



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA ZOOTECNIA

Unidad de Integración Curricular
Previo a la obtención del título de
Ingeniera Zootecnista

Título de la Unidad de Integración Curricular

**“Composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y
cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes
proporciones en una dieta base”**

Autor:

Mera Macías Nathaly Sullyn

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño

Quevedo-Los Ríos- Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Nathaly Sullyn Mera Macías, 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

Nathaly Sullyn Mera Macías

CC. 0940547748

AUTORA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN


El suscrito **Ing. Adolfo Sánchez Laiño**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Nathaly Sullyn Mera Macías**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, “Composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base”, previo a la obtención del título de Ingeniería en Zootecnia, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Ing. Adolfo Sánchez Laiño

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. Adolfo Sánchez Laiño, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado “**Composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base**”, de autoría de la estudiante **Nathaly Sullyn Mera Macías**, 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.



The screenshot displays the URKUND interface with the following details:

Documento	Mera Nathaly enviar para Urkund.docx (D141042146)
Presentado	2022-06-22 18:51 (-05:00)
Presentado por	EMMA TORRES (etorres@uteq.edu.ec)
Recibido	etorres.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Tesis Mera Macias Nathaly Sullyn Mostrar el mensaje completo

8% de estas 6 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Dr. Adolfo Sánchez Laiño
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 forrajero (*Zea mays*) y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) 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. Ítalo Espinoza Guerra
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

M.Sc. Alexandra Barrera Álvarez.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

M.Sc. Guido Álvarez Perdomo.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO- LOS RÍOS- ECUADOR
2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco incondicionalmente a mi familia por ser quienes me inspiran de una u otra manera a proyectarme como profesional y me hacen cada día más humana, siendo sensata y responsable, a creer en mí y que mis objetivos sólo los puedo llevar a cabo con trabajo y esmero.

A mi mamá Mercy Macías por su invaluable dedicación y amor, es un increíble ser lleno de bondad y me llena de orgullo mencionar que sus hijos Andrés Mera y yo, somos reflejo de todo su ser.

A mi papá Luis Mera por ser un ser excepcional, enseñarnos a como asumir riesgos de la vida y en toda circunstancia actuar con responsabilidad y honestidad, estos y muchos valores inculcados son de gran importancia para caminar por la vida con la frente en alto y aprender de cada obstáculo.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento por medio del Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología (FOCICYT), optaba convocatoria, del proyecto de investigación *“Uso de ensilajes de maíz forrajero y residuos agrícolas en la alimentación de ovinos tropicales en pastoreo”*.

A los docentes que han sido pieza clave dentro de este proyecto de investigación Ing. Adolfo Sánchez Laiño, Ing. Ítalo Espinoza Guerra, Ing. Emma Torres Navarrete, Ing. Alexandra Barrera Álvarez.

Finalmente agradezco a los Ingenieros encargados de laboratorio Ing. Lourdes Ramos, Ing. David Zapatier, Ing. Erick García por compartir su conocimiento y tiempo invertido en este trabajo.

Nathaly Mera Macías

DEDICATORIA

A lo largo de mi vida he podido contar con el amor de una maravillosa Madre Mercy Macías, con las enseñanzas, la disciplina y el cariño de un gran Padre Luis Mera Gorozabel y con la compañía y amor de mi querido hermano Andrés Mera Macías, cuñada Valeria Tejada y sobrino Dylan Mera Tejada. Querida familia, les agradezco de corazón por todo lo que significan para mí; cada día llego más lejos en la vida y debo reconocer que nada de esto sería posible sin el apoyo incondicional de mi querida familia. Gracias a todos ustedes por estar a mi lado, por haberme enseñado cómo vivir correctamente y por brindarme su más grande amor siempre abuelitos Margarita Antonio y Emperatriz, tíos, primos, padrino Jorge Erazo Mendoza y esposa; quienes conformamos "Los Mera y Asociados".

Gracias infinitas, ¡los amo!

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 estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en diferentes proporciones en una dieta base, se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde se evaluó el nivel de inclusión del subproducto agroindustrial de plátano verde, más un tratamiento testigo de forraje de maíz, con un tiempo de fermentación de 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), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC), grasa (EE), fracciones de fibra: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y energía cruda (EC). Los resultados obtenidos de MS, MO, MI, EE, FB indican que no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$); mientras que las fracciones de fibra, FDN y FDA presentaron similares tendencias en los tratamientos evaluados ($p > 0.05$) y la EC su comportamiento no mostraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). El incremento de residuo agroindustrial cáscara de plátano verde en una dieta base no presentaron diferencias significativas, aunque mejoraron su valor nutricional, se recomienda utilizar niveles más alto a los utilizados en la presente investigación.

Palabras claves: residuos agrícolas, bromatología, biomasa.

ABSTRACT

The research was carried out at the "La María" campus of the Quevedo State Technical University (UTEQ), the objective of this research was to evaluate the chemical composition and aerobic stability of forage corn silage and green banana peel in different proportions in a base diet, a completely randomized design was applied, with four treatments and four repetitions, where the level of inclusion of the agro-industrial by-product of green plantain was evaluated, plus a control treatment of corn forage, with a fermentation time of 30 days. . The significance of the data obtained was evaluated through an analysis of variance. The study of the treatments allowed to know the chemical composition dry matter (DM), organic matter (MO), inorganic matter (MI), crude fiber (FC), crude protein (PC), fat (EE), fiber fractions: fiber neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) and raw energy (CE). The results obtained from MS, MO, MI, EE, FB indicate that there were no significant differences between treatments ($p > 0.05$); while the fiber fractions, NDF and FDA presented similar trends in the evaluated treatments ($p > 0.05$) and the EC their behavior did not show differences between treatments ($p > 0.05$). The increase in agro-industrial residue green banana peel in a base diet did not present significant differences, although its nutritional value improved, it's recommended to use levels higher than those used in the present investigation.

Keywords: agricultural residues, food science, biomass

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	2
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE	4
PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	4
AGRADECIMIENTO	6
DEDICATORIA	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CÓDIGO DUBLIN	13
I. Introducción	15
1.1. Planteamiento del problema	16
Diagnóstico	17
Pronóstico	17
1.2. Objetivos	18
1.2.1. General	18
1.2.2. Específicos	18
II. Marco Teórico	19
2.1.1. Residuos Agroindustriales empleado como alimento para animales	19
2.1.2. Forrajes	19
2.1.2.1. Maíz Forrajero	19
2.1.3. Plátano Verde	20
2.1.3.1. Uso de la cáscara de plátano verde (<i>Musa Paradisiaca</i>)	21
2.1.4. Ensilaje	21
2.1.4.1. Ensilado de Maíz	22
2.1.4.2. Fermentación Anaeróbica	22
2.1.4.3. Fase de Fermentación	22
2.1.4.4. Fase Estable	23
III. METODOLOGÍA	24
3.1. Localización	24
3.2. Tipo de Investigación	25
3.3 Métodos de Investigación	25
3.4. Fuentes de recopilación de información	25
3.4.1. Fuentes Primarias	25
3.4.2. Fuentes Secundarias	25
3.5. Diseño de la investigación	26
Modelo matemático	26

