenido de proteína bruta varía considerablemente entre muestras de la misma especie, dependiendo de la etapa de crecimiento, momento de la cosecha, y de los niveles de fertilización aplicados. En el gráfico 2-3 se puede apreciar el Análisis bromatológico en cuanto a la proteína del

bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones.

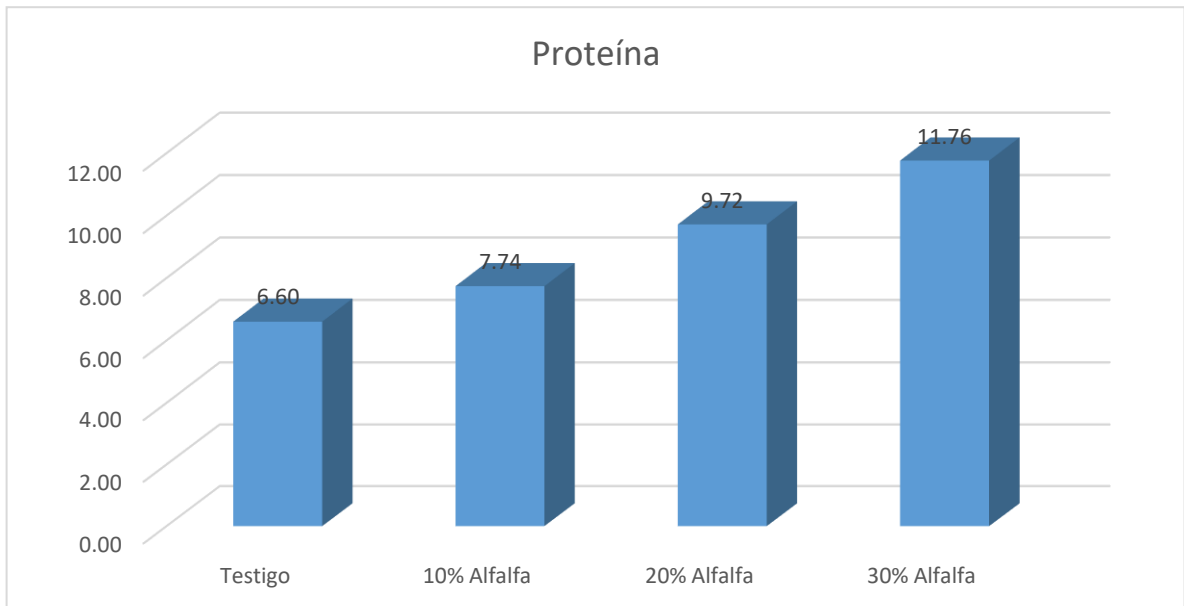


Gráfico 2-3. Análisis bromatológico en cuanto a la proteína del bioensilaje

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

Al analizar el componente proteína, en los tratamientos T0 (0% alfalfa) y T1 (10 % alfalfa), no existen diferencias significativas (misma letra C), por otro lado, los tratamientos T2 (20% de alfalfa) con un porcentaje de 9,72% de proteína y T3, (30% de alfalfa) con 11.76% de proteína respectivamente, independientemente presentan diferencias medias significativas con los demás tratamientos. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Aguirre et al. 2016, p. 4) en su investigación “*Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo*”, el cual reportó cantidades de proteína de 9.46%, 10.10% y 11.66% con un 10, 20 y 30% de inclusión de alfalfa.

Esto demuestra que la adición de niveles de leguminosas (Alfalfa) al forraje de maíz aumenta la concentración de proteína en el bioensilaje, esto debido a la cantidad de nitrógeno aportado por las leguminosas siendo el componente principal de las proteínas.

3.2.3. *Fibra*

En el gráfico 3-3, se puede apreciar los valores del análisis bromatológico en cuanto a la fibra, en la cual no existen diferencias significativas entre los tratamientos motivo de estudio, estableciendo promedios de 21,88; 23,41; 23,02; 21,73 % de fibra bruta.

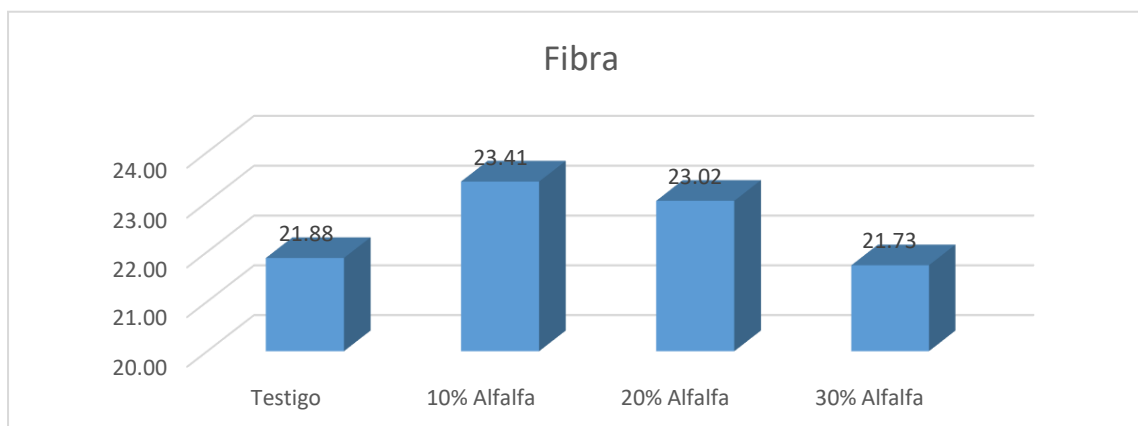


Gráfico 3-3. Análisis bromatológico en cuanto a la fibra del bioensilaje

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

La fibra bruta de la presente investigación tiene iguales resultados a los reportados por (Cardoso 2011), el cual reporta porcentaje que oscilan entre 22,06 hasta 24,97 e inferiores a los reportados por (Aguirre et al. 2016, p.4) en su investigación “*Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo*” el cual reporta porcentajes de fibra bruta de 26,02; 26,08; 26,36. El contenido de fibra bruta disminuye a medida que el porcentaje de alfalfa aumenta como se muestra en el gráfico 3-3.

