



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 forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base”

Autor:

Borbor Lainez Marjorie Vanesa

Tutor de la Unidad de Integración Curricular

Dr. Adolfo Rodolfo Sánchez Laíño Ph. D.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Borbor Lainez Marjorie Vanesa**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y se consultó 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

Borbor Lainez Marjorie Vanesa
C.C: 1207086438
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

El suscrito, Dr. Adolfo Rodolfo Sánchez Laíño, M. Sc; Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante, **MARJORIE VANESA BORBOR LAINEZ**, realizó la Unidad de Integradora Curricular titulada **“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO Y RECHAZO DE BANANO VERDE EN DIFERENTES PROPORCIONES EN UNA DIETA BASE”** previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

Dr. Adolfo Sánchez Laíño
DIRECTOR DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Dr. Adolfo Sánchez Laíño**, Docente de la Universidad Técnica estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **BORBOR LAINEZ MARJORIE VANESA** realizó la Unidad de Integración Curricular titulada, “**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO Y RECHAZO DE BANANO VERDE EN DIFERENTES PROPORCIONES EN UNA DIETA BASE**”. Previo a la obtención del Título de Ingeniería Zootecnista, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

URKUND	
Documento	BORBOR LAINEZ MARJORIE VANESA. U.docx (D141035380)
Presentado	2022-06-22 16:28 (-05:00)
Presentado por	EMMA TORRES (etorres@uteq.edu.ec)
Recibido	etorres.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	BORBOR LAINEZ MARJORIE VANESA Mostrar el mensaje completo 9% de estas 8 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Dr. ADOLFO SÁNCHEZ LAÍÑO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



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

Título

“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO Y RECHAZO DE BANANO VERDE EN DIFERENTES PROPORCIONES EN UNA DIETA BASE”

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

Aprobado por:

Ing. Samir Zambrano Montes, M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Italo Espinoza Guerra, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Julio Vargas Burgos, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser el apoyo y el que me proporciona sabiduría y permitir culminar esta meta en mi vida, a mi familia, que con su incondicional amor, tuve el respaldo incondicional.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por la enseñanza y forjar mis conocimientos en todos los cinco años de mi carrera profesional.

A mi director de tesis, Dr. Adolfo Sánchez Laíño y al Ing. Ítalo Espinoza por guiarme en el trayecto de mi proyecto de investigación, por la paciencia, consejos, y colaboración en la culminación de este trabajo

A los laboratorista la Ing. Lourdes Ramos y el Ing. David Zapatier por la enseñanza y confianza en el seguimientos constante que estuvieron presentes en diferentes situaciones y de que alguna manera fueron pieza clave en el proceso de este proyecto.

A mis compañeros que me brindaron su amistad y el apoyo en todas las experiencias durante estos años de estudio.

A todos los docentes de la prestigiada Universidad que impartieron su valioso conocimientos, enseñanza, paciencia, vocación y dedicación en el transcurso de mi carrera.

DEDICATORIA

A Dios por siempre acompañarme con su bendición, dándome fortalezas en mí camino y no permitir nunca rendirme, por llenarme de fe y sabiduría

A mis padres Wuinston Borbor, Margarita Lainez y hermana Jessica Borbor por siempre apoyarme en todos mis proyectos, por enseñarme valores y aprender a aplicarlos, que aunque las dificultades aparezca siempre existirá una razón para levantarnos y seguir caminando, y sobre todo por enseñarme que de la mano de Dios cada anhelo que desee nada será imposible.

A la institución, autoridades, docentes y compañeros con los que compartí en estos años de estudio y preparación profesional.

Marjorie Vanesa Borbor Lainez

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la composición química de ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta. La investigación se llevó a cabo en el Campus Experimental La María de la UTEQ. Los tratamientos evaluados fueron T1: 50% maíz forrajero, 0% rechazo de banano; T2: 45% maíz forrajero, 5% rechazo de banano; T3: 40% maíz forrajero, 10% rechazo de banano; T4: 35% maíz forrajero, 15% rechazo de banano y T5: 30% maíz forrajero, 20% rechazo de banano; más polvillo 27%, pasta de soya 20% y sales minerales 0.3% complementada en la dieta proporcional. Se utilizó cinco repeticiones y cuatro tratamientos. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA). Se evaluó de la dieta experimental: materia seca (MS), materia inorgánica (MI), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), energía bruta (EB), grasa bruta (GB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y a la prueba de TUKEY ($p < 0.05$) para establecer diferencias significativas. El T4 y T5 reportaron los valores más significativos en MS mientras que los MI y la PB demostraron valores similares en sus tratamientos, sin embargo el T1 obtuvo el mayor contenido de PB (18.62%). La EB del alimento el valor más alto lo obtuvo el T5. Además las fracciones de fibra no influyen en la composición de FDN y FDA en los análisis realizados.

Palabras clave: composición química, dieta, ensilaje, banano, maíz forrajero

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition of forage maize silage and green banana rejection in different proportions in a diet. The research was carried out at the Experimental Campus La María of the UTEQ. The treatments evaluated were T1: 50% fodder corn, 0% banana rejection; T2: 45% fodder corn, 5% banana rejection; T3: 40% fodder corn, 10% banana rejection; T4: 35% fodder maize, 15% banana rejection and T5: 30% fodder maize, 20% banana rejection; plus powder 27%, soybean paste 20% and mineral salts 0.3% supplemented in the proportional diet. Five repetitions and four treatments were used. A completely randomized design (DCA) was used. The experimental diet was evaluated: dry matter (DM), inorganic matter (IM), crude protein (CP), crude fiber (FB), gross energy (GE), crude fat (GB), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA). The variables evaluated were subjected to analysis of variance and the TUKEY test ($p < 0.05$) to establish significant differences. T4 and T5 reported the most significant values in DM while MI and CP showed similar values in their treatments, however T1 obtained the highest CP content (18.62%). The EB of the food the highest value was obtained by T5. In addition, the fiber fractions do not influence the composition of FDN and FDA in the analyzes carried out.