3.6. Dieta establecida.....	26
3.6.1. Tratamientos evaluados.....	27
3.6. Instrumentos de investigación.....	27
Materiales biológicos:	28
Materiales de campo.	28
3.7 Tratamiento de los datos.....	29
3.7.1. Instrumentación de Investigación.....	30
3.7.2. Variables evaluadas.....	30
3.7.2.1. Materia Seca (MS).....	30
3.7.2.2 Materia Orgánica (MO).....	31
3.7.2.4. Proteína Cruda (PC)	31
3.7.2.5. Energía	32
3.7.2.8. Fibra Detergente Acida (FDA).....	32
3.7.2.9. Fibra Detergente Neutra (FDN).....	33
3.8. Recursos humanos y Materiales.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	35
A partir del ensilaje con forraje de maíz y con cáscara de plátano verde como dieta base complementado con polvillo de arroz, pasta de soja y sales minerales se obtuvo Materia Seca, Materia Orgánica, Ceniza, Proteína Bruta, Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA).....	35
Composición química de la dieta	35
Tabla 5 Composición química (Materia Seca, Materia Orgánica, Materia Inorgánica, Energía, Proteína Bruta, Grasa, Fibra Bruta, Fibra Detergente neutra, Fibra Detergente Acida) de ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde en diferentes proporciones en una dieta.	35
4.1. Contenido de materia seca, con ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	35
4.1.2. Contenido de materia orgánica en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	36
4.1.3. Contenido de ceniza en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	36
4.1.4. Contenido de proteína bruta en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	37
4.1.5. Contenido de grasa en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	37
4.1.6. Contenido de fibra cruda en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	38
4.2. Contenido de energía cruda en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.	38

4.3. Fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) en el ensilaje de maíz y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base	39
4.3.1. Fracciones de fibra: FDN (fibra detergente neutra) en el ensilaje de maíz y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.....	39
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.2. Recomendaciones	40
AGRADECIMIENTO	41
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	42
VII. ANEXOS	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones meteorológicas del Campus "La María"	24
Tabla 2 análisis de varianza (ADEVA) del diseño experimental DCA	26
Tabla 3 Elaboración de dieta con ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde.	27
Tabla 4 Distribución de las unidades experimentales	27
Tabla 5 Composición química (Materia Seca, Materia Orgánica, Materia Inorgánica, Energía, Proteína Bruta, Grasa, Fibra Bruta, Fibra Detergente neutra, Fibra Detergente Acida) de ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde en diferentes proporciones en una dieta	35

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Composición química de ensilaje de maíz forrajero (<i>Zea mays</i>) y cáscara de plátano verde (<i>Musa paradisiaca</i>) en diferentes proporciones en una dieta base”.		
Autora:	Nathaly Sullyn Mera Macías		
Palabras clave:	Residuos agrícolas	Bromatología	Biomasa
Fecha de Publicación:			
Editorial:			
Resumen:	<p>Se evaluó la composición química y estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en diferentes proporciones en una dieta base, se aplicó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde se evaluó el nivel de inclusión del subproducto agroindustrial de plátano verde, más un tratamiento testigo de forraje de maíz, con un tiempo de fermentación de 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 composición química materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC), grasa (EE), fracciones de fibra: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y energía cruda (EC). Los resultados obtenidos de MS, MO, MI, EE, FB indican que no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$); mientras que las fracciones de fibra, FDN y FDA presentaron similares tendencias en los tratamientos evaluados ($p > 0.05$) y la EC su comportamiento no mostraron diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). El incremento de residuo agroindustrial cáscara de plátano verde en una dieta base no presentaron diferencias significativas, aunque mejoraron su valor nutricional, se recomienda utilizar niveles más alto a los utilizados en la presente investigación.</p> <p>Abstract. - To evaluate the chemical composition and aerobic stability of forage corn silage and green banana peel in different proportions in a base diet, a completely randomized design was applied, with four treatments and four repetitions, where the level of inclusion of the agro-industrial by-product of green plantain was evaluated, plus a control treatment of corn forage, with a fermentation time of 30 days. . The significance of the data obtained was evaluated through an analysis of variance. The study of the treatments allowed to know the chemical composition dry matter (DM), organic matter (MO), inorganic matter (MI), crude fiber (FC), crude protein (PC), fat (EE), fiber fractions: fiber neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) and raw energy (CE). The results obtained from MS, MO, MI, EE, FB indicate that there were no significant differences between treatments ($p > 0.05$); while the fiber fractions, NDF and FDA presented similar trends in the evaluated treatments ($p > 0.05$) and the EC their behavior did not show</p>		

	differences between treatments ($p > 0.05$). The increase in agro-industrial residue green banana peel in a base diet did not present significant differences, although its nutritional value improved, it is recommended to use levels higher than those used in the present investigation.
Descripción:	61 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

I. Introducción

El cultivo de maíz (*Zea mays*) está íntimamente ligado con la producción bovina a nivel mundial, siendo una de las materias primas de mayor utilización en dietas para rumiantes por su alta digestibilidad y aceptable nivel de proteína (menos del 9%). Para su almacenamiento el principal método es el ensilaje, debido a su practicidad y fácil apropiación en diversos sistemas de producción. Normalmente el ensilaje se realiza sobre el ensilaje maíz integral (material vegetativo y mazorca) lo que permite conservar el forraje ensilado con la menor pérdida posible de materia seca y nutrientes, por el proceso de inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables, permitiendo el aumento de bacterias ácido lácticas reduciendo el pH del ensilaje y mediante este proceso, el material ensilado se conserva con un mínimo de pérdidas de materia seca y nutrientes, manteniendo una buena palatabilidad para el ganado además con la fermentación natural que se da dentro del ensilaje se busca inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables que afectan la degradación de la materia seca y el valor nutricional del material ensilado (1) (2) (3)

El (*Zea mays*) es el cultivo más empleado como fuente de forraje en los sistemas de producción mediante su conservación (ensilaje), por su alto rendimiento de biomasa (3). Esto se debe a la alta digestibilidad de la MS, alto contenido de carbohidratos no estructurales y baja fibra posee el nivel energético más elevado entre los forrajes conservados. Por estas razones se puede asegurar que es una opción viable de raciones alimenticias para explotaciones pecuarias (4).

El uso de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes ha originado un proceso que permite dar una opción de manejo a los desechos productivos. Este uso de los desechos agrícolas ha resultado ser una excelente opción como alternativa de solución, y se han generado muchos estudios para la búsqueda de fuentes de alimentación alternativas (5). El plátano es uno de los cultivos más comunes en los países con clima tropical como el Ecuador y especialmente en la zona de la provincia de Los Ríos y lo que se consume es su pulpa, lo que provoca grandes cantidades de residuos de cáscara que si no son tratados adecuadamente provocan contaminación ambiental (6).

Los residuos de frutas tropicales son de gran importancia en nuestro medio, representan una alternativa interesante de uso en la alimentación de rumiantes, motivo por el cual se planteó el presente trabajo de investigación con el objetivo de determinar el efecto de los residuos agrícolas de plátano en composición y estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz forrajero con niveles de residuos de cáscara de plátano, por ende permitirá determinar su posible utilización en la elaboración de dietas para rumiantes (7).