3.2.4. Ceniza

En el gráfico 4-3, se puede apreciar los valores del análisis bromatológico en cuanto a la ceniza, en la cual se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos motivo de estudio. Sin embargo, se observó un aumento de porcentaje de ceniza, al incrementar las diferentes concentraciones de alfalfa en la elaboración del Bioensilaje. Este comportamiento es similar al reportado por (Aguirre et al. 2016, p.4), en su investigación sobre “*Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo*” los cuales reportan un porcentaje de ceniza de 11.35, 13.42, 11.62 % con 10, 20, 30% de inclusión de alfalfa respectivamente.

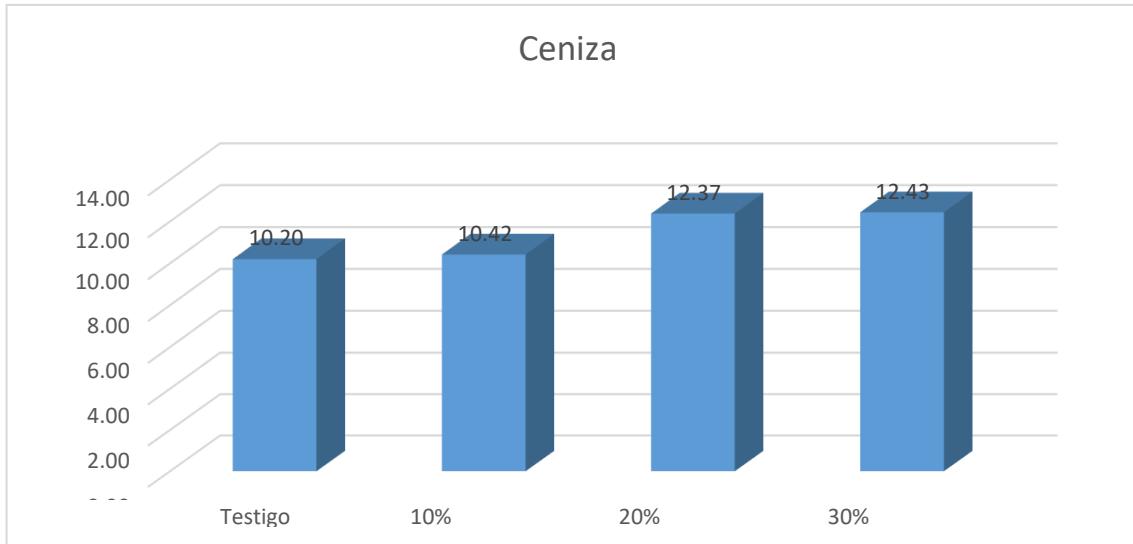


Gráfico 4-3. Análisis bromatológico en cuanto a la ceniza del bioensilaje

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

3.2.5. *Extracto Etéreo*

En el gráfico 5-3, se puede apreciar los valores del análisis bromatológico en cuanto a la grasa, en los tratamientos T0, T1, no existe diferencias significativas (misma letra C), por otro lado, los tratamientos T3 y T2 independientemente presentan diferencias medias significativas con los demás tratamientos. Estos resultados son superiores a los reportados por (Cardoso 2011) el cual reporta un porcentaje promedio de 1,56 y (Aguirre et al. 2016, p.4) el cual reporta porcentaje promedio de 1,12.

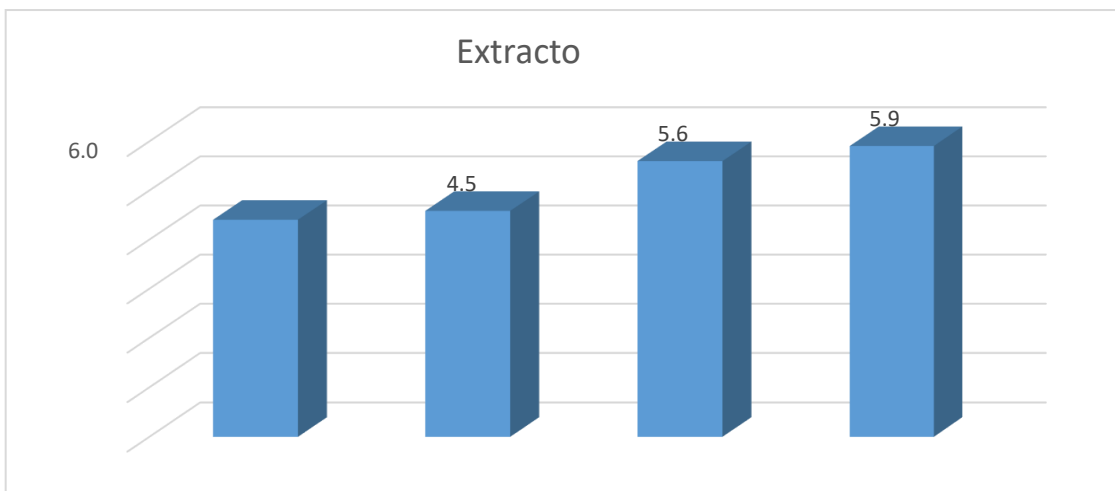


Gráfico 5-3. Análisis bromatológico en cuanto al extracto etéreo del bioensilaje

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

3.2.6. *Extracto libre de nitrógeno*

El contenido del extracto libre de nitrógeno disminuyó de manera progresiva al aumentar el porcentaje de la inclusión de niveles de alfalfa. En el gráfico 6-3, se puede apreciar los valores del análisis bromatológico en cuanto al extracto libre de nitrógeno, en los tratamientos T0 Y T1, no existen diferencias significativas, por otro lado, los tratamientos T2 y T3 presentaron diferencias medias significativas con los demás tratamientos.