Keywords: chemical composition, diet, silage, banana, forage maize

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Pág
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CODIGO DUBLÍN	xv
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamientos del problema	18
Diagnóstico.	18
Pronóstico.....	18
1.2. Justificación.....	19
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivo Específico	20
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Banano (<i>Musa paradisiaca</i>).....	21
2.1.1. Uso de subproductos del banano.....	22
2.2. Maíz Forrajero.....	22
2.3. Ensilaje.....	23
2.4. Proceso del ensilaje	23
2.4.1. Fase aeróbica.....	23
2.4.2. Fase de fermentación.....	24
2.4.3. Fase estable	24
2.5. Efecto del ensilaje de maíz y banano en la producción animal.....	24
2.6. Análisis bromatológico de ensilaje de maíz.....	25
2.7. Ensilaje de banano.....	25
2.8. Análisis bromatológico de ensilaje de banano	26

2.9. Materia seca	26
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1. Localización	28
3.2. Tipo de investigación	29
3.3. Método de investigación	29
3.3.1. Método exploratorio.....	29
3.3.2. Método Analítico	29
3.3.3. Método de campo.....	29
3.4. Fuentes de recopilación de información	29
3.4.1. Fuentes Primarias	30
3.4.2. Fuentes Secundarias	30
3.5. Diseño de la investigación	30
3.6. Dieta establecida	31
3.7. Tratamientos evaluados.....	31
3.8. Instrumento de Investigación	32
3.8.1. Manejo del experimento.....	32
3.8.2. Análisis estadístico.....	33
3.9. Variables evaluadas.....	33
3.9.1. Proteína Cruda (PC).....	33
3.9.2. Materia Seca (MS)	33
3.9.3. Grasa	33
3.9.4. Materia Orgánica (MO).....	33
3.9.5. Materia inorgánica (MI).....	34
3.9.6. Fibra Cruda (FB).....	34
3.9.7. Fibra Detergente Ácida (FDA).....	34
3.9.8. Fibra Detergente Neutra (FDN)	34
3.9.9. Energía	34
3.10. Recursos humanos y materiales	35
3.10.1. Recursos humanos.....	35
3.10.2. Material vegetativo.....	35
3.10.3. Materiales e insumos	35
3.10.4. Materiales de laboratorio.....	35
3.10.5. Otros materiales.....	36
3.10.6. Reactivos	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37

4.1. Composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde de la dieta base	37
4.1.1. Contenidos de Materia Seca en el ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	37
4.1.2. Contenido de Materia Orgánica en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	38
4.1.3. Contenido de Materia Inorgánica en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	38
4.1.4. Contenido de Proteína Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	39
4.1.5. Contenido de Fibra Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	40
4.1.6. Contenido de Grasa Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	40
4.2. Contenido de Energía Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	41
4.3. Fracciones de fibra: FDN (fibra detergente neutra) en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	42
4.4. Fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.	43
4.5. Resultados de la composición química de la dieta base.	44
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1. Conclusiones	45
5.2. Recomendaciones.....	45
AGRADECIMIENTO.....	46
7. ANEXOS	53
7.1. Análisis de varianza de las siguientes variables.....	53
7.2. FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN	56

Indice de tabla

Tabla 1. Condiciones meteorológicas del Campus “La María”	28
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	30
Tabla 3. Elaboración de dieta con ensilaje de maíz y banano verde.	31
Tabla 4. Tratamientos evaluados	32
Tabla 5. Composición química: materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), energía, proteína bruta (PB), grasa, fibra bruta (FB), fracciones de fibra FDN Y FDA del ensilaje de maíz y rechazo de banano en diferentes proporciones en una dieta	44

Indice de figura

Figura 1. Participación en la superficie plantada total.....	21
Figura 2. Participación en la superficie sembrada total.....	22
Figura 3. Localización del Campus Experimental “La María”	28

Indice de Anexos

Anexo 1. Análisis de varianza del contenido de Materia Seca (MS) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	53
Anexo 2. Análisis de varianza del contenido de Materia Orgánica (MO) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	53
Anexo 3. Análisis de varianza del contenido de Materia Inorgánica (MI) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	53
Anexo 4. Análisis de varianza del contenido de Energía Bruta (EB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	54
Anexo 5. Análisis de varianza del contenido de Proteína Bruta (PB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	54
Anexo 6. Análisis de varianza del contenido de Grasa Bruta (GB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	54
Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de Fibra Bruta (FB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.....	55
Anexo 8. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base ...	55

Anexo 9. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base. ...	55
Anexo 10. Corte y picado del forraje de maíz.....	56
Anexo 11. Picado del banano	56
Anexo 12. Ensilado de maíz y ensilaje de rechazo de banano.	56
Anexo 13. Revisión del ensilaje de maíz y ensilaje de banano.	57
Anexo 14. Secado del ensilaje de maíz y banano.....	57
Anexo 15. Molienda y tamizado de las muestras	57
Anexo 16. Formulación de la dieta para cada tratamiento.	58
Anexo 17. Análisis de MO, MI, Cenizas.....	58
Anexo 18. Análisis de fibra bruta (FB)	58
Anexo 19. Análisis de Grasa Bruta (GB).	59
Anexo 20. Análisis de energía bruta (EB).....	59
Anexo 21. Análisis de proteína cruda, proceso de digestión, destilación y titulación.	59
Anexo 22. Análisis FDN y FDA	60

