



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE ZOOTECNIA

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Zootecnista

Título de la Unidad de Integración Curricular
“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ Y LODO DE
PALMA EN DIFERENTES PROPORCIONES”

Autor:

Villarroel Chávez Myrka Dayanara

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Ing. Ítalo Espinoza Guerra. PhD

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021-202

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Myrka Dayanara Villarroel Chávez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría: que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente

Myrka Dayanara Villarroel Chávez
CC. 1207336999
AUTORA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Dr. Ítalo Espinoza Guerra**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Myrka Dayanara Villarroel Chávez**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, “Composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones”, previo a la obtención del título de Ingeniería en Zootecnia, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Dr. Ítalo Espinoza Guerra

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE
PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO
ACADÉMICO.**

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Dr. Ítalo Espinoza Guerra, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado **“Composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones”**, de autoría de la estudiante Myrka Dayanara Villarroel Chávez, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el sistema URKUND es de **8%**, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Dr. Ítalo Espinoza Guerra

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“Composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes
proporciones en una dieta base”**

Presentado a la comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniería en Zootecnia.

Aprobado por:

Dr. Adolfo Sánchez Laiño
PRESIDENTE DEL
TRIBUNAL

Dr. Carlos Meza.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Martín González
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO- LOS RÍOS- ECUADOR
2022

AGRADECIMIENTO

Principalmente gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de la universidad, a mi alma mater por convertirme en un ser profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que contribuyo con mi formación integral, especialmente al Dr. Ítalo Espinoza, Ing. Alexandra Barrera, Ing. Lourdes Ramos, Ing. Yuny Carreño, que deja como producto terminado este conglomerado de graduados y como recuerdo imperecedero esta tesis , que se mantendra dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado y demás de mi tesis por permitir a mis experiencias, investigación y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental.

Myrka Villarroel Chávez

DEDICATORIA

Llena de regocijo, amor y esperanza, dedico este proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido pilares fundamentales para continuar adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos este proyecto que con tanto esfuerzo y esmero he realizado.

A mis padres Javier Villarroel y Ana Chávez, el Genesis de mi formación y el orgullo de lo que seré.

A mi amada hija y esposo, fuente inagotable de amor que motiva cada uno de mis pasos.
Y por supuesto a mi adorada abuela Ana López, quien desde niña deposito su fe en mí, responsable de mucho de mis logros.

Gracias a todos, por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campus Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), el objetivo de la presente investigación fue evaluar la composición química y lodo de palma en diferentes proporciones, para esta investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, donde se evaluó el nivel de inclusión del subproducto agroindustrial lodo de palma, más un tratamiento testigo de ensilaje fermentado a 30 días. La significancia de los datos que se obtuvo fue evaluada mediante un análisis de varianza. El estudio de los tratamientos permitió conocer la materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), proteína cruda (PC), grasa (EE) y fracciones de fibra: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA). Los resultados obtenidos de MS, indican que no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$); mientras MO, MI, EE, FDN Y FDA presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos evaluados ($p > 0.05$). El incremento de residuo lodo de palma en los tratamientos presentaron diferencias significativas, mejorando el valor nutricional, se recomienda utilizar niveles más alto a los utilizados en la presente investigación.

Palabras claves: residuos agroindustriales, ensilaje de maíz, bromatología.

ABSTRACT

The research was carried out in the Experimental Campus "La María" of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), the objective of the present investigation was to evaluate the chemical composition and palm mud in different proportions, for this investigation a completely at random (DCA), with five treatments and five repetitions, where the level of inclusion of the agro-industrial by-product palm sludge was evaluated, plus a control treatment of fermented silage at 30 days. The significance of the data obtained was evaluated through an analysis of variance. The study of the treatments allowed knowing the dry matter (DM), organic matter (MO), inorganic matter (MI), crude protein (CP), fat (EE) and fiber fractions: neutral detergent fiber (NDF), detergent fiber acid (FDA). The results obtained from MS indicate that there were no significant differences between treatments ($p < 0.05$); while MO, MI, EE, FDN and FDA presented statistical differences between evaluated treatments ($p > 0.05$). The increase in palm sludge residue in the treatments showed significant differences, improving the nutritional value, it is recommended to use levels higher than those used in the present investigation.

Keywords: agroindustrial residues, corn silage, food science.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
1. Introducción	5
1.1. Planteamiento del problema.	7
Diagnóstico.	7
Pronóstico.	7
1.2. Justificación	8
1.3. Objetivos.	9
1.3.1. Objetivo General	9
1.3.2. Objetivos Específicos.	9
2. Marco Teórico	10
2.1. Maíz forrajero	10
2.2. Ensilaje.	10
2.2.1. Proceso del ensilaje	10
2.2.1.1. Fase aeróbica	11
2.2.1.2. Fase de fermentación	11
2.2.1.3. Fase estable	12
2.3. Ensilado de maíz	12
2.4. (17).1819	12
3. Metodología de la investigación	13
3.1. Localización	13
3.2. Tipo de investigación	14
3.3. Método de investigación	14
3.3.1. Método Exploratorio	14
3.3.2. Método Analítico	14
3.3.3. Método de campo	14
3.4. Fuentes de recopilación de información	15
3.4.1. Fuentes primarias	15
3.4.2. Fuentes Secundarias	15
3.5. Diseño de investigación	15
3.6. Dieta establecida	16
3.7. Instrumentos de Investigación	17
3.7.1. Manejo del experimento	17
3.7.2. Análisis estadístico	17