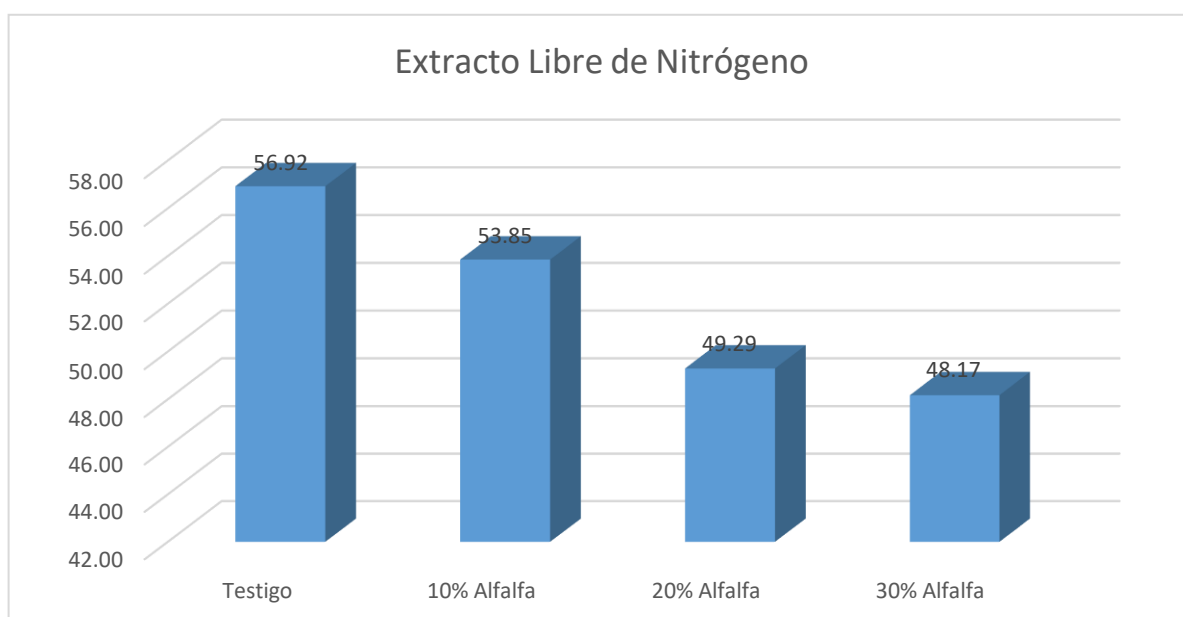


Gráfico 6-3. Análisis bromatológico en cuanto al extracto libre de nitrógeno del bioensilaje

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

3.3. **Ácidos relacionados con la fermentación del bioensilaje**

En la tabla 3-3 se detalla el análisis de los ácidos presentes en el bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP-180 y alfalfa a diferentes concentraciones.

Tabla 3-1: Análisis de los ácidos presentes en el bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP-180 y alfalfa a diferentes concentraciones

VARIABLE	TRATAMIENTOS				E. E	Prob.	Sig.
	0%	10%	20%	30%			
Ac.Láctico %	6,99 b	7,29 a	7,31 a	7,34a	0,06	0,0032	*
Ac.Butírico %	0,78 b	0,81 a	0,81 a	0,82 a	0,06	0,0032	*
Ac.Acético %	1,16 b	1,22 a	1,22 a	1,22 a	0,01	0,0033	*
Ph	3,80 b	4,60 a	4,33ab	4,13 ab	0,01	0,0092	*

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

3.3.1. *Ácido láctico*

Según Reyes et al. (2009:pp 148-162), un ensilaje de buena calidad debe tener un contenido de ácido láctico entre 5 y 9 % en base seca. En la tabla 3-3 se observa los porcentajes de ácido láctico presentes en el bioensilaje, el tratamiento testigo fue el que menor cantidad de ácido láctico se obtuvo (6,99), y el tratamiento T3 bioensilaje de maíz con 30 % de alfalfa es el que mayor cantidad de ácido láctico se obtuvo.

3.3.2. *Ácido acético*

Según Filippi (2011,pp.1-95), la cantidad de ácido acético de 1,8% se considera como excelente , mientras que 6% se estima como muy malo. En la tabla 3-3 se observa los niveles de ácido acético de la elaboración del bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa, el menor porcentaje de ácido acético es el tratamiento testigo con 1,16 % de ácido acético y en los tratamientos T1, T2, T3, no existieron diferencias significativas ($p=0,05$)

3.3.3. *Ácido butírico*

La presencia de ácido butírico debe ser mínima en un ensilaje, aunque los ensilajes bien conservados estos ácidos no deben estar presentes, ya que nos indican que se han producido proliferaciones de las bacterias clostrídicas, generalmente del grupo proteolítico. Estas bacterias confieren un mal olor y sabor a los ensilajes, a la vez que promueven la formación de amoníaco el cual impide que el pH se estabilice y alcance valores bajos.