1.1. Planteamiento del problema

En Ecuador, existe una marcada diferenciación entre las estaciones, lo cual permite obtener suficiente forraje durante la época lluviosa, mientras durante la época seca el alimento se vuelve una limitante muy importante, razón por la cual se presenta la necesidad de conservar el forraje excedente durante el invierno para ser empleado durante el verano. El principal problema que se presenta es el déficit de alimentos, por ende, en la época menos lluviosa cuando presentan pérdidas de peso y bajas en la producción en el hato.

En los sistemas de producción es imprescindible cubrir los requerimientos nutricionales de los animales durante todo el año y disponer de reservas alimenticias capaces de garantizar una estabilidad productiva. Estas reservas de alimento deben considerarse no sólo en términos de cantidad sino también de calidad, donde predomina el interés de eliminar el déficit de nutrientes a partir del forraje generado en los sistemas de producción utilizados (8).

La disponibilidad de alimento es una de las limitantes más importantes durante la época seca, lo cual predispone a emplear alternativas de conservación de alimento, sin embargo; el problema que se presenta es la calidad de ese material conservado, razón por la cual se plantea la siguiente interrogante: ¿el contenido nutricional del ensilaje de maíz forrajero adicionado con cáscara de plátano verde permitirá suplir las necesidades nutricionales de los animales?

¿La adición de subproductos agroindustriales de cáscara de plátano permitirá elevar el contenido de materia seca y materia orgánica del ensilaje producido? ¿Se mejorará el

contenido de proteínas y minerales del ensilaje producido? ¿Al emplear subproductos fibrosos se elevó la cantidad de fibra disponible presente en el ensilaje producido?

Diagnóstico

El problema se centra en disponer de alimento de calidad y en suficiente cantidad para suplir las necesidades de los animales durante todo el año, pero con deficiencia en su uso y aprovechamiento, lo que implica frecuentes improvisaciones para solucionar dificultades debidas a la escasez para así lograr alcanzar el rendimiento esperado en productividad, llegando incluso algunos productores a vender sus animales por falta de alimento o en su defecto alquilar potreros.

Pronóstico

El desarrollo de esta investigación permitió reducir significativamente la deficiente disponibilidad de biomasa para la alimentación de animales, tomando en cuenta que los forrajes componen la fuente más económica de nutrientes para los animales, existiendo diversas especies forrajeras adaptadas a las diferentes zonas agroecológicas.

Justificación

Los subproductos agrícolas y de cultivo son una importante fuente de alimento en los países agrícolas y, en la mayoría de los casos, debido a la falta de conocimientos técnicos y de voluntad, no se utilizan adecuadamente. En la actualidad se realiza un uso intensivo de la tierra, con efectos adversos en la fertilidad del suelo, agotamiento de nutrientes y erosión. En el trópico seco hay una disminución drástica de la producción agrícola y pecuaria asociada a los fuertes periodos secos y procesos avanzados de degradación de suelos. A fin de suplir las deficiencias en producción de biomasa para alimentación de animales, se opta por la producción de cultivos forrajeros como maíz, especie depende de la aplicación de nitrógeno químico para obtener rendimientos adecuados (9).

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar la composición química y estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

1.2.2. Específicos

- Determinar el contenido de materia seca, materia orgánica, ceniza, proteína bruta, en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.
- Establecer el contenido de energía cruda y grasa en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.
- Analizar las fracciones de fibra: Fibra Bruta, FDA (fibra detergente ácida) y FDN (fibra detergente neutra) en ensilaje de maíz y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

II. Marco Teórico

2.1.1. Residuos Agroindustriales empleado como alimento para animales

Son materias primas en estado sólido o líquido que son generados a partir del consumo directo de productos primarios o derivados de la industria, y estos son de utilidad para el proceso del que fueron generados pero que son susceptibles del aprovechamiento o transformación para generar otro producto de interés social, comercial y económica (10).

El uso de los residuos agrícolas e industriales de frutas tropicales en asociación con ensilajes de pastos tropicales y maíz forrajeros puede contribuir a evitar la contaminación del medio ambiente cuando se utilizan de una manera adecuada, por otra parte, estos residuos para la alimentación ofrecen la ventaja de ser un recurso alimentario de bajo costo y valor nutritivo aceptable (11); (12); (13); (14).

2.1.2. Forrajes

Los forrajes constituyen la fuente más económica de nutrientes para el ganado, existiendo diversas especies forrajeras adaptadas a las diferentes zonas agroecológicas, pero con deficiencia en su uso y aprovechamiento lo que implica frecuentes improvisaciones para solucionar dificultades debido a la escasez. El uso de ensilaje permitiría al productor intensificar la productividad de la tierra y de los animales de forma independiente (15).

2.1.2.1. Maíz Forrajero

Es un producto agrícola estratégico para la seguridad de la humanidad utilizado por su alto contenido energético, la calidad del grano de maíz depende de la constitución física (textura, dureza), y de su composición química y así mismo por medio de esos componentes conocer el valor nutricional (16). En un ensilaje de maíz las hojas son la parte de la planta más comestible que los tallos, ya que tienden a ser más leñosos por su alto contenido de lignina con relación a las hojas (17).

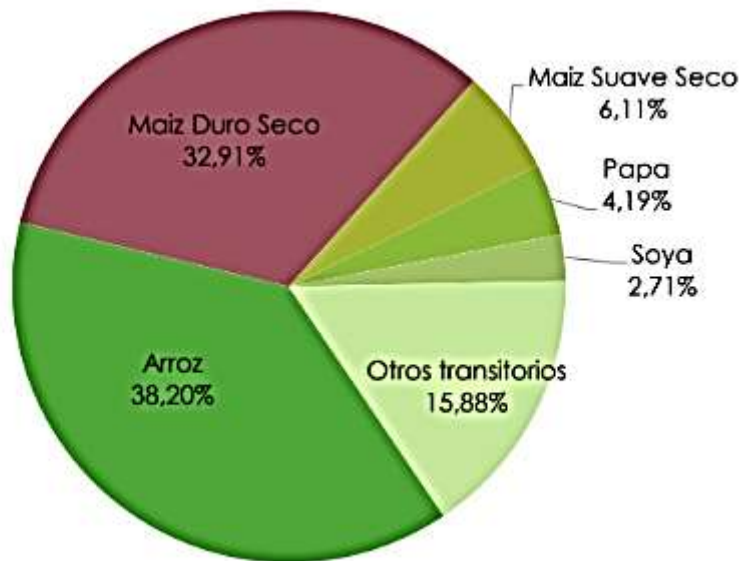


Ilustración 1 Producción de maíz forrajero y otras especies forrajeras a nivel Nacional
Fuente: Inec 2020

La producción a nivel nacional de maíz forrajero según lo reportado por el INEC 2020, se establece un porcentaje de 32.91% de maíz duro en estado seco, mientras que de maíz suave seco se reporta un 6.11%, dichos datos son de la superficie sembrada total (4)

2.1.3. Plátano Verde

El cultivo de plátano se encuentra posicionado como quinto cultivo más importante a nivel mundial, la cascara de plátano posee un gran potencial como fuente para obtener compuestos principalmente la pectina por ende tiene gran valor como subproducto agroindustrial (18).