3.7.3.	Variables a evaluar	17
3.7.3.1.	Proteína cruda (PC)	17
3.7.3.2.	Materia Seca (MS)	18
3.7.3.3.	Grasa	18
3.7.3.4.	Materia orgánica (MO)	18
3.7.3.5.	Fibra detergente ácida (FDA)	18
3.7.3.6.	Fibra detergente neutral (FDN)	19
3.8.	Recursos humanos y materiales	19
3.9.	Presupuesto	21
3.10.	Cronograma de actividades	22
4.	Resultados esperados	23
5.	Bibliografía	24

1. Introducción

El ensilaje de forrajes en países de clima tropical como lo es el Ecuador se presenta como una alternativa viable para la época seca, junto a la combinación de residuos de la industria, permitiría el aprovechamiento eficiente del mismo. El maíz (*Zea mays* L.), es uno de los forrajes utilizados más importantes en el mundo. Representa una de las principales fuentes energéticas para la nutrición animal, ya que es la base principal de todas las dietas. Un método de preservación es el forraje húmedo, que bajo condiciones anaeróbicas y la acción de bacterias es capaz de convertir carbohidratos solubles en ácidos orgánicos (1).

Actualmente, el ensilaje es un método de conservación empleado principalmente en países desarrollados y con gran aceptación en países en desarrollo; se estima que 200 millones de toneladas de materia seca por año son ensilados en el mundo actualmente, la producción de ensilaje aporta de 10 a 25% de los alimentos para rumiantes y representa el 2% de la oferta de alimentos complementarios, como promedio mundial (2).

Hoy en día, la utilización de residuos agroindustriales es una tendencia a nivel mundial, ya que esta práctica ha contribuido a disminuir la contaminación ambiental (3), sobre todo a nivel de industria, que es donde se generan residuos como resultante de los procesos de industrialización.

El cultivo de palma se constituye como una de las actividades agrícolas de mayor relevancia; que después del aprovechamiento de sus semillas se generan residuos o subproductos que se acumulan en los centros de procesamiento convirtiéndose en un contaminante del medio ambiente. El lodo de palma, subproducto que se genera del proceso de extracción de aceite de las semillas de palma se presenta como una alternativa para la alimentación de rumiantes por su alta digestibilidad y palatabilidad.

La presente investigación busca presentar una alternativa de utilización de subproductos de la actividad agrícola-industrial y su aprovechamiento para la alimentación animal mediante la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones, a fin de determinar cuál nivel cumple con los requerimientos nutricionales de los rumiantes.

1.1. Planteamiento del problema.

El forraje es la principal fuente de alimentación en la producción ganadera, sin embargo, se convierte en el principal problema en la época seca, donde la producción de forraje baja y por ende causa un impacto negativo en la producción ganadera y en los índices reproductivos. Actualmente en el Ecuador existen una gran variedad de subproductos que en su mayoría son desechados o por su alto costo no son rentables para la explotación ganadera; lo que nos obliga a buscar alternativas entre las cuales se encuentran los ensilajes, que pueden provenir de pastos, residuos de cosecha, leguminosas, forrajes. Bajo estas condiciones es necesario cubrir la demanda de alimento en la época de escasez, de manera que se garantice la disponibilidad del mismo.

La utilización de ensilaje de maíz forrajero más la adición del subproducto lodo de palma podrían cubrir la demanda alimentaria en la época seca. Sin embargo, es necesario conocer la calidad del alimento a suministrar, por esto se requiere la composición química para complementarla en una dieta que cumpla con los requerimientos nutricionales.

Diagnóstico.

Teniendo en cuenta los factores climáticos y la nutrición animal en el trópico, es imprescindible asegurar la alimentación en la época seca, convirtiéndose esto en un problema para los ganaderos por las pérdidas que se generan. Por este motivo, se presenta como alternativa en la dieta, la utilización del ensilaje como un método promisorio que asegure la alimentación de los animales en tiempo de escasez.

Pronóstico.

La escasez de alimento en la época seca ocasiona pérdidas a nivel de la producción animal, y esto a su vez da paso a que los subproductos generados en los procesos agroindustriales tomen protagonismo y se conviertan en una alternativa en la alimentación.

1.2. Justificación

Una de las estrategias de la alimentación de los rumiantes en el trópico ecuatoriano se basa principalmente en la utilización de subproductos agroindustriales debido a la baja disponibilidad de pastos durante la época seca. En los trópicos del Ecuador, las estrategias de alimentación de los rumiantes se basan principalmente en el uso directo de los pastos, así como en los recursos disponibles, como los subproductos agroindustriales, cuyo valor nutritivo desciende drásticamente en la época seca (4).

La presente investigación propone la utilización de ensilaje de maíz forrajero más la adición de lodo de palma como una alternativa viable en alimentación animal por su alto contenido de materia seca y valor energético.

La utilización de subproductos agroindustriales permite que los agricultores se beneficien al utilizarlo como una alternativa en la alimentación animal, siempre que el subproducto disponga de un alto valor energético y un bajo costo.

El ensilaje se ha convertido en un elemento muy valorado en la ganadería, porque permite el almacenamiento de pastos o subproductos agroindustriales para la época seca, por este motivo promover esta alternativa ayudaría a los ganaderos, ya que permitiría mantener la producción durante todo el año. Los residuos o subproductos como resultante de cualquier proceso industrial serían de gran utilidad ya que pueden ser transformados y estos a su vez mejorarían el valor nutricional de la dieta.