Se consideran como aceptables las concentraciones de ácido butírico inferiores a 0,1% en base seca y como muy malas las superiores al 2%. En la presente investigación presentó niveles de ácido butírico inferiores al 1% lo que indica que nuestro bioensilaje es bueno. El tratamiento con menor porcentaje de ácido butírico fue el tratamiento testigo con 0,78% y el que mayor porcentaje de ácido butírico fue el tratamiento T3 bioensilaje de maíz con 30 % de alfalfa, esto se debe a que el tratamiento testigo contiene más azúcares solubles el cual va ayudar a una buena fermentación del bioensilaje a diferencia del tratamiento T3, que por tener mayor cantidad de proteína y menor cantidad de azúcares soluble conlleve una fermentación no tan buena ya que la proteína produce una sustancia tapón provocando que el pH del bioensilaje no baje lo suficiente (Filippi 2011, pp.1-95).

3.3.4. pH

En la tabla 3-3, se puede apreciar los valores relacionados con la fermentación del Bioensilaje en cuanto a pH, se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos motivo de estudio. El tratamiento T1 (10% de alfalfa) tiene un grado de significancia respecto al tratamiento T0 (Testigo), esto no se evidencia en cuanto a los tratamientos T2 (20% de alfalfa) y T3 (30% de alfalfa).

El pH es un indicador del patrón de fermentación del ensilaje, con un pH por encima de 4,4 se espera la ocurrencia de fermentaciones secundarias y entre 3,8 y 4,2, fermentaciones ácido lácticas dominantes (Chaverra y Bernal 2000, p.15).

El valor del pH de 4,2 puede ser un buen indicador de la calidad de fermentación para ensilajes de bajo contenido de MS, no siendo adecuado en ensilajes con alto contenido de materia seca. por lo tanto, el mejor indicador de la calidad de un ensilaje está basado en el contenido de ácidos orgánicos presentes (Mier, 2009, p.10).

En la presente investigación se obtuvo valores de pH entre 3,80 a 4,6, valores aceptables en un proceso de ensilajes. Según Paiva (1976), citado por Mier (2009), nos menciona que un ensilaje excelente está entre 3,6 y 3,8; un ensilaje bueno entre 3,8 y 4,2; un ensilaje medio de 4,2 - 4,6 y uno malo con valores de pH mayores que 4,6; los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran en el rango excelente el tratamiento testigo (T0), rango bueno los tratamientos con 20 % y 30% de alfalfa y medio el tratamiento con 10% de alfalfa.

La alfalfa posee mucho nitrógeno y pocos carbohidratos solubles lo que conlleva a una fermentación no muy buena ya que el nitrógeno actúa como sustancia tampón y no permita que el pH baje a los niveles deseados para un buen ensilaje (Guevara 2009, p.21).

3.4. Variables económicas

Dentro del estudio económico de la evaluación del bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones, se determinaron los costos incurridos en cada uno de los tratamientos, además se determinaron los ingresos y el beneficio costo los cuales se detallan a continuación en la tabla 4-3:

Tabla 4-3: Análisis del beneficio costo del bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP – 180 y alfalfa a diferentes concentraciones.

Niveles de alfalfa					
EGRESOS		0%	10%	20%	30%
Alfalfa	1	0,00	0.54	1.08	1.62
Melaza	2	1.50	1.50	1.50	1.50
Fundas polietileno	3	1.40	1.40	1.40	1.40
maíz forrajero	4	3.60	3.24	2.88	2.52
suero de leche	5	0.50	0.50	0.50	0.50
mano de obra	6	5,00	5,00	5,00	5,00
Insumos	7	1.50	1.50	1.50	1.50
Suma		13.5	13.68	14.46	14.64
INGRESOS					
costos de ensilaje	8	4.18	4.25	4.50	4.56
costo total		16.74	17.03	18.01	18.25
B/C		1.24	1.25	1.25	1.25

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

Tabla 5-3: Tratamientos en el análisis del beneficio costo del bioensilaje

TRATAMIENTO	%PB	Costo bolsa 45 kg	B/C
T0	6,60%	4.185	1.24
T1	7,73%	4.2579	1.25
T2	9,71%	4.50429	1.25
T3	11,76%	4.56402	1.25

Realizado por: Aguilar, Juan, 2022.

Para el análisis económico de los tratamientos evaluados en la presente investigación, se consideran los costos totales de cada uno de los mismos. La investigación se realizó en función de observar los mejores tratamientos en relación a las variables investigadas (análisis bromatológico, potencial de hidrógeno y ácidos grasos volátiles), este bioensilaje no sufrió análisis experimental en la alimentación de los animales, por lo que se sugiere se investigue la respuesta de este bioensilaje en los parámetros zootécnicos de los mismos. El análisis presentado en la tabla 4-3 corresponde a los costos de elaboración del bioensilaje de cada tratamiento.

Para analizar el beneficio costo de los tratamientos del bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones se tomó como base el porcentaje de proteína bruta que se obtuvo en cada tratamiento, el tratamiento T0 es el que menor porcentaje de proteína bruta presentó (6.6%), por lo cual el costo elaboración de una bolsa de bioensilaje de 45Kg va a ser de 4,18USD, mientras tanto que el tratamiento T3 (30% de alfalfa) es el mejor en cuanto a la calidad nutricional, por tal razón el precio de la funda de 45 Kg de bioensilaje va a ser mayor (\$4.56), obteniendo un mejor beneficio costo y elaborando un ensilaje de mejor calidad.