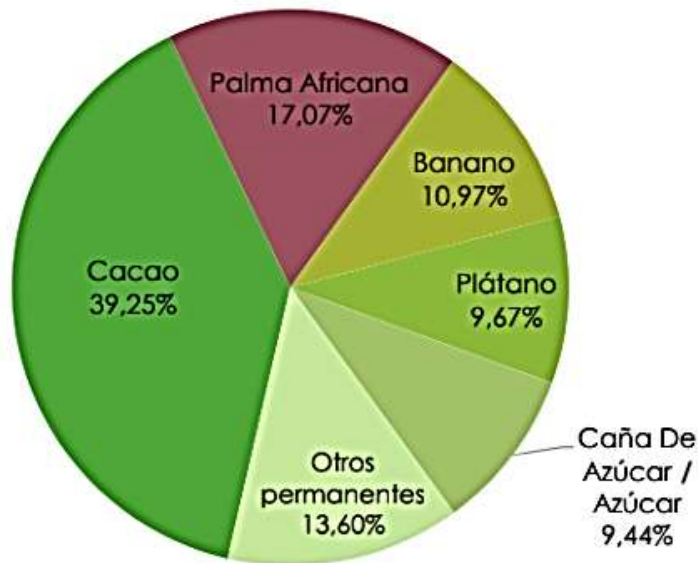


Ilustración 2 Superficie sembrada de productos agrícolas a nivel nacional
Fuente: ESPAC 2020

Se reporta de participación en la superficie sembrada total de plátano a nivel nacional un porcentaje de (9.67%), según la encuesta de Superficie y producción agropecuaria continua – ESPAC 2020 (4).

2.1.3.1. Uso de la cáscara de plátano verde (*Musa Paradisiaca*)

La cascara de plátano verde posee un elevado valor nutricional, generalmente considerado desde el punto de vista energético, es decir posee un gran potencial para ser utilizado en la alimentación de semovientes. De entre sus características se encuentra el contenido de materia seca y concentración en gran cantidad de carbohidratos no fibrosos. (19).

2.1.4. Ensilaje.

El ensilaje es un método de conservación para el forraje húmedo y su objetivo es la conservación del valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento. Este 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 (20). Su calidad e afectada por la composición química de la materia a

ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros, es almacenado en silos que permiten mantener la condición anaerobia, existe varios tipos y en cuanto a la elección va a depender de lo que el productor necesite o el tipo de animales al que está destinado el ensilaje y los recursos económicos (15).

2.1.4.1. Ensilado de Maíz

Es una excelente opción forrajera que por sus numerosas características productivas puede ser empleado en zonas ecológicas, donde ni las especies de pastos más adaptadas al medio, permitan maximizar la capacidad de carga por hectárea. La producción de forraje al maíz muestra alta palatabilidad y como consecuencia un alto consumo por los animales; es considerado importantes forrajes para ensilar por sus bondades fructíferas como valor nutritivo, alto contenido en azúcares y alto contenido por unidad de área (21).

2.1.4.2. Fermentación Anaeróbica.

Fermentación producida por un grupo de bacterias anaerobias que se desarrollan en ausencia de oxígeno, la importancia de estos microorganismos es el papel que desempeñan en los procesos que contribuyen al mantenimiento de la vida misma. Dentro del metabolismo para la descomposición de macromoléculas, estos microorganismos realizan varios procesos: hidrólisis, acetogénesis y metagénesis, entre otras, cubren reacciones que se realizan dependiendo de las características particulares de la bacteria y de las funciones que cumplan dentro del ciclo degradativo, para la obtención de nuevos productos dependiendo de las rutas bioquímicas o procesos fermentativas que allí se desarrollan (22).

2.1.4.3. Fase de Fermentación

Em un principio el trabajo se da en un medio aerobio, el cual puede persistir desde unos días inclusive a semanas obedeciendo de esta manera a las características del material ensilado y de las circunstancias ambientales, dentro del mismo (23).

2.1.4.4. Fase Estable

Generalmente los microorganismos de la fase dos, lentamente reducen su presencia dentro del silo; varios microorganismos acidófilos logran sobrevivir este periodo en estado inactivo, mientras que otros sobreviven como, por ejemplo: las esporas. Muy pocas proteasas y carbohidrasas y microorganismos especializados toleran ambientes ácidos, es decir, continúan, pero con menor actividad o menor ritmo; si el ambiente sin aire ocurre pocos cambios. Algunas bacterias indeseables en la fase tres son las bacterias acidófilas, ácido tolerantes y aerobias (24).

III. METODOLOGÍA

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 1. Condiciones meteorológicas del Campus Experimental “La María”

Parámetros meteorológicos	Promedios
Temperatura (°C)	28
Humedad relativa (%)	73
Precipitación (mm anual)	3190
Heliofanía (Horas luz por año)	2461
Zona ecológica	Bosque Húmedo-Tropical (bh-T)
Topografía	Ligeramente ondulada

Fuente: (25).

3.2. Tipo de Investigación.

La presente investigación es de tipo experimental y exploratoria, se realizaron tratamientos para establecer la dieta base donde se tiene como principal materia prima ensilaje de forraje de maíz y ensilaje de cáscara de plátano verde, y determinar la mejor proporción y mayor potencial nutricional que se manifiesta dentro de la investigación.

3.3 Métodos de Investigación.

Se utilizó el método deductivo, la investigación estuvo compuesta por la combinación de diferentes porcentajes de subproductos agroindustriales 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 basada 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 (*Zea mays*) y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

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.

- Revistas Científicas.
- Documentos.

3.5. Diseño de la investigación.

La presente investigación se realizó con un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, donde se evaluó el nivel de inclusión del subproducto agroindustrial de plátano verde, más un tratamiento testigo de forraje de maíz, con un tiempo de fermentación de 30 días. La significancia de los datos que se obtuvo fue evaluada mediante un análisis de varianza (Tabla 2).

Tabla 2 análisis de varianza (ADEVA) del diseño experimental DCA

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Error Experimental	T(r-1)	16
Total	t.1-1 (4x4-1)	20

Autor: (26)

Modelo matemático.

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

Dónde:

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

μ = Es la medida del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Es el error experimental de la unidad ij (26).

3.6. Dieta establecida.

Los tratamientos establecidos en la tabla 3 son descritos de la siguiente manera, ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

Tabla 3 Elaboración de dieta con ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Ensilaje de forraje de maíz	50	45	40	35	30
Ensilaje de cáscara de plátano		5	10	15	20
Polvillo	27	27	27	27	27
Pasta de soya	20	20	20	20	20
Sales minerales	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Total	100	100	100	100	100

Autor: Mera Macías Nathaly.

3.6.1. 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 libre InfoStat 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	50 % maíz forrajero, 0% cáscara de plátano verde	4
T2	45% maíz forrajero + 5% cáscara de plátano verde	4
T3	40 % maíz forrajero + 10% cáscara de plátano verde	4
T4	35 % maíz forrajero + 15% cáscara de plátano verde	4
T5	30% maíz forrajero + 20% cáscara de plátano verde	4
Total		20

Autor: Mera Macías Nathaly.

3.6. Instrumentos de investigación.

El estudio de los tratamientos permitió conocer la composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en la dieta base.