El lodo de palma, subproducto proveniente de dicha industria posee buenas características nutricionales tales como nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, sodio, fósforo, boro, azufre, cobre, manganeso y zinc, además de su alta palatabilidad, característica primordial que se busca en un suplemento (5). La presente investigación busca determinar la composición química del ensilaje de forraje de maíz más la adición de lodo de palma.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la composición química de ensilaje de maíz más adición de lodo de palma en diferentes proporciones.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar los contenidos de materia seca, materia orgánica, ceniza, proteína bruta, en el ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes niveles.
- Establecer la energía bruta del ensilaje de maíz y de lodo de palma en diferentes niveles.
- Analizar las fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) y FDN (fibra detergente neutra) del ensilaje de maíz y de lodo de palma en diferentes niveles.

2. Marco Teórico

2.1. Maíz forrajero

El cultivo de maíz cada vez se lo utiliza en mayor medida para producir forraje verde, debido a su alta palatabilidad y valor nutritivo, generalmente se lo cosecha cuando el grano se encuentra en estado lechoso y sus hojas todavía están verdes (70 u 80 días de edad), obteniéndose únicamente una cosecha en cada siembra (6).

Investigaciones recomiendan la siembra de híbridos de maíz de doble propósito, productores de grano y forraje, siempre y cuando a estos se les aplique prácticas de manejo similares (7).

Las densidades para la siembra de maíz varían según el objetivo, genotipo, fertilidad y manejo agronómico del cultivo (8).

A pesar que actualmente se está haciendo más investigación del maíz forrajero, los productores ganaderos no aprovechan al 100% este cultivo como alternativa de alimento para rumiantes durante la época seca (9).

2.2. Ensilaje.

Es un método de conservación de forrajes o subproductos agrícolas con alto contenido de humedad (60-70%), mediante la compactación, expulsión de aire y producción de un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, mediante el uso de algunos aditivos, se puede mejorar este valor (10).

Una vez que la cantidad de ácido láctico presenta de 1.5 a 2.5% de la MS y pH es de 3.5 a 4.5, esto es suficiente para inhibir el crecimiento de los microorganismos.

2.2.1. Proceso del ensilaje

El ensilaje es un proceso en el que el alimento previamente triturado se almacena en bolsas, tanques cilíndricos o estructuras conocidas como silo. Éste método de conservación se caracteriza por un contenido de humedad del 60- 70% y la fermentación de carbohidratos solubles (11) de grano o forrajes por bacterias ácido láctico.

El ensilaje permite conservar el forraje en un estado físico y su composición química no está modificada por las fermentaciones que sufre. El ensilaje como cualquier otro proceso, tiene sus ventajas y desventajas, las cuales están relacionadas con la situación particular de cada productor. Entre las ventajas, se puede destacar que este proceso proporciona al ganado un alimento de calidad uniforme, durante todo el año, especialmente durante la época seca (12)., que es la forma más práctica de preservar el valor nutricional del maíz, conserva el buen sabor durante el periodo de almacenamiento, y esto permite que se reduzcan el uso de alimentos concentrados

2.2.1.1. Fase aeróbica

En esta Etapa que dura solo unas pocas horas, el oxígeno en la masa vegetal se reduce por la respiración de materiales vegetales y microorganismos aerobios permeables como levaduras y enterobacterias. Además, existe actividad significativa de varias enzimas vegetales, como las proteasas y carbohidrasas.

2.2.1.2. Fase de fermentación

En esta fase el ácido fórmico y otros ácidos orgánicos se forman por el crecimiento de bacterias intestinales anaeróbicas facultativas, y este proceso toma de 1 a 2 días, esta etapa comienza cuando ocurre un ambiente anaeróbico. Dependiendo de las características del material ensilado y del estado en el momento del ensilaje puede variar días o semanas. Si la fermentación tiene éxito, la actividad de las bacterias se multiplicará y se convertirá en la población predominante. Debido a la producción del ácido láctico y otros ácidos, el valor del pH cae a un valor entre 3.8 y 5.0 (13).

2.2.1.3. Fase estable

Mientras se evacue el aire, difícilmente cambiará. La mayoría de los microorganismos de fase 2 reducen lentamente su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven inactivos durante este período. Otros, como el *Clostridium* y los bacilos, sobreviven como esporas (14). Solo algunas proteasas, carbohidratos y microorganismo especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a un menor ritmo.

2.3. Ensilado de maíz

El ensilaje es un método de almacenamiento para conservación de maíz en silos, donde se dan ciertas condiciones para facilitar el proceso de fermentación a un cierto nivel y el producto final es el ensilaje. Este proceso consiste en picar el material muy pequeño y llevarlos a la superficie donde se elimina todo el oxígeno del producto. Por tanto, se adhiere al proceso anaeróbico de permitir una buena fermentación y calidad, al cabo de 20 a 30 días mínimo se procede a destapar el silo el cual debe tener un olor dulce, y ese es un factor clave para demostrar que el ensilaje es de buena calidad (15).

El valor nutricional del silo de maíz puede ser muy variable, algunas variedades pueden tener mejores características nutricionales que otras, aunque depende también de factores como el estado de maduración de la planta en el momento del corte, de la naturaleza del proceso fermentativo en el silo, de la relación hoja-tallo y de la humedad del material al momento de ensilar (15).