CONCLUSIONES

- La evaluación de un bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones, se puede considerar las siguientes conclusiones derivadas de los resultados obtenidos:
- En la evaluación del bioensilaje el mejor tratamiento fue el T3 (bioensilaje de maíz con 30% de alfalfa), el cual aportó mayor cantidad de proteína 11,76% y un pH de 4,13, que se encuentra dentro de los parámetros permisibles
- El mejor tratamiento en la elaboración del bioensilaje fue el T3 (bioensilaje de maíz con 30% de alfalfa), el cual aportó mayor cantidad de ácido láctico 7,34%, ácido acético 1,22%, y ácido butírico 0,82% ,rangos que se encuentran dentro de los parámetros permitidos en un excelente ensilaje
- En el análisis económico se determinó, una rentabilidad mayor en el tratamiento T3 (bioensilaje de maíz con 30% de alfalfa), obteniendo un beneficio costo de 1,25.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos la evaluación de un bioensilaje elaborado con maíz forrajero INIAP 180 y alfalfa a diferentes concentraciones se puede plantear las siguientes recomendaciones:
- Conocer la época ideal de corte de las materias primas, además de realizar Bioensilajes utilizando mezclas de gramíneas con leguminosas con la finalidad de mejorar la calidad bromatológica del bioensilaje.
- Seguir con esta investigación, suministrando a los bovinos, para determinar la conversión alimenticia, ganancia de peso y producción de leche, y de acuerdo a estos parámetros, identificar el mejor tratamiento nutricional del bioensilaje e inclusive incrementar concentración de alfalfa

GLOSARIO

Alcalino: compuestos químicos capaces de neutralizar los ácidos y sus efectos (Motorgiga, 2022)

Biomasa: fracción biodegradable de productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, utilizada como fuente energética (APPA, 2021)

Efluentes: El efluente del ensilaje es uno de los productos de la fabricación de ensilaje que se filtra del silo poco después del inicio del proceso de fermentación del ensilaje. (Hamed, 2019)

Enterobacterias: Se trata de microorganismos procariotas que generalmente Gram negativos, tienen forma de bastón y suelen habitar en el tracto intestinal de distintos animales. (Parada, 2021)

Floración: proceso que lleva al inicio de la fase reproductiva de la planta, cuyo éxito viene determinado por el momento en que se produzca, que debe ser el más adecuado dentro de su desarrollo y bajo unas condiciones ambientales óptimas. (AgroFood, 2019)

Fotoperiodo: conjunto de procesos que permite a las plantas regular sus funciones biológicas utilizando el número de horas de luz que hay a lo largo de todo el año. (Aquae, 2020)

Heteromórficas: está asociada con diferencias en tamaño y con la forma de las flores especialmente con relación a los órganos sexuales. <http://agro.unc.edu.ar/~mejogeve/Incompatibilidad.pdf>

Palatabilidad: característica de un alimento que estimula una respuesta selectiva de un animal que pastorea. (Valdivia, 2009)

Simbiótica: es la forma en la que individuos de diferentes especies se relacionan entre sí, obteniendo el beneficio de al menos uno de los dos. (concepto, 2022)

BIBLIOGRAFÍA

ADELAIDA, M; et al. *Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación*, 2004, vol. 1, no. 1, pp. 66-71. ISSN 1794-4449.

AGROFOOD, I. *Floración*, 2019. [Blog]. [Consulta: 30 octubre 2021]. Obtenido de <https://innovacione.eu/2019/06/10/floracion/#:~:text=La%20floraci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,bajo%20unas%20condiciones%20ambientales%20C3%B3ptimas>.

AGUIRRE, L; et al. Using corn silage and alfalfa in feed for grazing sheep mestizos. 2016, pp. 9-23.

APPA. *Biomasa*. 2021. Obtenido de ¿Qué es la biomasa?: <https://www.appa.es/appa-biomasa/que-es-la-biomasa/>

AQUAE. *Fotoperiodo, clave en el crecimiento de las plantas*. 2020. Obtenido de Qué es el fotoperiodo: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/fotoperiodo-al-ritmo-de-la-0e1%20a%C3%B1o>.

BASIGALUP, D. *El cultivo de la alfalfa*. 2007 [en línea]. INTA, 2007. Buenos Aires: s.n. [Consulta: 26 febrero 2022]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-el_cultivo_de_la_alfalfa_en_la_argentina.pdf.

BUENO, G. et al. *Ensilaje de cultivos forrajeros para la alimentación de bovinos en el Piedemonte Llanero* [en línea]. Villavicencio-Colombia: Programa Regional Transferencia de Tecnología, 2003. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4819/1/007.pdf>

CAMPOS, J. y CAMPOS, G. *Aspectos básicos del ensilaje*. [blog]. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1742.pdf>

CARDOSO, E. *Tesis de grado*. Biomédica 2011, vol. 31, no. sup3.2.

CAVIEDES, M. *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina*. 2003 [en línea], Disponible en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.

CHAVERRA, H. & BERNAL, J. *El ensilaje en la alimentación del ganado bovino*. 2000. S.l.: s.n. FAO. Leguminosas forrajeras. [blog]. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x7660s/x7660s0a.htm>

FAUBLA, Á. y PONCE, H. *Evaluación bromatológica y toxicológica de microorganismos específicos en la obtención del ensilaje de banano verde* [en línea] (Trabajo de titulación). [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/q2e5xxrq-microorganismos-especificos-obtencion-ensilaje-ntum.html>

FERRARI, C. y ALARCÓN, A. *Ensilaje*. [blog]. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ensilaje.pdf

FILIPPI, R. *Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes*, 2011. [en línea], pp. 1-95. Disponible en: http://praderasypasturas.com/files/catedras/produccion_de_leche/2011/Ensilaje.pdf

FLÓREZ, D. *La alfalfa*. JDC [en línea], 2015 (Colombia) 5(1), p.27. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: [file:///C:/Users/geova/Downloads/admin,La+alfalfa-ilovepdf-compressed+\(1\).pdf](file:///C:/Users/geova/Downloads/admin,La+alfalfa-ilovepdf-compressed+(1).pdf)

GARCÉS, A. et al. *Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado*. Revista Lasallista de Investigación [en línea], 2004 (Colombia) 1(1), pp.66-70 [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69511010.pdf>