CODIGO DUBLÍN

Título:	“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO Y RECHAZO DE BANANO VERDE EN DIFERENTES PROPORCIONES EN UNA DIETA BASE”				
Autor:	Marjorie Vanesa Borbor Lainez				
Palabras claves	composición química	dieta	ensilaje	banano	maíz forrajero
Fecha de publicación:					
Editorial					
Resumen	<p>Resumen: El objetivo de este estudio fue evaluar la composición química de ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta. La investigación se llevó a cabo en el Campus Experimental La María de la UTEQ. Los tratamientos evaluados fueron T1: 50% maíz forrajero, 0% rechazo de banano; T2: 45% maíz forrajero, 5% rechazo de banano; T3: 40% maíz forrajero, 10% rechazo de banano; T4: 35% maíz forrajero, 15% rechazo de banano y T5: 30% maíz forrajero, 20% rechazo de banano; más polvillo 27%, pasta de soya 20% y sales minerales 0.3% complementada en la dieta proporcional. Se utilizó cinco repeticiones y cuatro tratamientos. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA). Se evaluó de la dieta experimental: materia seca (MS), materia inorgánica (MI), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), energía bruta (EB), grasa bruta (GB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y a la prueba de TUKEY ($p < 0.05$) para establecer diferencias significativas. El T4 y T5 reportaron los valores más significativos en MS mientras que los MI y la PB demostraron valores similares en sus tratamientos, sin embargo el T1 obtuvo el mayor contenido de PB (18.62%). La EB del alimento el valor más alto lo obtuvo el T5. Además las fracciones de fibra no influyen en la composición de FDN y FDA en los análisis realizados.</p> <p>ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the chemical composition of forage maize silage and green banana rejection in different proportions in a diet. The research was carried out at the Experimental Campus La María of the UTEQ. The treatments evaluated were T1: 50% fodder corn, 0% banana rejection; T2: 45% fodder corn, 5% banana rejection; T3: 40% fodder corn, 10% banana rejection; T4: 35% fodder maize, 15% banana rejection and T5: 30% fodder maize, 20% banana rejection; plus powder 27%, soybean paste 20% and mineral salts 0.3% supplemented in the proportional diet. Five repetitions and four treatments were used. A completely randomized design (DCA) was used. The experimental diet was evaluated: dry matter (DM), inorganic matter (IM), crude protein (CP), crude fiber (FB), gross energy (GE), crude fat (GB), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA). The variables evaluated were subjected to analysis of variance and the TUKEY test ($p < 0.05$) to establish significant differences. T4 and T5 reported the most significant values in DM while MI and CP showed similar values in their treatments, however T1 obtained the highest CP content (18.62%). The EB of the food the highest value was obtained by T5. In addition, the fiber fractions do not influence the composition of FDN and FDA in the analyzes carried out.</p>				
Descripción					
URI:					

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo se conocen algunas tecnologías de conservación y almacenamiento de forraje que sin deteriorar su calidad permiten utilizarla en la época y momento propicio, siendo el ensilaje una de las alternativas existentes, de fácil elaboración y que no demanda de una gran infraestructura. En Ecuador la estacionalidad de la producción forrajera, en consecuencia, de la época seca, obliga a los ganaderos a buscar alternativas en cultivos forrajeros y el uso de ensilajes para la conservación de alimento, es una opción para complementar el déficit alimenticio para el ganado bovino. Hoy en día, la producción de ensilaje es un método de conservación de forraje muy difundido en el mundo, y el Ecuador no está fuera de esa tendencia. Éste método permite alimentos de buena calidad, reducir costos de producción y fácil manejo para el ganadero, las gramíneas especialmente el maíz es un tipo de cultivo que se puede aprovechar por su alta concentración de energía y alta palatabilidad (1)

El cultivo de banano constituye la actividad agrícola de mayor importancia. En el 2020, la superficie plantada de banano a nivel nacional fue de 165.080 hectáreas, la producción se concentra en la provincia de los Ríos con el 41.43% con 6'023.390 Tm en la producción del mismo año (2). Por otra parte, durante el proceso de selección se separan los bananos que no son considerados para exportar, después de ser clasificados las cajas, queda el rechazo y el raquis como subproductos, donde se acumulan en los centros de acopio y mercados agrícolas, siendo un elemento contaminante del medio ambiente si no se realiza un tratamiento adecuado (3). En la etapa de selección y empaque, se presentan rechazos en las operaciones de inspección, este rechazo se estima entre el 15 y 20% del total de la producción de exportación anual (4).

La producción de maíz se siembra en ciertas zonas hasta dos ciclos en el años; La superficie plantada en el año 2020 fue de 365.735 hectáreas, en la provincia de los Ríos se concentra el 49.26% de la producción nacional con 1'304.884 Tm (2). El maíz forrajero es utilizado principalmente como fuente de energía en la alimentación animal, por su buena producción de forraje, buena relación hoja: tallo, se puede suministrar picado y por su alto contenido de carbohidratos se puede ensilar (5).

El uso de subproductos agrícolas y agroindustriales en la alimentación, es una estrategia para lograr el desarrollo territorial y promover la soberanía alimentaria de manera sostenible (6). Se dispone de una diversidad de residuos agroindustriales y pueden ser utilizados en la alimentación animal, existiendo circunstancias económicas y sociales favorables a su reciclaje como alimento para los animales de granja. La mayoría de estos residuos se pierden por el conocimiento limitado sobre el valor nutricional y limitaciones en respuesta animal al sustituirla en una dieta (7) (8).

Actualmente se ha venido implementando el uso de ensilajes, favoreciendo el proceso de conservación del alimento en la época seca y el uso de subproductos agroindustriales toman énfasis por las cantidades significativas que generan y conlleva el aprovechamiento de residuos que pueden ser útiles para la alimentación animal, esto permitirá minimizar problemas ambientales (9), generando un papel importante para el fortalecimiento, desarrollo y mejora de la producción siendo aprovechados en diferentes procesos como la elaboración de ensilajes. Por ello en esta investigación se utilizarán los ensilajes como complemento de la dieta base con materias primas de la zona, y poder cubrir sus requerimientos nutricionales en la alimentación bovina a base de subproductos que a diario son desechados, dando una alternativa beneficiosa para el animal y producto de calidad.

1.1. Planteamientos del problema

En la región tropical el forraje es un componente de la producción ganadera sin embargo el principal problema es en la temporada seca del año, donde el pienso reduce el impacto sobre la baja producción ganadera y los índices reproductivos. En el Ecuador existe una gran cantidad de subproductos que son desechados y esto permite que busquemos opciones para alimentar a los animales. Y las alternativas de ensilajes son diversas, donde el alimento puede provenir de pastos, leguminosas, cultivos forrajeros, sin embargo la utilidad de usar subproductos como maíz forrajero implementando el ensilaje y el rechazo de banano verde en una dieta base, se pueden cubrir la demanda de alimento para animales rumiantes.

Bajo estas circunstancias resulta necesario cubrir la demanda de alimento de los animales durante todo el año y disponer de reservas para la época seca de escases, garantizando la perdurabilidad del alimento, es necesario considerar que no solo es la cantidad sino la calidad (10), por ello se requiere un conocimiento previo de la composición de los residuos a base de ensilaje, para poder predecir y así complementarla en una dieta base que cumpla con los requerimientos de los animales.