2.4. Análisis bromatológico del lodo de palma

Los valores correspondientes al análisis bromatológico del lodo de palma evaluado en base húmeda.

Tabla 1. Composición química del lodo de palma

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDADES	CANTIDAD
Humedad	%	68.66
Proteína	%	3.78
Ceniza	%	9.82
Grasa	%	3.98
Fibra	%	20.73
Carbohidratos	%	13.76
Energía	Cal/100mg	106

Fuente (16)

2.5. Materia Seca

Al producir maíz para ensilaje, es primordial obtener el contenido de MS adecuado para garantizar una fermentación de calidad y un consumo adecuado por parte del ganado (17). La composición nutricional del ensilaje de maíz comparando con tres autores en MS está en un 39.9% (17), mientras que Hassanat et al (18) un 38% y Young et al (19) 35.65%.

3. Metodología de la investigación

3.1. Localización

La investigación se realizó en el Campus Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en el km. 7.5 vía a Quevedo- El Empalme, Cantón Mocache, dentro de la provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 10 6’28’’ de longitud Oeste, a una altura de 72 msnm. Las condiciones meteorológicas y zona ecológica en donde se ejecutó la investigación son descritas dentro de la siguiente tabla.



Ilustración 3 Mapa del campus “La María” de la UTEQ

Tabla 2. Condiciones meteorológicas del Campus “La María”

Parámetros meteorológicos	Promedios
Temperatura (°C)	28
Humedad relativa (%)	73
Precipitación (mm anual)	3190
Heliofanía (horas/luz/año)	2461
Zona ecológica	Bosque húmedo-tropical (bh-T)
Topografía	Ligeramente ondulada

Fuente: (20)

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, donde se enfocó en las presentes variables: determinar la composición química, del ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes niveles; dando uso a los residuos agroindustriales, para poder determinar la mejor proporción nutricional que se manifiesta dentro de la investigación.

3.3. Método de investigación

Se utilizó el método deductivo, la investigación estuvo compuesta por la combinación de diferentes porcentajes de lodo de palma como subproducto agroindustrial con ensilaje de forraje de maíz, además, se realizaron controles empleando variables previamente establecidas, los resultados obtenidos fueron objetados con base en la información obtenida en base a la información obtenidas en diversas fuentes bibliográficas, para luego ser descritas las respectivas conclusiones.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes Primarias.

Se recopiló información presentada en el trabajo de investigación donde se estudió la composición química, en el cual se analiza aspectos como MS, FDN, Fibra, Proteína Bruta, Materia Orgánica, Ceniza, presente y cuantificada en ensilaje de maíz forrajero y lodo de palma en diferentes proporciones.

3.4.2. Fuentes Secundarias.

La información presentada en el marco conceptual y referencial proviene de diversas fuentes secundarias tales como:

- Artículos científicos
- Trabajos de pregrado y posgrado.
- Informes de instituciones científicas

3.4. Diseño de investigación

La presente investigación se realizó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 5 tratamientos y 5 repeticiones, donde se evaluó el nivel de inclusión de subproducto agroindustrial (lodo de palma), más un tratamiento testigo de ensilaje de maíz fermentado a 30 días. Con los datos que obtendremos se realizará un análisis de varianza (ADEVA) que se detalla a continuación en la tabla 2 del siguiente esquema:

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) del diseño experimental DCA

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Error experimental	t (r-1)	20
Total	t.1-1	24

Modelo matemático a emplearse es el expuesto a continuación:

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

Dónde:

Y_{ij} = Es la observación de la J-ésima unidad de estudio del i-ésimo tratamiento $\mu =$

Es la medida del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Es el error experimental de la unidad ij.

3.5. Tratamientos Evaluados

Se realizó un análisis estadístico ADEVA mediante el uso de hojas de Excel para registrar y tabular los datos y el programa estadístico SAS y para determinar la diferencia entre las medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey (Tabla 4).

Tabla 4. Tratamientos Evaluados

Tratamientos	Descripción del tratamiento	Repeticiones
T1	100 % ensilaje de maíz + 0% lodo de palma	5
T2	90% ensilaje de maíz + 10% lodo de palma	5
T3	80 % ensilaje de maíz + 20% lodo de palma	5
T4	70 % ensilaje de maíz + 30% lodo de palma	5
T5	60% ensilaje de maíz + 40% lodo de palma	5
Total		25

Autor: Myrka Villarroel Chávez

3.6. Instrumentos de investigación

El estudio de los tratamientos permitió conocer la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

3.7. Manejo del experimento.

La investigación se realizó en el Campus Experimental “La María” de la Facultad de Ciencias Pecuarias Y biológicas (FCPB), de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para realizar la composición química se utilizó una funda de ensilaje de maíz de 30 días de fermentación más 10 kg de lodo de palma. Se elaboraron cinco tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento. Para el tratamiento T1 se procedió a pesar 500gr de ensilaje de maíz (EM), para el T2 se pesó 450gr de (EM) y 50 gr de lodo de palma (LP). Para el T3 se pesó 400gr de EM y 100 gr LP. Para el T4 se pesó 350gr EM y 150gr LP. Para el T5 se pesó 300gr de EM y 200gr de LP. Luego de esto las muestras fueron colocadas en bandejas de aluminio, en estufa Memmert ® a 65°C durante 48 horas y posteriormente se trituraron en un molino Thomas Willy ® con criba de 1.0 milímetros.