HAMED, S. *Efluentes de ensilaje*, (17 de Julio de 2019): Problemas y soluciones. Obtenido de <https://es.allaboutfeed.net/efluentes-de-ensilaje-problemas-y-soluciones/>

IZQUIERDO, A. *Evaluación del cultivo de maíz (Zea mays), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en época de escasez de alimento* [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. 2012. pp.22-23 [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1832/15/UPS-YT00102.pdf>

LARA, C. y JURADO, P. *Paquete tecnológico para producir alfalfa en el estado de Chihuahua*. INIFAP [en línea], 2014 (México) 52(1), pp.3-9 [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.producechihuahua.org/paq/PT-0010Alfalfa.pdf>

LEMACHE, P. *Utilización de diferente té de estiércol en la producción de Medicago sativa (alfalfa), variedad flor morada.* [en línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2015. pp. 13-14. [Consulta: 19 abril 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3924/1/17T1259.pdf>

LÓPEZ, N. *Valoración de la calidad nutricional del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vaina de faique (Acacia macracantha)* [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 2017. pp.7-12 [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/HUMBEC%c3%93RDOVA%20L%c3%93PEZ.pdf>

MARTÍNEZ, A. et al. *Manejo de forrajes para ensilar* [en línea]. Asturias-España: SERIDA, 2016. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.serida.org/pdfs/6079.pdf>

MIER, M. *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero.* Universidad de Córdoba, 2009, pp. 66.

MORA, J. *Adaptación de ocho variedades comerciales de alfalfa (Medicago sativa) sobre los 2900 m.s.n.m. En el sector de pailones en la hcda.* El prado, 2005. Escuela Politécnica Del Ejército, pp. 116.

MOTORGIGA. *Diccionario.* (2022). Obtenido de ALCALINO - Definición - Significado: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/alcantino-definicion-significado/gmx-niv15-con112.htm>

REYES et al. *Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino,* 2009.

SÁNCHEZ, M. y DELGADO, I. *Siembra del maíz forrajero.* Vaca Pinta [en línea], 2019 (España) 9(1), p.78. [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: https://vacapinta.com/media/files/fichero/vp009_castelan_lr-78-80.pdf

SORIANO, S. *Importancia del Cultivo de Alfalfa (Medicago sativa L.) en el Estado de Baja California Sur.* [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Coahuila, México. 2003. p. 19. [Consulta: 19 abril 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1257/SUR.pdf?sequence=1>

VALDIVIA. *Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (Odocoileus virginianus yucatanensis).* 2009. Obtenido: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

VALENCIA, A. et al. *El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana* [en línea], 2011 [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/ensilaje/>

VERGARA, F. *El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua,* 2018.

VILLA, A. *Estudio microbiológico y calidad nutricional de ensilaje de maíz cosechado en dos ecorregiones de Colombia* [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 2008. pp.34-44 [Consulta: 15 febrero 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70348/780151.2008.pdf?1&isAllowed=y>

YANÉZ, C. *INIAP- 180.* Nueva variedad de maíz de alto rendimiento. 2010.

WAGNER, B. et al. *Como preparar un buen ensilaje.* [blog]. [Consulta: 18 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol24num2/articulos/ensilaje/>

ZUBIRI, E. *Medicago sativa,* 2000. [en línea]. [Consulta: 28 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm.


Ing. Cristhian Castillo

ANEXOS

ANEXO A: ANALISIS BROMATOLOGICO DEL BIOENSILAJE DE MAIZ INIAP 180 Y ALFALFA

HUMEDAD

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	82,53	86,6000	83,26	82,86	335,2533	83,813325
10% Alfalfa	78,2	78,9333	79,8067	79,5333	316,4733	79,118325
20% Alfalfa	83,9333	83,7333	81,6	82,3333	331,5999	82,899975
30% Alfalfa	81,7333	82,0667	83,4	82,6667	329,8667	82,466675

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	50,44	3	16,81	11,53	0,0008
Error	17,5	12	1,46		
Total	67,94	15			
CV%	1,47				
Media	82,074575				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	83,82	4	0,60	A
10% Alfalfa	79,12	4	0,60	B
20% Alfalfa	82,90	4	0,60	A
30% Alfalfa	82,47	4	0,60	A

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

PROTEINA

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	6,34	7,52	6,11	6,43	26,4043	6,601075
10% Alfalfa	8,0042	7,8012	7,852	7,2949	30,9523	7,738075
20% Alfalfa	9,6572	9,3608	9,7261	10,1176	38,8617	9,715425
30% Alfalfa	11,3224	10,8858	11,7736	13,0617	47,0435	11,760875

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	61,89	3	20,63	56,06	0,0001
Error	4,42	12	0,37		
Total	66,31	15			
CV%	6,78				
Media	8,9538625				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rango
Testigo	6,60	4	0,30	C
10% Alfalfa	7,74	4	0,30	C
20% Alfalfa	9,72	4	0,30	B
30% Alfalfa	11,76	4	0,30	A

CENIZA

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	9,46	10,69	9,44	11,21	40,7958	10,19895
10% Alfalfa	10,4746	9,4629	10,5799	11,1579	41,6753	10,418825
20% Alfalfa	13,4205	13,1371	11,4737	11,4672	49,4985	12,374625
30% Alfalfa	12,7785	13,3624	13,5601	10,0344	49,7354	12,43385

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	17,67	3	5,89	4,65	0,0223
Error	15,2	12	1,27		
Total	32,87	15			
CV%	9,91				
Media	11,3565625				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	10,20	4	0,56	A
10% Alfalfa	10,42	4	0,56	A
20% Alfalfa	12,37	4	0,56	A
30% Alfalfa	12,43	4	0,56	A