Diagnóstico.

Tomando en cuenta el clima y la alimentación animal en los trópicos, es necesario asegurar la alimentación en las épocas secas siendo un problema para los productores y pérdidas generadas en sus fincas. Por ello, como alternativa se implementan alimentos en su dieta a base en subproductos utilizado el ensilaje como un método prometedor que asegura la alimentación de los animales en los tiempos de deficiencia de alimento.

Pronóstico.

El alimento para animales en época seca sigue provocando pérdidas tanto en la producción como la reproducción, esto permite que los subproductos agroindustriales tomen la pauta y alternativas para alimentación animal, como fuente de alimentos sostenibles que permitan la sobrevivencia de los rumiantes.

1.2. Justificación

En la región tropical 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 (9).

La presente investigación es relevante porque propone proyectos de producción de ensilaje de maíz y ensilaje de rechazo de banano como alternativa de alimentación, por su valor energético, elevado contenido de materia seca y alta concentración de carbohidratos no fibrosos, principalmente en la pulpa, con una dieta base siendo una combinación de los alimentos que, contiene todos los nutrientes necesarios que cumpla con la ingesta diaria que requiere el animal. Utilizar subproductos agroindustriales de la zona permite que los productores se beneficien de no desperdiciar y a su vez usarlo como alimento, siempre que el producto resultante muestre un alto valor energético, rendimiento y reduzca los costos para alimentación de animales.

En ensilaje constituye un recurso muy apreciado en las ganaderías, porque permitirá almacenar pastos y utilizarlo cuando sea escaso, por lo expuesto, promover esta alternativa que ayude a los ganaderos, es un recurso que permitirá mejorar sus producciones utilizando los sustitutos para la alimentación de los animales. Los residuos o subproductos que generan en cualquier proceso productivo son de utilidad y pueden ser transformados para obtener otro producto con valor nutricional, esta alternativa no solo permite beneficiar el ámbito alimenticio sino también ayudar el medio ambiente (11).

El banano tiene los nutrientes necesarios que permite suplementar a los animales fibra, agua, almidón, celulosa, sacarosa, presenta un valor energético similar o superior al de los cereales (maíz, cebada), por ende, se considera un subproducto muy energético, la composición alta en carbohidratos y baja en proteínas facilita el proceso del ensilado y la implementación en las dietas (12). La dieta base estará constituida de ensilaje de maíz y rechazo de banano con subproductos de la zona como polvillo, sales minerales y soya, con el objetivo que cubrir los requerimientos del animal.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar la composición química de ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

1.3.2. Objetivo Específico

- Determinar los contenidos de materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, grasa bruta, fibra bruta, proteína bruta, en el ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.
- Demostrar el contenido de energía del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.
- Establecer las fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) y FDN (fibra detergente neutra) con ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Banano (*Musa paradisiaca*)

El banano es una fruta de alto valor nutricional lo que lo convierte en un alimento energético con alto potencial para la alimentación animal. Algunas características nutricionales de los bananos con excepción de la proteína, es que posee los nutrientes necesarios como fibra, agua, almidón, celulosa, sacarosa, glucosa, dextrosa, taninos, calcio, fósforo, tiamina, niacina, riboflavina, vitaminas A y C (13). En estado verde predomina el almidón mientras que en estado maduro los azúcares. Crece en las más variadas condiciones de suelo y clima para lo cual es necesario que los suelo sean aptos en textura y el clima ideal es tropical húmedo, en temperaturas a 18.5° para que no se retarde su crecimiento (14).

Alrededor del 30-40 % de la producción total del banano y plátano se encuentra disponible para la alimentación animal como resultado del rechazo de la exportación, por razones como haber sido dañado en el campo o no ser vendida al mercado (15).

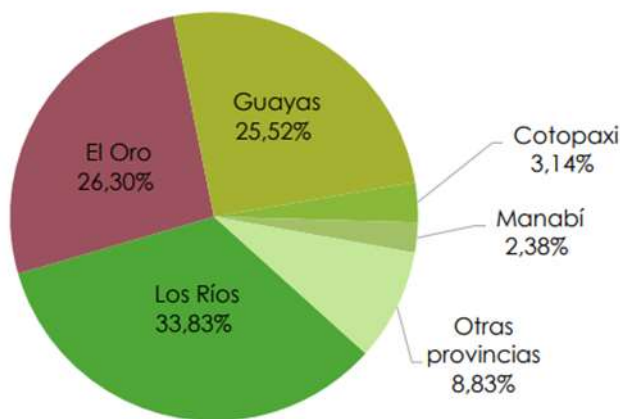


Figura 1. Participación en la superficie plantada total

En los Ríos es donde se concentra la mayor parte de plantación de banano con una producción de 2.496 tm, en el Guayas 1.569 tm y en el Oro 1.481 tm que corresponden a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2020 (2).

2.1.1. Uso de subproductos del banano

Constituye un grupo de fuentes forrajeras muy útiles en muchos países tropicales, especialmente en la estación seca, donde se puede triturar y entregar fresco o se puede ensilar y alimentar al ganado (16). La cáscara de desechadas contienen 21% de azúcares reductores, 7% de grasa, 11% de fibra cruda y 60% de extracto libre de N en base seca y 86% humedad. Por lo tanto, se clasifica como material rico en energía y alto en humedad (17).

2.2. Maíz Forrajero

En el Ecuador, el maíz es el segundo grano más importante en la dieta ecuatoriana después del arroz, y ocupa el primer lugar como materia prima para elaboración de productos balanceados utilizados en alimento para especies locales. En el 2018, la superficie de maíz fue de unas 255.376 hectáreas (18), pero en el 2020 la superficie de maíz ascendió a 365.725 hectáreas distribuidas principalmente en la provincia de Los Ríos, Guayas, y Manabí (2). El Maíz (*Zea mays L*) es un cultivo con altos requerimientos nutricionales de elementos del suelo porque consume cantidades importantes especialmente nitrógeno (N), seguido de potasio (K) y fósforo (P). Estos nutrientes forman parte de una serie de fertilizantes sintéticos individualmente o en combinación (19).