Una vez pasadas las 48 horas se procedió a pesar las bandejas con las muestras para determinar la humedad parcial. Posterior a ello fueron molidas y distribuidas aleatoriamente en cada una de las repeticiones. Luego se tomaron las muestras respectivas para realizar los análisis de la composición química de cada uno de los tratamientos, donde se analizaron la materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, grasa bruta, proteína bruta, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida. Los resultados obtenidos nos permitieron conocer los beneficios de los tratamientos evaluados.

3.8 Tratamiento de los datos.

Se describen las operaciones de clasificación, registro, tabulación y codificación, a las que fueron sometidos los datos que se obtuvieron. Así como las pruebas estadísticas realizadas. Se ordenaron los datos para obtener tablas o gráficos, para comparar resultados, relacionar las variables y describir tendencias.

3.8.1 Variables evaluadas

3.8.1.1 Proteína cruda (PC)

El análisis se efectuará mediante el método de Kjeldahl, se evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, una vez de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio (21).

3.8.1.2 Materia Seca (MS)

Se tomarán muestras de ensilaje, se pesará en un crisol y se determinará su peso en fracción húmeda, donde se colocará en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60° por 48 horas (21).

3.8.1.3 Grasa

Será determinada a través de la extracción con éter, la grasa es un nutriente de alta energía. Un factor a considerar para las grasas es la digestibilidad, la cual depende de su solubilidad (21).

3.8.1.4 Materia orgánica (MO)

Cuando una muestra de alimento es colocada en un horno llamado mufla y se mantiene en un rango 500-600 °C por 24 horas la materia orgánica queda quemada y la materia restante es la parte mineral, llamada ceniza (21).

3.8.1.5 Fibra detergente ácida (FDA)

Determinado por el equipo de Nirs, el valor de la FDA hace referencia a las porciones de pared celular del forraje que están compuestas de celulosa y lignina. Los valores que se dan tienen que ver con la capacidad de un animal para digerir el forraje por ello es un indicador de la digestibilidad y, en consecuencia, de la ingesta energética. A medida que la FDA aumenta, se reduce la capacidad de digerir o la digestibilidad del forraje (22).

3.8.1.6 Fibra detergente neutral (FDN)

Determinado por el equipo de Nirs. El valor de la FDN es la pared celular total que está compuesta por la fracción de la FDA más la hemicelulosa. Los valores de la FDN son importantes porque reflejan la cantidad de forraje que puede consumir el animal es decir es un indicador de volumen y en consecuencia, de la ingesta del pienso. A medida que aumenta el porcentaje de FDN, la ingesta de materia seca por lo general se reduce (22).

3.9 Recursos humanos y materiales

3.9.1 Recursos Humanos

El tutor Ítalo Espinoza Guerra PhD, dedicado a la investigación vinculada al estudio de ensilajes siendo un alimento alternativo en el Ecuador; tiene como finalidad facilitar el desarrollo de este proyecto de investigación científica.

Director del proyecto de Investigación Dr. Ítalo Espinoza Guerra.

3.9.2 Material Vegetativo

- ✓ Forraje de maíz
- ✓ Lodo de palma

3.9.3 Materiales e insumos

- ✓ Silo de maíz forrajero
- ✓ Lodo de palma
- ✓ Bandejas de aluminio

3.9.4 Materiales laboratorio

- ✓ 30 kg maíz forrajero
- ✓ 10 kg kg lodo de palma
- ✓ 1 rollo de fundas
- ✓ 25 crisoles
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ 25 bandejas de aluminio
- ✓ Mandil
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Baño maría
- ✓ Determinador de fibra
- ✓ Destilador
- ✓ Crisoles
- ✓ Mufla
- ✓ Desecador
- ✓ Matraz
- ✓ Estufa

Otros materiales.

- ✓ Cinta de embalaje
- ✓ Tijeras
- ✓ Marcadores
- ✓ Cuaderno de apuntes

3.9.5 Reactivos

- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Eter de petróleo

- ✓ Indicador Kjendhal
- ✓ Fenoltaleina
- ✓ Alambre de fusión
- ✓ Carbonato de sodio

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.1. Contenidos de Materia Seca en el ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

La materia seca (MS) de un alimento contiene todos los nutrientes (excepto agua) requeridos por el animal, en la tabla 5 se presentan los promedios obtenidos de MS de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, (37.48, 36.64, 35.26, 34.80, 34.50% respectivamente) no presentaron diferencias ($p < 0.05$). Los tratamientos T2, T3, T4, T5 no presentaron diferencias estadísticas a pesar del incremento del porcentaje de adición de lodo de palma frente al T1 (tratamiento testigo).

Los porcentajes de MS encontrados en esta investigación fueron inferiores a los reportados por Parsi *et al* (23) quien reportó promedios superiores del 85% debido a que utilizaron rastrojo de maíz subproducto que permanece en campo después de la cosecha, en la investigación realizada en la valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Al igual que Sánchez *et al* (24) presentaron valores promedios 89.93% de MS, cuando estudiaron la valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución de maíz (*Zea mays*), siendo estos superiores a los reportados en esta investigación, los valores inferiores se deben al uso de lodo de palma, un subproducto con base húmeda alta. Zegarra *et al* (25) reportaron valores promedios de MS 59.8% cuando estudiaron los niveles de ensilaje de maíz y su efecto en la utilización proteica y excreción de nitrógeno de vacas lecheras bajo consumo de alfalfa que fueron superiores a los reportados en nuestra investigación, debido al uso de un subproducto con menor contenido de humedad.