Materiales biológicos:

- Maíz (*Zea mays*)
- Cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*)
- Polvillo
- Pasta de soya.
- Sales minerales

Materiales de campo.

Los equipos que se utilizaron fueron:

- Fundas para ensilar de 50 kg
- Aspiradora
- Cortadora
- Ensiladora

Materiales de Laboratorio.

- Crisoles
- Guantes quirúrgicos
- Mandil
- Balanza
- Baño María
- Destilador
- Determinador de Fibra
- Mufla
- Desecador
- Matraz
- Desecador

Reactivos.

- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Ácido clorhídrico
- Éter de Petróleo
- Solución indicadora de ácido bórico
- Acetona
- Fenolftaleína
- Carbonato de sodio
- Ácido Bórico
- Alambre de fusión

Otros materiales.

- Sacos de 50 kg
- Tijeras
- Piola
- Cintas adhesivas
- Marcadores
- Lapiceros
- Marcadores
- Cuaderno

3.7 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.

3.7.1. Instrumentación de Investigación

La investigación se realizó en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTEQ) para realizar el ensilaje se utilizaron bolsas plásticas con una capacidad de 50 kg diseñadas especialmente para silos, se utilizó maíz forrajero y cáscara de plátano verde los cuales fueron almacenados por 30 días; se elaboraron cinco tratamientos con cuatro repeticiones. Al elaborar el silo se compactó para la eliminación de partículas de aire dentro del mismo y posteriormente fueron sellados con cinta adhesiva y piola para así evitar la entrada de aire al interior del silo, una vez llenas las fundas estuvieron almacenadas donde no hubo contacto directo con la radiación solar y con una temperatura óptima.

3.7.2. Variables evaluadas

3.7.2.1. Materia Seca (MS)

La materia seca es determinada debido a que en ella se concentran todos los nutrientes utilizados en la nutrición animal generalmente, se habla de proteínas, grasas, minerales, fibras, etc. (28). Se tomaron muestras de ensilajes, el crisol es pesado para determinar la fracción húmeda de la muestra, luego es colocada en la estufa de aire forzado a 130 °C por 2 horas, para la composición y cálculos de degradabilidad el porcentaje es calculada mediante una fórmula establecida.

$$MS (\%) = \frac{M \text{ inicial} - M \text{ final}}{M \text{ inicial}} \times 100$$

Donde:

MS (%): porcentaje de materia seca

M inicial: muestra inicial antes del secado

M final: muestra el final posterior al secado

3.7.2.2 Materia Orgánica (MO)

De la materia Orgánica el resultado a obtener es 100% en el caso de este estudio, se tomaron los resultados de muestras de ceniza y luego por diferencia fue obtenido el valor de interés en este caso materia orgánica, por ende, el resultado es la materia inorgánica el porcentaje de materia Orgánica se determina con la siguiente fórmula.

$$MO (\%) = \frac{WMS - WMcal}{Ms} \times 100$$

Donde:

MO (%): Porcentaje de materia orgánica

W MS: crisol más muestra seca

W Mcal: crisol más muestra calcinada

3.7.2.3. Materia Inorgánica (Ceniza)

Materia Inorgánica hace referencia a todo aquel compuesto químico cuya estructura molecular no está basada principalmente en el átomo de carbono. Los componentes inorgánicos de la materia seca están constituidos por los minerales, denominados también cenizas debido a la forma de realizar su análisis, generalmente es una fracción escasa (- p.100) sin embargo, tiene mucha importancia pues en ella se incluyen algunos elementos con un papel decisivo en algunas de las funciones de los animales (5)

3.7.2.4. Proteína Cruda (PC)

El análisis fue efectuado mediante el método de Kjeldahl, se evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, luego fue digerido con ácido sulfúrico y a su vez como un catalizador se utilizó mercurio o selenio (27).

3.7.2.5. Energía

La energía bruta es la energía liberada en forma de calor debido a la combustión completa de un alimento mediante oxidación en una bomba calorimétrica; dicho valor de energía generalmente es expresado en (kcal) kilocalorías o (Mcal) megacalorías. La totalidad de la energía bruta de los alimentos no puede ser utilizada por animales ya que, una parte se pierde con los productos de excreción (heces, orina, gases) y otra parte en forma de calor (6).

3.7.2.6. Grasa (EE)

Las grasas se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona. Todas las grasas contienen carbón, hidrógeno, oxígeno y algunos también contienen fósforo y nitrógeno (7).

3.7.2.7. Fibra Bruta (FB)

Todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas, una en medio ácido y otra en medio alcalino es determinada como fibra bruta, la muestra en su caso desengrasada se trata sucesivamente con soluciones en ebullición de ácido sulfúrico e hidróxido potásico, se lava, se deseca, se pesa y se calcina a 500°C. la pérdida de peso debida a la calcinación corresponde a la fibra bruta de la muestra de ensayo (8).

3.7.2.8. Fibra Detergente Acida (FDA)

Es la cuantificación de la celulosa y la lignina, a medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye es así, que el contenido de FDA se correlaciona negativamente con la digestibilidad total del insumo evaluado.

$$fda (\%) = \frac{W3 - W1}{W2 \times MS (\%)} \times 100$$

Donde:

FDA (%): porcentaje de fibra detergente ácida

W1: peso de la bolsa

W2: peso de la muestra

W3: peso posterior a la extracción

MS (%): porcentaje de la materia seca

3.7.2.9. Fibra Detergente Neutra (FDN)

Es una medición de la hemicelulosa, celulosa y lignina representando toda la parte fibrosa del forraje, estos 3 compuestos son componentes de las paredes celulares de los forrajes y se denominan como “carbohidratos estructurales” para fracciones de fibra los métodos descritos por Van-Soest con la siguiente fórmula:

$$FDN (\%) = \frac{W3 - W1}{W2 \times MS (\%)} \times 100$$

Donde:

FDN (%): porcentaje de fibra detergente neutra

W1: Peso de la bolsa

W2: Peso de la muestra

W3: peso posterior a la extracción

MS (%): porcentaje de la materia seca

3.8. Recursos humanos y Materiales.

El recurso humano de este trabajo investigativo de la unidad de integración curricular contará con la ayuda:

- Del auspiciante académico del proyecto de investigación Dr. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño.
- Colaborador del proyecto de investigación Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, Ing. Emma Danielly Torres Navarrete, Ing. Alexandra Barrera Álvarez
- Estudiante y autor del proyecto de investigación Nathaly Sullyn Mera Macías.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A partir del ensilaje con forraje de maíz y con cáscara de plátano verde como dieta base complementado con polvillo de arroz, pasta de soja y sales minerales se obtuvo Materia Seca, Materia Orgánica, Ceniza, Proteína Bruta, Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA).