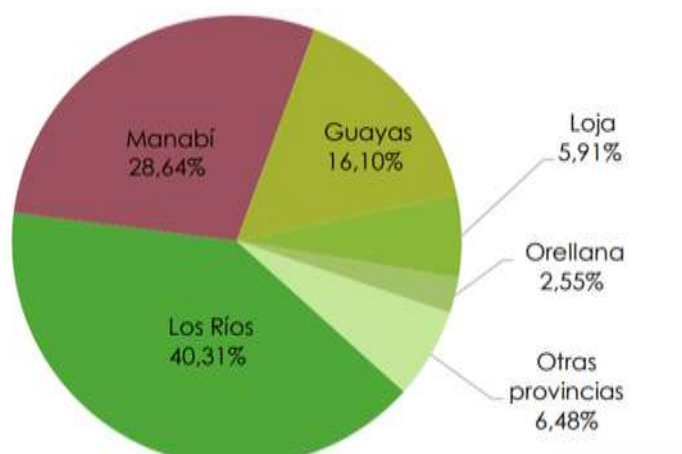


Figura 2. Participación en la superficie sembrada total

En los Ríos es donde se concentra la mayor parte de plantación de maíz con una producción de 643 tm, en Manabí 281 tm y el Guayas con 248 tm que corresponden a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2020 (2).

2.3. Ensilaje

Es un método de conservación de forraje 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 (20). Una vez que la cantidad de ácido láctico presenten el 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 (21).

2.4. Proceso del ensilaje

El ensilaje es un proceso en el que el alimento previamente triturado se almacena en bolsas, tanques cilíndricos o estructuras como silo, este método de conservación se caracteriza por un contenido de humedad del 60 -70% y la fermentación de carbohidratos solubles de grano o forrajes por bacterias ácido láctico (22).

El ensilaje permite conservar el forraje en un estado físico y su composición química no está modificada por las bacterias. 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, 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 (23).

2.4.1. Fase aeróbica

En esta etapa, que dura solo unas horas, el oxígeno en la masa vegetal se reduce por la respiración de materiales vegetales y microorganismos aerobios permeables como levaduras y enterobacterias. También existe actividad significativa de varias enzimas vegetales, como proteasas y carbohidrasas, siempre que el valor del pH se mantenga en el rango normal (pH 6.5-6.0) (24).

2.4.2. Fase de fermentación

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. Puede variar de días a semanas, dependiendo de las características del material ensilado y del estado en el momento del ensilaje. 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 (24).

2.4.3. Fase estable

Mientras se evacúe el aire, difícilmente cambiará o se dañará el producto, algunos microorganismos acidófilos sobreviven inactivos durante este periodo. Otros, como el *Clostridium* y los bacilos, sobreviven como esporas (25). Solo algunas proteasas, carbohidratos y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a un menor ritmo.

2.5. Efecto del ensilaje de maíz y banano en la producción animal

El maíz por poseer un gran contenido de carbohidratos y puede ser una excelente fuente de energía para el animal, además de una gran cantidad de proteína. El efecto de suplementación del ensilaje depende en gran medida las características genéticas de los animales que sean suplementados, además de los ingredientes con que sea mezclado el ensilaje (26).

El rechazo de banano como alternativa de suplemento en la alimentación de rumiantes, puede utilizarse de forma directa en la dieta o indirecta mediante proceso de ensilajes. El banano está compuesto por almidón, celulosa y hemicelulosa, bajo contenido proteico y alto contenido de tanino por lo que no se lo debe ingerir en grandes cantidades en las producciones bovinas. Una alternativa es reducir el contenido de taninos del banano verde procesándolo por medio de la fermentación en estado sólido, y así se convierte en un alimento con alto valor nutritivo (27).

2.6. Análisis bromatológico de ensilaje de maíz

En la investigación hecha por Torres (28) en la comparación nutricional de tres ensilajes de maíz para medir el rendimiento y cual ensilaje tiene las mejores características. Entre las variables como la PB (Proteína bruta) fueron de 6.8 % por Hassanat *et al* (26), 7.9% por Ferrarreto y Shaver (29) y 9.99% tomado de Young *et al* (30). En cuanto a los valores de FDA para Hassanat *et al* 20.1% Ferrarreto y Shaver 24.2% y Young *et al* 23.87% .En FDN 33.3% para Hassanat *et al*, 41.5% en Ferrarreto y Shaver y 42.26% para Young *et al*, estas variables comparadas con tres autores, se puede observar que la investigación hecha por Hassanat *et al* (26) tiene los mejores valores nutricionales en todas las variables a excepción de la proteína bruta, por poseer el valor más bajo de esa característica. El mejor valor de proteína bruta lo presentó la investigación realizada por Young *et al* (30).

2.7. Ensilaje de banano

El ensilaje de subproductos agroindustriales aporta una importante contribución para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal en zonas tropicales, es importante a la hora de realizar el compactado impedir cualquier entrada de aire, el piso debe ser bien drenado para evacuar la sabia que pueda desprenderse del ensilaje al ser compactado. De preferencia los silos deben estar en un lugar sombreado, si no es recomendable cubrir para evitar que el sol incide directamente sobre él, porque fácilmente las capas superiores alcanzan 50 grados centígrados (21).

La materia seca del banano inmaduro verde consiste principalmente en almidón (72%), que al madurar se convierte en monosacárido. Los bananos contienen tanninos, que pueden afectar a la digestibilidad de la proteína en la ración. Estos frutos son pobres en fibra, proteínas y minerales, por ello deben suministrarse junto con gramíneas o cualquier otro forraje, así como con un suplemento proteico y una mezcla mineral. Se puede obtener un buen ensilaje con partes iguales de banano verdes picados y de gramíneas, o con bananos verdes picados mezclados con un 1.5% de melaza (21).

Según Suárez (21) la cantidad de rechazo de banano disponible para ensilar en el experimento fue de 73000.0 kg y la cantidad de ensilaje obtenido luego de 45 días tuvo un peso de 42924.0 kg de esa manera en rendimiento en el producto final es de 58.8% lo cual

indica que el rechazo de banano dispone de una alta cantidad de agua eliminada en ese lapso de tiempo, ya que el ensilaje final dispone de una humedad superior al 68%.