4.1.2. Contenido de Materia Orgánica en el ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

En la tabla 5 se muestran los promedios obtenidos de M.O donde los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (89.20, 88.98, 88.51, 88.03, 87.95 respectivamente) presentó diferencias ($p < 0.05$). Los tratamientos T1 y T2 con porcentajes 89.20 y 88.98% fueron los más altos con niveles ensilaje de maíz al 100 y 10%; lo que significa que a mayor contenido de ensilaje de maíz mayor porcentaje de materia orgánica.

Los resultados obtenidos de MO en esta investigación fueron inferiores a los reportados por Sánchez *et al* (24) reportando valores promedios del 90.13% de MO, cuando estudiaron la valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución de maíz (*Zea mays*), Vaz *et al* (26) reportó valores inferiores a los reportados en esta investigación con porcentajes del 64.4% debido a que la calidad de ensilaje es relativamente baja en la proporción grano/planta afectando el valor nutritivo, en la investigación del ensilaje de maíz como componente de la dieta en la fase de terminación de novillos. Mientras que García *et al* (27) reportó valores inferiores con porcentajes del 80.30% en el estudio de la nutrición animal en sistemas tropicales: uso de residuos agrícolas en la producción animal, la investigación se realizó in vitro para obtener los análisis de MO.

4.1.3. Contenido de Materia Inorgánica en ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Este resultado está constituido por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado, las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia presente en el alimento original. En la tabla 5 la materia inorgánica de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (10.79, 11.01, 11.48, 11.97 y 12.04% secuencialmente) demostrando diferencias en los tratamientos ($p < 0.05$). Los niveles del 20, 30 y 40% de los tratamientos T3, T4 y T5 11.48, 11.97 y 12.04% presentaron mayores porcentajes al incluir lodo de palma, en los tratamientos T1 y T2 con valores 10.79 y 11.01% indica que los porcentajes bajan debido al alto contenido de ensilaje de maíz al 100 y 10% respectivamente.

Los resultados promedios de esta investigación de los análisis de MI presentan valores similares a los reportados por Aguirre *et al* (28) demostraron promedios del 12.13% en la investigación utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. Sin embargo, los resultados de esta investigación fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (29) con una media de 26.81% de MI cuando estudiaron la caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos.

4.1.4. Contenido de Proteína Bruta en ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

El determinar la proteína nos lleva a conocer el contenido de esta en una muestra de alimento, con el fin de poder estimar el valor nutricional y calidad de los alimentos, en la tabla 5 se presentan el contenido de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (7.38, 7.32, 7.67, 7.90 y 8.60% respectivamente) presentaron diferencias ($p < 0.05$) en los tratamientos T4 y T5 demostrando que debido a los mayores niveles 30 y 40% de lodo de palma se obtienen los mejores porcentajes de proteína, diferenciándose de los tratamientos T1, T2 y T3 (7.38, 7.32 y 7.67%) que presentaron menor disponibilidad de proteína debido a menor contenido de lodo de palma.

La PB según los análisis de esta investigación fueron inferiores a los reportados por Borbor (30) quien presentó valores promedios de 15.57% PB cuando estudió la composición química del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en un dieta base. Quizás eso debió a que utilizaron una dieta base para incorporarla en el ensilaje. Angulo *et al* (31) mostró promedio de 13.1% en la indagación de la producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro o ensilaje de maíz. Aguirre *et al* (28) reportó promedios superiores 10.40% en la investigación de la utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo.

4.1.5. Contenido de Grasa Bruta en ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

La determinación de la grasa o extracto etéreo nos permite estimar el tiempo de almacenamiento de un producto alimenticio con base en el contenido de grasa, ya que un alimento que contenga una alta cantidad de grasa sufre el proceso de oxidación o acidez. En la tabla 5 están representados los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (2.10, 2.21, 3.52, 4.23 y 11.13% respectivamente) presentaron diferencias ($p > 0.05$), el porcentaje más alto de GB lo presentó el tratamiento T5 debido al mayor nivel lodo de palma 40% a medida que disminuye el porcentaje de lodo de palma disminuye el contenido de grasa bruta.

En esta investigación los valores de GB para el T5 fueron superiores a los presentados por Barros (32) con 10.17% en la investigación “composición química de residuos agroindustriales de plátano (*musa paradisiaca*), frejól gandul (*cajanus cajan*), maracuyá (*passiflora edulis*), lodo de palma (*elaeis guineensis*), y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria

4.2. Fracciones de fibra: FDN (fibra detergente neutra) en ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Compuesta básicamente por celulosa, hemicelulosa, lignina y se la denomina pared celular, se considera que a mayor FDN menor consumo de Materia Seca. El contenido de fibra detergente neutra se presenta en la tabla 5, según los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, con valores del (70.22; 71.41; 74.00; 75.57 y 75.84% equivalentemente) presentó diferencia ($p > 0.05$), el tratamiento T5 con niveles de 40% de lodo de palma, mientras que en la inclusión de lodo de palma en niveles del 0, 10, 20 y 30% la FDN bajó considerablemente en relación al T5, pero no siendo significativo entre T1, T2 T3 Y T4.