Composición química de la dieta

Tabla 5 Composición química (Materia Seca, Materia Orgánica, Materia Inorgánica, Energía, Proteína Bruta, Grasa, Fibra Bruta, Fibra Detergente neutra, Fibra Detergente Acida) de ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde en diferentes proporciones en una dieta.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	EE	CV	P
MS	91,14 ^a	89,11 ^a	92,88 ^a	92,55 ^a	88,95 ^a	1,03	2,27	0,0434
MO	84,65 ^a	77,40 ^a	71,73 ^a	84,67 ^a	84,45 ^a	6,81	16,90	0,5813
MI	15,36 ^a	22,60 ^a	28,27 ^a	15,33 ^a	15,55 ^a	6,81	70,14	0,5813
Energía	3,94 ^a	3,94 ^a	3,84 ^a	3,80 ^a	4,01 ^a	0,31	15,63	0,9867
PB	14,37 ^a	13,86 ^a	14,80 ^a	14,29 ^a	15,10 ^a	0,61	8,49	0,6623
Grasa	1,66 ^a	2,01 ^a	2,07 ^a	2,20 ^a	2,55 ^a	0,38	35,88	0,5791
FB	40,21 ^a	46,39 ^a	37,35 ^a	34,00 ^a	37,31 ^a	3,62	18,53	0,2128
FDN	63,32 ^b	61,09 ^b	52,56 ^a	60,64 ^b	57,47 ^a	1,83	6,21	0,0064
FDA	28,67 ^b	21,13 ^{ab}	11,91 ^a	21,71 ^{ab}	15,50 ^a	2,69	27,17	0,0053

Medias seguidas por la misma letra en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey, $p > 0.05$)

4.1. Contenido de materia seca, con ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

Los promedios obtenidos de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (91.14; 89.11; 92.88; 92.55; 89.95% respectivamente) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos, lo que indica similar contenido de materia seca disponible. Resultados que presentan valores similares de MS reportados por (9) (89.98, 89.96, 90.35, 89.45%) valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá

(*Possiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). Mientras que (10) reporta valores (90.24, 90.42, 90.33 % de MS respectivamente), siendo estos valores mayores a los reportados por Sánchez et al en Composición Química de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) presecada con harinas vegetales como alimento para animales. Según (11) obtuvo en su investigación valores de Materia seca que resultan similares a los de las anteriores investigaciones mencionadas, por lo tanto, se tiene (88.66, 90.19, 91.37% respectivamente) Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento.

4.1.2. Contenido de materia orgánica en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

Los tratamientos de la dieta base los promedios fueron similares estadísticamente ($p > 0.05$), T1, T2, T3, T4 y T5 (84.65; 77.40; 71.73; 84.67; 84.45% correspondientemente), el cual indica similitud contenido de materia orgánica en la dieta. De (9) se obtiene porcentajes mayores (90.89, 90.41, 89.34, 89.40% de Mo) Valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Possiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea Mays*). Según el estudio realizado por (11) presenta valores obtenidos en su investigación (94.67, 95.52, 96.36%) que siendo comparados con la presente investigación resulta mayores los valores reportados por (11), pero similares a los de (9) en cuanto a Materia Orgánica (Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento). (12), presenta (91.6%) respectivamente valor promedio de materia orgánica, este valor presenta similitud con las investigaciones anteriormente mencionadas; Valor nutritivo *in vitro* de la cáscara *Musa paradisiaca L.*, *pre-tratada* con enzima exógena xilanasa (12).

4.1.3. Contenido de ceniza en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

La presente dieta presentó valores secuenciales en materia inorgánica (Ceniza) T1, T2, T3, T4, T5 (15.36; 22.60; 28.27; 15.33; 15.55) y no se observan diferencias significativas ($p > 0.05$). (10) Presenta valores de Ceniza que resultan menores a los de la presente investigación (9.11, 8.21, 7.57%) respectivamente en la composición química

de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) presecada con harinas vegetales como alimento animal. Según (13), reportó valores de ceniza (9.42, 12.18, 11.12, 12.52% respectivamente), siendo comparados con los datos reportados por (10) presenta diferencias significativas Composición química del raquis de racimos de plátano (*Musa Paradisiaca*) y aceptabilidad como alimento para cerdos en ceba (13). (14) presenta en su investigación un valor promedio de (12.96%) de ceniza, el cual dicho valor se obtiene una similitud al reportado por (13) (Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia) (14).

4.1.4. Contenido de proteína bruta en ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

El contenido de proteína Bruta se obtuvo como resultados T1, T2, T3, T4, T5 (14.37; 13.86; 14.80; 14.29; 15.10 %) se puede observar que no presentan diferencias significativas ($p>0.05$). Se presenta un valor promedio (24.2%) respectivamente en el trabajo investigativo realizado por (15) Valor Nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl] Gray), en la producción animal en el trópico. Según (16) obtiene de su trabajo investigativo valores (13.99, 14.01, 14.01, 14.00 %) respectivamente que resultan similares a los de ambas investigaciones Sustitución del grano de maíz por bagazo de limón deshidratado en dietas de recría de vaquillonas. Mientras que (11) reporta valores mayores a los de la presente investigación (85.65, 84.49, 87.81%) de proteína bruta respectivamente, Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento.

4.1.5. Contenido de grasa en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

El contenido de grasa del presente análisis químico presentó los siguientes valores T1(1.66), T2(2.01), T3(2.07), T4(2.20), T5 (2.55) porcentuales respectivamente, (17) reporta un valor promedio (3.58%) respectivamente de grasa Evaluación nutricional del follaje de plátano y su incorporación en las raciones para pollos (17). Según (5.21%) respectivamente se obtiene de Grasa (EE) caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia (14). Mientras que (18)

reporta un promedio de (2.61%) respectivamente de extracto etéreo, siendo este valor menor al reportado por (14) (17), sin embargo, presenta similitud al de la presente investigación (Digestibilidad "In vivo" por ovinos Pelibuey a partir de dietas en base a pasto saboya (18).

4.1.6. Contenido de fibra cruda en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

La dieta en estudio presentó los siguientes datos de Fibra Bruta T1, T2, T3, T4, T5 (40.21; 46.39; 37.35; 34.00; 37.31) los cuales no presentan diferencias significativas. (11) presenta los siguientes valores (48.82, 52.11, 54.75%) respectivamente lo cual presenta diferencias significativas en Fibra Bruta (Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento). (13) presenta valores menores en Fibra bruta a los de Caicedo et al, (25.23, 30.49, 28.00, 29.48%) Composición química del raquis de racimos de plátano (*Musa Paradisiaca*) y aceptabilidad como alimento para cerdos en ceba (13). De la misma manera (19) presenta un valor promedio de fibra bruta (31.23%) respectivamente este valor indica que existe relación.

4.2. Contenido de energía cruda en el ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base.

De la Energía cruda se obtuvieron los siguientes valores T1, T2, T3, T4, T5 (3.94; 3.94; 3.84; 3.80; 4.01 Mcal) respectivamente del estudio. Según (16) presenta valores de Energía expresados en megacalorías que son menores a los de la dieta en el presente estudio (2.90, 2.80, 2.71, 2.61 Mcal/kg MS) Sustitución del grano de maíz por bagazo de limón deshidratado en dietas de recría de vaquillonas. (17) reporta un valor promedio de (3.97 Mcal) respectivamente de Energía Bruta, este valor comparado con los reportados por (16), son similares asimismo con los de la presente investigación Evaluación nutricional del follaje de plátano y su incorporación en las raciones para pollos (17). (20) manifiesta un promedio de energía cruda en su investigación donde expresa un promedio de (3.77 kcal/g) respectivamente, permitiendo así relacionarlo con

las anteriores investigaciones mencionadas, Evaluación fisicoquímica de residuos agroindustriales para la alimentación animal (19).