2.8. Análisis bromatológico de ensilaje de banano

En la investigación de Pilco *et al* (31) en la composición bromatológica de banano producida en Ecuador donde analizaron el porcentaje de humedad que fue del 88,94% y 11,06%, en cuanto a la proteína 0.74%, grasa 0.74%, ceniza 1.55%. En cuanto a Suárez (21) en un cuadro reportado por INIAP la ceniza representó el 3.24%, la proteína el 3.39%, grasa 1.35% y la FDN 39.80%, la FDA 10.71% de los valores respectivamente en comparación de la calidad nutritiva de los alimentos del ensilaje de banano a los 42 días.

Según Faubla *et al* (32) el ensilaje de banano verde después de evaluarse a los 65 días del proceso de fermentación, fueron abiertos los silos a los 70 días, donde después del análisis estadístico, el mismo que no demostró diferencias significativas entre las unidades experimentales en relación a la proteína, reflejando que todos los tratamientos presentaron un porcentaje de proteína mayor en comparación con los testigos, pero determinó que el mejor tratamiento el A3 con respecto a proteína 6.91% y ceniza 10.53% respectivamente.

La composición proximal del banano de Ecuador indica que el 11% de su contenido corresponde a componentes con potenciales aplicaciones nutricionales ya que consisten en proteínas, compuestos inorgánicos (macro y micronutrientes) y carbohidratos con bajo contenido de grasa (31).

2.9. Materia seca

Al producir maíz para ensilaje, es necesario obtener el contenido de MS adecuado para asegurar una fermentación y un consumo adecuado por parte del ganado (33) (34). Cuando hay aumento en contenido de materia seca ésta se debe tanto a la pérdida de humedad de las plantas al avanzar el estado de madurez, como al mayor contenido de grano, por contener menor humedad respecto a hojas y tallos.

El incremento de concentración de carbohidratos no fibroso (CNF) en los ensilados es debido al alto contenido de esta fracción en el guineo cuadrado, esto concuerda con los hallazgos de

López (35), mientras que Álvarez (36) señalan que este aporte proviene principalmente del almidón (81.7%) en el fruto inmaduro, pero en el silo de rechazo de banano según Suárez (21) fue del 21,25, hay diferencias entre la MS dependiendo del estado de la fruta. La composición nutricional del ensilaje de maíz comparando con tres autores en MS está en un 39.9% (29), mientras que Hassanat *et al* (26) un 38% y Young *et al* (30) 35.65%.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Rumiología en el Campus Experimental La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7.5 vía Quevedo- El Empalme, Cantón Mocache, 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 se exponen en la tabla 1.



Figura 3. Localización del Campus Experimental “La María”

Tabla 1. 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: (37)

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, dónde se enfocó en las presentes variables. Determinar la composición química: materia seca, grasa, energía, materia orgánica, materia inorgánica, fibra bruta, proteína, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida del ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base; dando uso a los residuos agroindustriales, brindando un aporte nutritivo en la alimentación del ganado vacuno.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método exploratorio

A través de este método se tomó muestras de la dieta donde se realizó los análisis para determinar las variables ya establecida.

3.3.2. Método Analítico

Se realizó un análisis de la composición química del ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en diferentes proporciones de una dieta base, dónde se estableció cual proporción de la dieta base es la requerida y con mayor potencial nutricional.

3.3.3. Método de campo

La investigación estuvo compuesta por la combinación de diferentes cantidades de subproductos agroindustriales, el método de campo se desarrolló en el Campus “La María” de la UTEQ. Además, se realizó mediciones utilizando variables previamente establecidas, los resultados obtenidos son refutados con base en la información de diferentes fuentes bibliográficas y luego las respectivas conclusiones.

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Fuentes Primarias

Se recopiló información básica mediante la recolección de datos sobre las variables tales como: Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Materia Inorgánica (MI), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), energía, grasa, fracciones de fibra FDN y FDA cuantificada por análisis bromatológico en el ensilaje de maíz y rechazo de banano verde con 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
- Tesis de pregrado y posgrado
- Revistas científicas
- Informes de instituciones científicas

3.5. Diseño de la investigación

La presente investigación se realizó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, donde se evaluó el nivel de inclusión de subproductos agroindustriales de banano (rechazo) y maíz forrajero, con tiempo de fermentación de 30 días. En la tabla 2 se detalla el esquema del análisis de varianza (ANDEVA):

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Error experimental	t (r-1)	15
Total	t. 1-1	19

Modelo matemático a emplearse, es el expuesto a continuación:

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

Dónde:

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

μ = Es la medida de i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Es el error experimental de la unidad ij (38)

3.6. Dieta establecida

Los tratamientos establecidos de la tabla 3 son descritos de la siguiente manera, los niveles de inclusión de ensilaje de maíz forrajero más ensilaje rechazo de banano verde en una dieta base con materias primas de la zona. La dieta base complementa todos los nutrientes que necesita el animal para cumplir sus requerimientos.

Tabla 3. Elaboración de dieta con ensilaje de maíz y banano verde.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Ensilaje de maíz forrajero	50	45	40	35	30
Ensilaje de banano		5	10	15	20
Polvillo	27	27	27	27	27
Pasta de soya	20	20	20	20	20
Sales minerales	3	3	3	3	3
	100	100	100	100	100

3.7. Tratamientos evaluados

Se realizó un análisis estadístico ADEVA mediante el uso de hojas de Excel para registrar y tabular los datos, una vez ordenado se envió al programa estadístico libre InfoStat. Para determinar la diferencia ente las medias y se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0,05% de probabilidad. En la tabla 4 se detallan los tratamientos evaluaos (Tabla 4).

Tabla 4. Tratamientos evaluados

Tratamientos	Descripción del tratamiento
T1	50% maíz forrajero, 0% rechazo de banano
T2	45% maíz forrajero, 5% rechazo de banano
T3	40% maíz forrajero, 10% rechazo de banano
T4	35% maíz forrajero, 15% rechazo de banano
T5	30% maíz forrajero, 20% rechazo de banano

3.8. Instrumento de Investigación

3.8.1. Manejo del experimento

La investigación se realizó en el Campus Experimental “La María” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Para realizar el ensilaje se utilizó silos en bolsas plásticas de capacidad de 30 kg con maíz forrajero y rechazo de banano verde durante los meses de diciembre y enero 2021. Se elaboraron cinco tratamientos con cuatros repeticiones por tratamiento. El silo se compactó bien hasta expulsar el aire, y al sellarlo se utilizó cinta para asegurar y evitar la entrada de aire. Una vez llenos los silos fueron almacenados por un periodo de 30 días a temperatura ambiente con iluminación natural sin radiación solar directa. Cumplido el ciclo se tomaron las muestras y se secaron en estufa Memmert ® a65°C durante 48 horas y posteriormente se trituraron en un molino Thomas Willy ® con criba de 1.0 milímetros.