Los resultados para FDN de la presente investigación fueron superiores a los valores obtenidos por Sánchez *et al* (28) con promedios del 41.36%, en el estudio de la valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución de maíz (*Zea mays*). Vera *et al* (29) reportaron promedios inferiores de FDN del 44.69% en la investigación sobre la caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. Angulo *et al* (31) presentó valores promedios superiores del 62.3% en la investigación de la producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro o ensilaje de maíz.

4.3. Fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) en ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Compuesta por celulosa y lignina, este valor es de suma importancia para conocer la capacidad del animal para digerir el alimento a suministrar, se considera que a mayor FDA menor digestibilidad del forraje.

En la tabla 5 según la media de los tratamientos T1 (20.60%), T2 (21.57%), T3 (22.24%), T4 (24.37%) y T5 (25.40), no presentaron diferencias ($p < 0.05$) en sus porcentajes, sin embargo se puede apreciar que a medida que aumentan los niveles de lodo de palma los porcentajes ascienden.

Los resultados obtenidos en esta investigación presentaron valores similares a los reportados por Vera *et al* (29) con promedios del 23.30% de FDA en la investigación de la caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. Sánchez *et al* (28) reportó promedios inferiores con el 14.27% de FDA en la investigación de la valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución de maíz (*Zea mays*), y esto representa que exista una mejor

digestibilidad del subproducto en el rumiante.

4.4. Composición química de la dieta

Tabla 5 Composición química (Materia Seca, Materia Orgánica, Materia Inorgánica, Proteína Bruta, Grasa, Fibra Detergente neutra, Fibra Detergente Acida) de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	EE	CV	P
MS	37.48 ^a	36.64 ^a	35.26 ^a	34.80 ^a	34.50 ^a	2.84	4.71	0,0506
MO	89.20 ^a	88.98 ^a	88.51 ^{ba}	88.03 ^b	87,95 ^b	0.22	0.53	0,0011
MI	10.79 ^b	11.01 ^b	11.48 ^{ab}	11.97 ^a	12,04 ^a	0.22	4.11	0,0011
PB	7.38 ^b	7.32 ^b	7.67 ^b	7.90 ^{ab}	8.60 ^a	0.20	5.82	0,0015
Grasa	2.10 ^d	2,21 ^d	3.52 ^c	4.23 ^b	11.13 ^a	0,03	3.82	<.0001
FDN	70.22 ^b	71.41 ^{ab}	74.00 ^{ab}	75.57 ^a	75.84 ^a	6.65	3.51	0,0076
FDA	20,60 ^b	21.57 ^{ab}	22,24 ^{ab}	24.37 ^{ab}	25.40 ^a	4.39	9.17	0,0092

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; MI: Materia inorgánica; EB: Energía bruta; PB: Proteína bruta; GB: Grasa bruta; FB: fibra fruta; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida. Medias seguidas por la misma letra en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey $p > 0.05$).

Elaborado: Autora

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En los resultados de materia seca, los tratamientos estudiados expresaron porcentajes bajos en MS debido a los 30 días de fermentación del ensilaje de maíz, además se observó que a medida que se incrementaron los niveles de lodo de palma el porcentaje de materia seca disminuyó, debido al alto contenido de humedad del lodo de palma. El T1 y T2 reportaron los valores más altos de contenido de materia seca con 37.48 y 36.64% respectivamente.
- La proteína bruta resultó alta a mayores niveles de lodo de palma en el T5 con 40% de inclusión del subproducto, mientras que a mayor contenido de ensilaje de maíz los niveles de proteína descendían.
- El valor más alto en grasa bruta lo presentó el T5 comparándolos con los demás tratamientos, con la inclusión del 40% de lodo de palma.
- La FDN en ensilaje de maíz y lodo de palma, el T5 presentó valores superiores con la adición del 40% de lodo de palma, mientras que el T1 reportó valores inferiores en el promedio más bajo.

5.2 RECOMENDACIONES

Las inclusiones de lodo de palma en ensilaje de maíz presentaron valores aceptables en la composición química aumentando los porcentajes de proteína y grasa bruta. Se sugiere realizar otros estudios con la inclusión del subproducto lodo de palma y ensilaje de maíz con mayor a 30 días de fermentación.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

x

1. Gutiérrez F. Ensilaje una alternativa milenaria de conservación de forraje; 2014.
2. Aguirre LRZ, Boucourt R, Saca V, Salazar R, Jimenez M. Effect of whey on solid state fermentation of coffe pulp for feeding ruminants. Cuban J. Agr Sci. 2018;; p. 52: 1-10.
3. Saval, S. 2012. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. BioTecnología, 16(2): 14-46
4. P M. El uso de residuales agroinsdutriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. Avances Invest Agropec. ;; p. 13: 3-10.
5. Mantenola B CDMJ. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. 2000;; p. 222.