4.3. Fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) en el ensilaje de maíz y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base

los valores obtenidos de la dieta en estudio T1, T2, T3, T4, T5 (28.67; 21.13; 11.91; 21.71; 15.50) valores porcentuales respectivamente. (9). Presenta valores menores a los de la presente investigación (8.50, 11.96, 15.32, 21.31%) respectivamente de Fibra Detergente acida Valoración Nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea Mays*). Del Valor nutricional según del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia Hemsl. Gray*), en la producción animal en el trópico reporta (15) un valor promedio de (30.4% de FDA) respectivamente siendo este valor mayor al reportado por (9) y al de la investigación de interés. Mientras que (12), presenta un promedio de (30.8%) de fibra detergente ácida que resulta similar al reportado por (15), y al de la presente investigación; sin embargo, si existe diferencias al presentado por (9). Valor nutritivo *in vitro* de la cáscara (*Musa paradisiaca L.*), *pre-tratada* con enzima exógena xilanasa (12).

4.3.1. Fracciones de fibra: FDN (fibra detergente neutra) en el ensilaje de maíz y cáscara de plátano en diferentes proporciones en una dieta base

Se tiene los siguientes valores T1, T2, T3, T4, T5 (63.32; 61.09; 52.56; 60.64; 57.47), después de haber determinado los porcentajes del presente análisis. Se Obtienen de la investigación por (9) valores de Fibra Detergente Neutra siendo estos valores menores a los de la presente investigación (46.68, 42.03, 38.20, 38.56%), (Valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). Según (15) reporta un valor promedio de (35.3%) de Fibra Detergente Neutra siendo este valor menor al reportado por (9) y la investigación de interés. (16) muestra en su investigación niveles de Fibra Detergente Neutra (24.36, 28.56, 32.85, 37.11%) los cuales son datos inferiores a los que reporta (9) (15), y a los de la presente investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados se plantean las siguientes conclusiones:

- ✓ Los principales componentes químicos (MS, MO, MI, EB, PB, EE y FB), del ensilaje de maíz forrajero asociado con diferentes niveles de cascara de plátano no se vieron afectados estadísticamente.
- ✓ Las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA), fueron superiores en los niveles de inclusión de cascara de plátano del 0 y 5 por ciento.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

- ✓ Evaluar la inclusión de niveles superiores de cáscara de plátano verde en dietas bases destinadas a la alimentación de rumiantes en el trópico ecuatoriano.
- ✓ Valorar otras alternativas agroindustriales generadas en la región, para la alimentación de rumiantes, especialmente en la época seca.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento por medio del Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología (FOCICYT), convocatoria 8, del proyecto de investigación "*Uso de ensilajes de maíz forrajero y residuos agrícolas en la alimentación de ovinos tropicales en pastoreo*".

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Cuervo W, Gutierrez E. Fracciones químicas del maíz (*Zea mays*) sometido a procesos sucesivos de ensilaje y amonificación utilizado en la alimentación de bovinos en Tame Arauca. *Revista Agricolae y Habitat*. 2018; 1(1).
2. Montenegro L, Espinoza I, Sanchez A, Barba C, Garcia A, Requena F. Composición Química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathynus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales..
3. Espinoza I, Medina M, Montenegro L, Sanchez A, Barrera A. Efecto de inclusión de cáscara de plátano en la degradabilidad in situ de ensilaje de maíz forrajero. *Revista Ingeniería e Innovación*.8.
4. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020. Encuesta. Inec, ESPAC.
5. Ureña F. Nutrientes: concepto y clasificación. Carbohidratos, lípidos y materias nitrogenadas. *Producción Animal y Gestión de Empresas*. Cordoba: Universidad de Cordoba, Nutrición y Alimentación Animal. UCO-6.
6. Andrés Martínez Marín. Valoración energética. En Marin AM, editor. *Nutrición y Alimentación Animal*. Cordoba: Departamento de Producción Animal Universidad de Cordoba p. 18,19.
7. Westernbrink S, Oseredezk M, Castanheira I, Roe M. Food composition databases: The EuroFIR approach to develop tools to assure the quality of the data compilation process. *Food Chem*. 2009; 113(3): p. 21.
8. Animal FEpeddIN. Fibra Bruta (Celulosa Bruta). En: *Composición Alimentos*; 2000
9. Sanchez Laiño A, Torres Navarrete E, Espinoza Guerra I, Montenegro Vivas L, Barba Capote C, Garcia Martinez A. Valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). *Revista de Investigación Vet Perú*. 2019; 30(1).
10. Perez Corría K, Botello León A, Mauro Felix AK, Rivera Pineda F, Viana MT, Cuello Perez M, et al. Composición Química de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) co-secada con harinas vegetales como alimento para animales. *Ciencia y Agricultura*. 2019; 16(2).
11. Caicedo W, Moya C, Tapuy A, Caicedo M, Perez M. Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2019; 30(2).
12. Cornejo Cornejo R, Azúm Gonzalez JL, Gorozabel Muñoz W, Vargas Zambrano P, Mendoza Rivadeneira F, Macías Barberan R. Valor nutritivo in vitro de la cáscara *Musa paradisiaca* L., pre-tratada con enzima exógena xilanasa. *SciELO*. 2020; 43(1).

13. Ayala L, Martinez M, Castro M, Garcia A, Delgado E, Caro Y, et al. Composición química del raquis de racimos de plátano (*MusaParadisiaca*) y aceptabilidad como alimento para cerdos en ceba. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 2016; 23(2).
14. Mosquera Perea DE, Martinez Guardia M, Hernán Medina H, Hinestroza LI. Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia. *SciELO*. 2013; 62(4).
15. Mahecha L, Rosales M. Valor Nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray), en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for rural Development*. 2005; 17(9).
16. Lopez A, Nasca J, Hernandez O, Fissolo H, Zimmerman M, Bottega D, et al. Sustitución del grano de maíz por bagazo de limón deshidratado en dietas de recría de vaquillonas. *Revista Agronomía Noreste Argentina*. 2020; 40(2).
17. Marin Cardenas A, Hervia P, Ciocia A. Evaluación nutricional del follaje de plátano y su incorporación en las raciones para pollos. *Revista de la Universidad Francisco de Paula Santander*. 2016; 4(1).
18. Vargas Burgos JC, Vivas Moreira R, Arteaga Crespo Y, Garcia Quintana Y, Cevallos Vallejos M. Digestibilidad "In vivo" por ovinos Pelibuey a partir de dietas en base a Pasto Saboya. *REDVET*. 2016; 17(4).
19. Filian Hurtado WA, Salinas Lozada JC, Arias Torres RA, Gómez Villalva JC. Evaluación físico-químico de residuos agroindustriales para la alimentación animal. *Journal of science and research*. 2020; 5(CIINGEC2020).
20. Castro E, Mojica J, Lascano C. Evaluación de leguminosas como abono verde en cultivos forrajeros para ganaderías en el Caribe seco Colobiano..
21. MacDonal P, Edwards R, Greenhalgh J, Morgan C, Sinclair L, Wilkinson R. *Nutricion Animal* Sexta edición. Zaragoza.
22. Oramas Wenholz C, Vivas Quila N. Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (*zea mays*) en monocultivo y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*) para ensilaje..
23. Espinoza I, Montenegro L, Sanchez L, Romero M, Medina M, Garcia A. Composición bromatologica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa Paradisiaca*). Quevedo.
24. Espinoza I, Medina M, Barrera A, Villamar R, Montenegro L. Efecto de inclusion de cáscara de plátano en la degradabilidad in situ de ensilaje de mapiz forrajero..
25. Castillo Jimenez , Rojas Bourrillón , WingChing Jones. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna Radiata*).