Una vez molino los ensilajes secos se procedió a formular la dieta; ensilaje de maíz con el 50, 45, 40, 35 y 30% y en el ensilaje de banano con el 0, 5, 10, 15 y 20% de inclusión, polvillo con el 27%, pasta de soya con el 20% y la sal mineral con el 0.3%, complementando la dieta para cumplir con los requerimientos de los rumiantes. Luego de la formulación de la dieta, se tomaron las muestras respectivas para realizar los análisis de la composición química de la dieta base, donde se analizaron la materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, grasa bruta, fibra bruta, proteína bruta, energía, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida. Los resultados obtenidos nos permitieron conocer los beneficios de las dietas evaluada en la alimentación animal.

3.8.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se lo realizó mediante el ANOVA (análisis de varianza) y fueron comprobadas con la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) de confiabilidad, y las figuras, tablas y demás procedimientos se llevó a cabo con Office Microsoft Excel.

3.9. Variables evaluadas

3.9.1. Proteína Cruda (PC)

La proteína es denominada “cruda” no es una medición directa de proteína más bien es una estimación total basada en el contenido de nitrógeno del alimento (Nitrógeno $6.25 =$ proteína cruda. El análisis se efectuó mediante el método de Kjeldahl, se evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, una vez digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio (39).

3.9.2. Materia Seca (MS)

Se tomaron muestras de la dieta, se pesó en un crisol y se determinó su peso en fracción húmeda, donde se colocó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 130° por dos horas. El porcentaje de $MS = 100 - \% \text{ humedad}$, conocer el contenido de humedad del ensilaje es crítico para poder balancear la dieta en forma adecuada (40)

3.9.3. Grasa

Se determinó 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 (41).

3.9.4. Materia Orgánica (MO)

Cuando las muestras de la dieta es colocado en un horno llamado mufla y se mantiene en un rango de $500-600^\circ\text{C}$ por tres horas (41).

3.9.5. Materia inorgánica (MI)

La materia inorgánica son los demás elementos químicos como el calcio, fósforo, etc., y es cuando una muestra de alimento está colocada en un horno y mantenida a 600° C por 24 horas, mientras la muestra orgánica es quemada, la materia restante es parte mineral llamada ceniza (42). Consiste en toda la materia inorgánica (o minerales) del alimentos, así como contaminantes inorgánico, tales como la tierra y la arena.

3.9.6. Fibra Cruda (FB)

Un método químico usado para describir la porción indigerible del material vegetal. Sin embargo, algunas de estas sustancias pueden ser digeridas parcialmente por microorganismos en el rumen del ganado. Cuanto más alto sea el contenido de fibra, menor será el contenido energético del pienso (43).

3.9.7. 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 aún están compuestas de celulosa y lignina. Los valores que se dan tiene 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 (43).

3.9.8. Fibra Detergente Neutra (FDN)

Determinado por el equipo de Nirs (44), 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 reduce (43).

3.9.9. Energía

El potencial energético de un alimento es fundamental para valorarla nutricionalmente y económicamente, la energía es medida de forma simple con el calor liberado por combustión

total de una muestra con el empleo de una bomba calorimétrica. Las calorías son la unidad de medida que se usa para saber la cantidad de energía que aporta un alimento, se puede abreviar como caloría (cal) (45).

3.10. Recursos humanos y materiales

3.10.1. Recursos humanos

El tutor Adolfo Sánchez Laíño, dedicado a la investigación vinculada al estudio de ensilajes y subproductos agroindustriales, siendo un alimento alternativo en el Ecuador, tiene como finalidad facilitar el desarrollo de éste proyecto de investigación científica.

3.10.2. Material vegetativo

- ✓ Forraje de maíz
- ✓ Rechazo de banano

3.10.3. Materiales e insumos

- ✓ Fundas de ensilaje
- ✓ Maquina ensiladora
- ✓ Tachos
- ✓ Cubetas plásticas
- ✓ Aspiradora

3.10.4. Materiales de laboratorio

- ✓ 200 kg de maíz forrajero
- ✓ 200 kg de rechazo de banano
- ✓ 1 rollo de fundas
- ✓ 1 rollo de piola
- ✓ 20 crisoles
- ✓ Guantes quirúrgicos

- ✓ Bandejas de aluminio
- ✓ Mandil
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Baño maría
- ✓ Determinador de fibra
- ✓ Determinado de grasa
- ✓ Mufla
- ✓ Destilador
- ✓ Desecador
- ✓ Matraz
- ✓ Estufa
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Calorímetro

3.10.5. Otros materiales

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

3.10.6. Reactivos

- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Hidróxido de sodio
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Éter de petróleo
- ✓ Indicar Kjendahl
- ✓ Alambre de fusión
- ✓ Carbonato de sodio
- ✓ Ácido bórico

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde de la dieta base

En la tabla 5 se presentan los resultados de la dieta experimental analizados en los laboratorios de Bromatología y Rumiología realizados en el Campus Experimental “La María” de la UTEQ

4.1.1. Contenidos de Materia Seca en el ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

La materia seca (MS) del 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, (92.38, 91.29, 91.09, 91.67, 92.41% respectivamente) presentaron diferencias ($p < 0.05$). Los tratamientos T4 y T5 expresaron los porcentajes más altos en MS debido al contenido de ensilaje de banano al 15 y 20% en los niveles de la dieta base, y se observa que a medida que se disminuyen los niveles de ensilaje de maíz al 35 y 30%, aumentó el porcentaje de materia seca.