GRASA

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	4,36	4,43	4,44	4,39	17,6151	4,403775
10% Alfalfa	4,6254	4,472	4,4781	4,7627	18,3382	4,58455
20% Alfalfa	5,672	5,5275	5,561	5,6318	22,3923	5,598075
30% Alfalfa	5,984	5,9179	5,9822	5,7375	23,6216	5,9054

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	6,58	3	2,19	227,96	0,0001
Error	0,12	12	0,01		
Total	6,7	15			
CV%	1,91				
Media	5,12295				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rango
Testigo	4,40	4	0,05	C
10% Alfalfa	4,58	4	0,05	C
20% Alfalfa	5,60	4	0,05	B
30% Alfalfa	5,91	4	0,05	A

FIBRA

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	23,51	22,17	22,55	19,28	87,5017	21,875425
10% Alfalfa	25,0529	24,7502	24,6221	19,2104	93,6356	23,4089
20% Alfalfa	26,1534	26,1143	20,5718	19,2512	92,0907	23,022675
30% Alfalfa	20,8281	23,7247	21,9012	20,4632	86,9172	21,7293

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	Gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	8,33	3	2,78	0,42	0,7428
Error	79,57	12	6,63		
Total	87,9	15			
CV%	11,44				
Media	22,509075				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	21,88	4	1,29	A
10% Alfalfa	23,41	4	1,29	A
20% Alfalfa	23,02	4	1,29	A
30% Alfalfa	21,73	4	1,29	A

ELN

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	56,34	55,19	57,46	58,69	227,6831	56,920775
10% Alfalfa	51,8429	53,5137	52,4679	57,5741	215,3986	53,84965
20% Alfalfa	45,0969	45,8603	52,6674	53,5322	197,1568	49,2892
30% Alfalfa	49,087	46,1092	46,7829	50,7032	192,6823	48,170575

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	198,54	3	66,18	8,03	0,0033
Error	98,86	12	8,24		
Total	297,4	15			
CV%	5,51				
Media	52,05755				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	56,92	4	1,44	A
10% Alfalfa	53,85	4	1,44	AB
20% Alfalfa	49,29	4	1,44	B
30% Alfalfa	48,17	4	1,44	B

**ANEXO B: ANALISIS DE ÁCIDOS QUE INTERVIENEN EN LA FERMENTACIÓN DEL
BIOENSILAJE DE MAÍZ INIAP 180 Y ALFALFA**

ÁCIDO LÁCTICO

1. Resultados Experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	7,20	6,96	6,80	7,00	27,95	6,98
10% Alfalfa	7,29	7,33	7,30	7,24	29,17	7,29
20% Alfalfa	7,34	7,32	7,16	7,40	29,24	7,31
30% Alfalfa	7,47	7,40	7,25	7,23	29,37	7,34

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	0,33	3	0,11	8,1	0,0032
Error	0,16	12	0,01		
Total	0,49	15			
CV%	1,6				
Media	7,2343125				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	6,99	4	0,06	B
10% Alfalfa	7,29	4	0,06	A
20% Alfalfa	7,31	4	0,06	A
30% Alfalfa	7,34	4	0,06	A

ÁCIDO BUTÍRICO

1. Resultados Experimentales

Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Tratamientos						
Testigo	0,80	0,77	0,76	0,78	3,106	0,7765
10% Alfalfa	0,81	0,815	0,812	0,805	3,242	0,8105
20% Alfalfa	0,816	0,814	0,796	0,823	3,249	0,81225
30% Alfalfa	0,831	0,823	0,806	0,804	3,264	0,816

2. Análisis de Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	4,0E-03	3	1,30E-03	8,1	0,0032
Error	2,00E-03	12	1,70E-04		
Total	0,002	15			
CV%	1,6				
Media	0,8038125				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	0,78	4	0,06	B
10% Alfalfa	0,81	4	0,06	A
20% Alfalfa	0,81	4	0,06	A
30% Alfalfa	0,82	4	0,06	A

ÁCIDO ACÉTICO

1. Resultados Experimentales

Repeticiones					Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Tratamientos						
Testigo	1,20	1,16	1,13	1,17	4,659	1,16475
10% Alfalfa	1,215	1,2225	1,218	1,2075	4,863	1,21575
20% Alfalfa	1,224	1,221	1,194	1,2345	4,8735	1,218375
30% Alfalfa	1,2465	1,2345	1,209	1,206	4,896	1,224

2. **Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	0,01	3	3,00E-03	8,07	0,0033
Error	4,50E-03	12	3,80E-04		
Total	0,0145	15			
CV%	1,6				
Media	1,20571875				

3. **Separación de medias según Tukey**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Testigo	1,16	4	0,01	B
10% Alfalfa	1,22	4	0,01	A
20% Alfalfa	1,22	4	0,01	A
30% Alfalfa	1,22	4	0,01	A

pH

1. **Resultados Experimentales**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	1	2	3	4		
Testigo	3,90	3,90	3,70	3,70	15,2	3,8
10% Alfalfa	4,7	4,2	4,9	4,6	18,4	4,6
20% Alfalfa	4,7	4,2	3,8	4,6	17,3	4,325
30% Alfalfa	3,9	4,1	4,3	4,2	16,5	4,125




2. **Análisis de Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Tratamientos	1,36	3	4,50E-01	6,09	0,0092
Error	9,0E-01	12	7,00E-02		
Total	2,260	15			
CV%	6,48				
Media	4,2125				

3. Separación de medias según Tukey

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rango
Testigo	3,80	4	0,01	B
10% Alfalfa	4,60	4	0,01	A
20% Alfalfa	4,33	4	0,01	AB
30% Alfalfa	4,13	4	0,01	AB