26. Villa R, Hurtado V. Evaluación nutricional de diferentes ensilajes para alimentar conejos..
27. Garces A, Berrio L, Serna J, Builes A. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado..
28. Constanza L, Antoneliz D, Bohorquez J, Corredor A. Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta..
29. Innamhi..
30. Fernández ER, Trapero A, Domínguez J. Experimentación en Agricultura Sevilla: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca; 2010.
31. Olvera Novoa MA, Martínez Palacios C, Real de León E. Manual de técnicas para laboratorio de Nutrición. Programa Cooperativo Gubernamental FAO-ITALIA. México DF: FAO.7.
32. Escobar P, Etcheverría P, Vial M, Daza J. Concepto de materia seca y sus usos: Guía práctica. Carillanca: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.119.
33. Instituto Nacional Tecnológico. Manual del Protagonista Nutrición Animal. Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional.
34. Diniz T, Granja Salcedo T, Oliveira M, Viegas R. Uso de Subproductos del banano en la alimentación animal RECIA , editor.: Revista Colombiana de Ciencia Animal ; 2014.
35. Vasquez R, Ruesga L, D'addosio R, Paez G, Marín M. Extracción de pectina a partir de la cáscara de plátano (*Musa AAB*, subgrupo plátano) clon Hartón. Revista de la Facultad de Agronomía. 2008; 2.
36. Vargas Corredor Y, Pérez Pérez L. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad de Ciencias Básicas. 2018; 14.
37. Díaz Coronel G, Sabando Avila F, Zambrano Montes , Vasconez Montaña G. Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea Mays L*) en dos localidades de la provincia de Los Ríos. Ciencia y Tecnología. 2009; 2.
38. Cabrales R, Montoya , Rivera. Evaluación agronómica de 25 genotipos de maíz (*Zea Mays*) cob fines forrajeros en el valle del Snú Medio. Revista MVZ Córdoba. 2007; 12.
39. Elizondo J, Boschimi F. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agronomía Mesoamericana. 2002; 13.
40. Valencia Ramírez A. Los ensilajes: una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano. Universidad de la Salle. 2016.
41. Fernández Escobar R, Trapero A, Domínguez Guiménez J. Experimentación en Agricultura. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 2010.
42. Guzmán O, Lemus Flores C, Bugarín J, Bonilla J, González Vizcarra V, Ly J.

- Degradabilidad ruminal in situ de ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) y rastrojo de maíz. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2019; 53(2).
43. Gutiérrez G, Elías A, Lima O, Tuero O, Monteagudo F, Medina L. Degradabilidad ruminal in situ de la materia seca del bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*). *Cuban Journal of Agricultural Science*. 2018; 52(1).
44. Pagan S. Caracterización del proceso fermentativo de ensilajes de residuos orgánicos de plantas procesadoras de piñas (*Ananas comosus*) y China (*Citrus sinensis*) y su evaluación en dietas para ovinos. Master Thesis. Universidad de Puerto Rico. 2006.
45. Rego M, Neiva J, Rego A, Cándido M, Alves A, Lobo R. Intake, nutrient digestibility and nitrogen balance of elephant grass silages with mango by-product addition. *Revista Brasil Zootecnia*. 2010; 39(1).

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 forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	54.79	4	13.870	3.20	0.0434
Error Experimental	64.13	15	4.28		
Total	118.92	19			

Anexo 2. Análisis de varianza del contenido de Materia Orgánica (MO) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	546.58	4	136.64	0.74	0.5813
Error Experimental	2782.41	15	185.49		
Total	3328.99	19			

Anexo 3. Análisis de varianza del contenido de Materia Inorgánica (MI) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	546.58	4	136.64	0.74	0.5813
Error Experimental	2782.41	15	185.49		
Total	3328.99	19			

Anexo 4. Análisis de varianza del contenido de Proteína Bruta (PB) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	3.68	4	0.92	0.61	0.6623
Error Experimental	22.67	15	1.51		
Total	26.35	19			

Anexo 5. Análisis de varianza del contenido de Grasa (EE) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	1.68	4	0.42	0.74	0.5791
Error Experimental	8.50	15	0.57		
Total	10.17	19			

Anexo 6. Análisis de varianza del contenido de Fibra Bruta (FB) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	346.18	4	86.54	1.65	0.2128
Error Experimental	785.06	15	52.34		
Total	1131.24	19			

Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de Energía de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	482.60	4	120.65	1.03	0.4240
Error Experimental	1757.78	15	117.19		
Total	2240.38	19			

Anexo 8. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Acida (FDA) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	659.81	4	164.95	5.71	0.0053
Error Experimental	433.19	15	28.88		
Total	1092.99	19			

Anexo 9. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN) de la composición química de ensilaje de maíz forrajero y cáscara de plátano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	P> valor
Tratamiento	293.73	4	73.43	5.47	0.0064
Error Experimental	201.35	15	13.42		
Total	495.08	19			

7.2. Fotografías evidencia del trabajo de Investigación

Anexo 1. Corte, picado y ensilaje de maíz Forrajero y subproducto cáscara de plátano verde



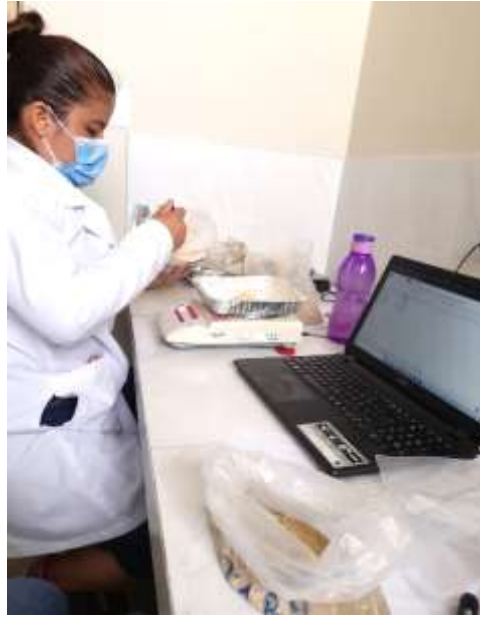


Anexo 2. Apertura de ensilaje, secado en estufa y molienda de ensilajes





Anexo 3. Elaboración de dietas (Tratamientos y Repeticiones)



Anexo 4. Análisis Materia Seca





Anexo 5. Análisis de Fibra Bruta



Anexo 6. Análisis de Grasa



Anexo 7. Análisis de Energía



Anexo 8. Análisis de Proteína





Anexo 9. Análisis de FDN, FDA