6. Costa S TECS. Residuos agro-industriales utilizados como materia prima en estudios de desarrollo de fibra textiles. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. 2016; 58: p. p. 299-309.
7. T C. Uso de forrajes ensilados en sistemas de producción animal en gran escala. Australian Tropical Dairy Institute. Universidad of Queensland. s.f..
8. Vargas Y PL. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad de Ciencias Básicas. 2018; 12(1).
9. Álvarez S MPyFM. Ensilado de destrío de plátano para la alimentación caprina. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). 2013.
10. Cobos M. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). [Online].; 2016..
11. Martínez F. En proceso de ensilaje. [Online]; 2020. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/>.
12. MAG. Ensilaje de maíz, una propuesta para conservar alimento para la temporada seca. [Online]; 2018. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/ensilaje-de-maiz-una-propuesta-para-conservar-alimento-para-la-temporada-seca/#>.
- 13 A S. Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con diferentes niveles de urea y melaza para la alimentación de rumiantes. 2021;; p. 1-194.
- 14 G T. Guía para utilización de recursos forrajero tropicales para la alimentación de bovinos:.
SENA: Comité de ganaderos de Huila. Fondo Ganadero de Huila. 2010.
- 15 A S. Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con diferentes niveles de urea y melaza para la alimentación de rumiantes. 2021;; p. 1-194.
- 16 ANCUPA . (2017). Censo Palmero . Santo Domingo: PALMA la voz del agricultor.
- 17 Fassio A, Ibañez W, Fernández E, Cozzolino D, Pérez O, Restaino E, et al. El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2018.

- 18 Escalona A, Gavilanes T, Yépez A, Ramirez H. Uso de enmiendas en la producción de maíz para ensilaje con riesgo orgánico mineral. *Revista Agronomía Costarricense*. 2021; 45(1).
- 19 Ferraretto L, Shaver R. Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactation performance by dairy cows through a meta analysis. *Journal of Dairy Science*. 2015; 98(4).(29)
- 20 INAMHI. 2020;: p. 1-85.
- 21 Olvera M MCRE. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición. FAO. s.f. .
- 22 Foss. El análisis de la fibra en el pienso animal, *Analytics Beyond Measure*.
- 23 Parsi J, Godio L, Miazzi R, Maffioli R, Echevarría A, Provencal P. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. FAV UNRC. 2001;: p. 1-32.
- 24 Sánchez A, Torres N, Espinoza I, Montenegro L, Barba C, García M. Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá en sustitución del maíz. *Rev Inv Vet Perú*. 2019; 30(1).
- 25 Zegarra J, Días G, Vélez V, Torres J, Callohuanca j. Niveles de ensilaje de maíz y su efecto en la utilización proteica y excreción de nitrógeno de vacas lecheras bajo consumo de alfalfa. APPA- ALPA. Sitio Argentino de Producción Animal. 2007;: p. 1-8.
- 26 Vaz D, Olivera L&CD. Ensilaje de maíz como componente de la dieta en la fase de terminación de novillos. *Revista INIA. Produccion animal*. 2006.
- 27 García M, Darren H, Schulmeister T, Benítez J, Moreno M, Cuenca J, et al. Nutrición Animal en sistemas tropicales: Uso de residuos agrícolas en la producción animal. 1er Congreso Internacional de Producción Animal Especializada en Bovinos. Maskana. 2015.

- 28 Aguirre L, Cevallos Y, Herrera REG. Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. Revista de la Dirección de Investigación CEDEMAZ. 2016.
- 29 Vera J, Lazo R, Barzallo D, Garvin C. Caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. Ecuadorian Science Journal. 2020; 5(4).
- 30 Borbor Lainez, Marjorie Vanesa. (2022). Composición química de ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base. Quevedo. UTEQ. 60 p.
- 31 Angulo J, Nemocón A, Posada S, Mahecha L. Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de boton de oro o ensilaje de maíz. Rev. Bio. Agro. Scielo. 2022; 20(1): p. 27-40.
- 32 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PLÁTANO (Musa paradisiaca), FREJÓL GANDUL (Cajanus cajan), MARACUYÁ (Passiflora edulis), LODO DE PALMA (Elaeis guineensis), Y SU APROVECHAMIENTO COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN PECUARIA”. Barros pág. 47

CAPITULO VII ANEXOS

7.1. Análisis de varianza de las siguientes variables.

Anexo 1. Análisis de varianza del contenido de Materia Seca (MS) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	32.44	4	8.11	2.85	0.0506
Error experimental	56.83	20	2.84		
Total	89.27	24			

Anexo 2. Análisis de varianza del contenido de Materia Orgánica (MO) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	6.22	4	1.55	7.01	0.0011
Error experimental	4.43	20	0.22		
Total	10.66	24			

Anexo 3. Análisis de varianza del contenido de Materia Inorgánica (MI) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	6.22	4	1.55	7.01	0.0011
Error experimental	4.43	20	0.22		
Total	10.66	24			

Anexo 4. Análisis de varianza del contenido de Proteína Bruta (PB) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	5.38	4	1.34	6.56	0.0015
Error experimental	4.10	20	0.20		
Total	9.48	24			

Anexo 5. Análisis de varianza del contenido de Grasa Bruta (GB) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	279.58	4	69.89	2214.54	<.0001
Error experimental	0.63	20	0.03		
Total	280.21	24			

Anexo 6. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	125.49	4	31.37	4.72	0.0076
Error experimental	133.01	20	6.65		
Total	258.50	24			

Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) de la composición química de ensilaje de maíz y lodo de palma en diferentes proporciones.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	79.41	4	19.85	4.52	0.0092
Error experimental	87.82	20	4.39		
Total	167.24	24			

7.1. FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

Anexo 8. Ensilaje de maíz 30 días de fermentación



Anexo 9. Lodo de palma



Anexo 10. Secado del ensilaje de maíz y lodo de palma



Anexo 41. Análisis de MO, MI, Cenizas



Anexo 52. Análisis de Grasa Bruta (GB).



Anexo 13. Análisis de proteína cruda, proceso de digestión, destilación y titulación.



Anexo 14. Análisis FDN y FDA