ANEXO C: CERTIFICADO DE LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL

	ESCUELA SUPERIOR POLITÈCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL	
<p>Riobamba, 14 de abril del 2021.</p>		
<h3>CERTIFICADO</h3>		
<h4>A QUIEN CORRESPONDA</h4>		
<p>Me complace indicar que el Sr. Juan Pablo Aguilar Granda con C.I. 075019661-0, tesista de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Carrera de Zootecnia, desarrollo los respectivos análisis de laboratorio como son: % ácidos orgánicos (ACIDO LÁCTICO; BUTÍRICO; ACÉTICO) %proteína, % humedad, %cenizas, %grasa, %fibra, Extracto libre de nitrógeno, en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, durante el periodo de 1 de febrero al 08 de abril del presente año asimilando todos los conocimientos con eficiencia, puntualidad y responsabilidad de la tesis denominada “EVALUACIÓN DEL BIOENSILAJE ELABORADO CON MAÍZ FORRAJERO INIAP 180 Y ALFALFA A DIFERENTES CONCENTRACIONES EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI”.</p>		
<p>Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizando al interesado hacer uso del presente en lo que bien tuviere.</p>		
<p>Atentamente</p>		
 <p>Firmado electrónicamente por: CARMEN ALICIA ZAVALA TOSCANO</p>		
<p>B.Q.F. Alicia Zavala</p>		
<p>Técnica Docente - Lab. De Bromatología y Nutrición Animal.</p>		
<p>Se adjunta una copia del control de Asistencia de la Tesista.</p>		
<p>Se adjunta los resultados obtenidos en el laboratorio.</p>		

ANEXO D. HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL



HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS

1.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PARÁMETROS	
CODIGO	B.M.A
MUESTRA	BIOENSILAJE
ESTADO DE LA MUESTRA	SÓLIDO
NOMBRE DE LA MUESTRA	BIOENSILAJE DE MAÍZ CON ALFALFA
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO	2021-02-01
LUGAR DE MUESTREO	ESPOCH – LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL
FECHA DE MUESTREO	2021-02-01
ANÁLISIS SOLICITADO	ANÁLISIS PROXIMAL ACÍDEZ

2.- RESULTADOS

- Tabla. Nº1.- ANÁLISIS PROXIMAL DEL BIOENSILAJE DE MAÍZ Y ALFALFA A DIFERENTES CONCENTRACIONES.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	COMPONENTES (%)					
		PROTEÍNA	CENIZA	GRASA	FIBRA	ELN	HUMEDAD
TO	R1	6,3403	9,4598	4,3556	23,5068	56,3376	82,5333
	R2	7,5235	10,6905	4,4274	22,1677	55,1909	83,6000
	R3	6,1079	9,4357	4,4434	22,5493	57,4638	83,2667
	R4	6,4326	11,2098	4,3887	19,2779	58,6911	82,8667
T1	R1	8,0042	10,4746	4,6254	25,0599	51,8358	78,2000
	R2	7,8012	9,4629	4,4720	24,7502	53,5136	78,9333
	R3	7,8520	10,5799	4,4781	24,6221	52,4679	79,8067
	R4	7,2949	11,1579	4,7627	19,2104	57,5740	79,5333
T2	R1	9,6572	13,4205	5,6720	26,1534	45,0969	83,9333
	R2	9,3608	13,1371	5,5275	26,1143	45,8603	83,7333
	R3	9,7261	11,4737	5,5610	20,5718	52,6674	81,6000
	R4	10,1176	11,4672	5,6318	19,2512	53,5321	82,3333
T3	R1	11,3224	12,7785	5,9840	20,8281	49,0871	81,7333
	R2	10,8858	13,3624	5,9179	23,7247	46,1093	82,0667
	R3	11,7736	13,5601	5,9822	21,9012	46,7828	83,4000
	R4	13,0617	10,0344	5,7375	20,4632	50,7033	82,6667

TO: Tratamiento control; T1: Bioensilaje de maíz más 10 % de alfalfa; T2: Bioensilaje de maíz más 20% de alfalfa; T3: Bioensilaje de maíz más 30% de alfalfa.

REALIZADO POR: Juan Pablo Aguilar

FUENTE. LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL



• Tabla. N°2.- ACÍDEZ DEL ENSILAJE DE MAÍZ Y ALFALFA A DIFERENTES CONCENTRACIONES

TRATAMIENTO	COMPONENTES		
	AC. LÁCTICO	AC. BUTÍRICO	AC. ACÉTICO
TO	7,200	0,800	1,200
	6,957	0,773	1,160
	6,795	0,755	1,133
	7,002	0,778	1,167
T1	7,290	0,810	1,215
	7,335	0,815	1,223
	7,308	0,812	1,218
	7,245	0,805	1,208
T2	7,344	0,816	1,224
	7,326	0,814	1,221
	7,164	0,796	1,194
	7,407	0,823	1,235
T3	7,479	0,831	1,247
	7,407	0,823	1,235
	7,254	0,806	1,209
	7,236	0,804	1,206

TO: Tratamiento control; T1: Bioensilaje de maíz más 10 % de alfalfa; T2: Bioensilaje de maíz más 20% de alfalfa; T3: Bioensilaje de maíz más 30% de alfalfa.

REALIZADO POR: Juan Pablo Aguilar

FUENTE. LABORATORIO DE BROMATOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL

DIRIGIDO POR: B.Q.F. ALICIA ZAVALA

ATENTAMENTE.



B.Q.F. ALICIA Z.

TECNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL-ESPOCH

FECHA DE ENTREGA: 09/04/2021



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13/ 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Juan Pablo Aguilar Granda
XXINFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Zootecnia
Título a optar: Ingeniero Zootecnista
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



D.B.R.A.I.

Ing. Cristhian Castillo



1105-DBRA-UTP-2022