La composición de la MS encontrado en esta investigación fueron superiores a los reportados por Sánchez *et al* (46) que presentaron valores promedios superiores 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*), los valores inferiores se deben al uso de residuos de cáscara de maracuyá. Zegarra *et al* (47) reportaron valores promedios inferiores 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 inferiores a los reportados en nuestra investigación, posiblemente debido al uso de ensilaje de alfalfa. Parsi *et al* (48) reportó promedios inferiores del 85% debido a que utilizaron rastrojo de maíz que es lo que permanece en campo después de la cosecha en la investigación realizada en la valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas.

4.1.2. Contenido de Materia Orgánica en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

En la tabla 5 se muestran los promedios obtenidos de M.O donde los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (81.39, 84.95, 85.55, 85.75, 86.19 respectivamente) presentó diferencias ($p < 0.05$). Los tratamientos T4 y T5 con porcentajes 85.75 y 86.19% fueron los más altos con niveles ensilaje de maíz al 35 y 30%; en el ensilaje de banano con niveles del 15 y 20%, significa que a más contenido de ensilaje de maíz los porcentajes de MO son menores y a mayor nivel de ensilaje de banano aumenta la MO de la dieta establecida.

Los resultados obtenidos de MO en esta investigación fueron inferiores a los reportados por Sánchez *et al* (46) reportando valores superiores 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*), García *et al* (15) reportó valores similares 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 del fruto entero verde. Vaz *et al* (49) reportó valores inferiores 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.

4.1.3. Contenido de Materia Inorgánica en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

Está constituida 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 MI de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (18.62, 15.06, 15.45, 14.25 y 13.81% secuencialmente) demostró diferencias en sus tratamientos ($p < 0.05$). Los niveles del 50, 45 y 40% de los tratamientos T1, T2 y T3 con promedios del 18.62, 15,06 y 5.4%⁵ presentaron mayores porcentajes al incluir ensilaje de

maíz, en los tratamientos T4 y T5 con valores 14.25 y 13.81% indica que los porcentajes bajan debido al alto contenido de ensilaje de rechazo de banano al 15 y 20%.

Los resultados promedios de esta investigación de los análisis de MI presentan valores similares a los reportados por Vera *et al* (50) 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, Según Dormond *et al* (16) presentaron valores equivalentes con promedios de 13.92% Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass, Aguirre *et al* (51) demostraron promedios del 12.13% en la investigación utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo.

4.1.4. Contenido de Proteína Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

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 (18.31, 16.19, 15.68, 15.09 y 12.61% consecutivamente) presentaron diferencias ($p < 0.05$) en los tratamientos T1, T2 y T3 demostrando que debido a los mayores niveles del 50, 45 y 40% de ensilaje de maíz tienen los mejores porcentajes de proteína, y a medida que suben los niveles de ensilaje de banano al 15 y 20% bajan los niveles de proteína en la dieta base.

La PB según los análisis de esta investigación fueron similares a los reportados por Zegarra *et al* (47) que presentaron valores promedios de 17.23% PB cuando estudiaron la valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución de maíz (*Zea mays*), Dormond *et al* (16) reporta valores promedios inferiores de 11.07% de PB en la investigación de la evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass, Angulo *et al* (52) mostró promedio equivalente al de esta investigación con el 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* (51) reportó promedios inferiores

del 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 Fibra Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

La FB se usa para describir la porción indigerible del material vegetal, sin embargo, algunas de estas sustancias pueden ser digeridas parcialmente por microorganismo en el rumen, cuanto más alto sea el contenido de fibra, menor será el contenido energético del pienso. En la tabla 5 de los análisis realizados encontramos los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (39.55, 42.94, 50.10, 46.64 y 41.59% proporcionalmente) no presentaron diferencias ($p > 0.05$), en sus tratamientos en la inclusión de ensilaje de banano y ensilaje de maíz forrajero obteniendo valores similares en los porcentajes

La FB de la presente investigación determinó que los valores fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (50) con promedios del 26.81% respectivamente en el estudio realizado sobre la caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos, Aguirre *et al* (51) demostró valores menores con porcentajes del 26.15% en la investigación de la utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. Callacná *et al* (53) reportó valores inferiores con porcentajes del 29.26% en la investigación de las características nutritivas del ensilaje mixto de maíz chala (*Zea mays* L.) y broza de esparrago (*Asparragus officinalis*) con melaza-urea e inóculo bacterial como suplemento alimenticio para cabras en manejo semi extensivo

4.1.6. Contenido de Grasa Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

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 (1.38, 1.35, 1.45, 1.33 y 1.01 respectivamente) no presentaron diferencias ($p > 0.05$) en los tratamientos en la

inclusión de ensilaje de banano al 5, 10, 15 y 20% y ensilaje de maíz al 50, 45, 40, 35 y 30% en los análisis realizados.

En esta investigación de GB los valores fueron inferiores a los presentados por Fernández (54) promedios superiores del 2.3% en la investigación de banano o plátano para alimentación de bovinos. Rojas *et al* (55) reportó porcentajes superiores a los de esta investigación en el estudio de Efecto de la inclusión de *Mussa* sp. en la conservación de *Morus alba* Linn, debido a la variedad de cada especie. Callacná *et al* (53) demostró valores superiores con promedios de 3.98% debido al bozo de esparrago que aporta un mayor contenido de extracto etéreo en el ensilaje con maíz y en el momento de la cosecha, en la investigación de las características nutritivas del ensilaje mixto de maíz chala (*Zea mays* L.) y broza de esparrago (*Asparragus officinalis*) con melaza- urea e inóculo bacterial como suplemento alimenticio para cabras en manejo semi extensivo.

4.2. Contenido de Energía Bruta en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

El valor calorimétrico de un alimento es proporcional a la cantidad de energía que puede proporcionar al quemarse el alimento en presencia de oxígeno. Se mide en calorías, que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua.

La energía analizada se presenta en la tabla 5, en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (3.87, 3.66, 4.04, 4.14 y 4.01 Kcal respectivamente) presentando diferencias ($p > 0.05$), los resultados obtenidos de los tratamientos T1 y T2 son menores en EB debido al nivel del 50 y 45% de ensilaje de maíz y la EB aumenta cuando existe mayores niveles al 10, 15 y 20% de ensilaje de rechazo de banano en la dieta base.

Los valores reportados por Vera *et al* (50) en el estudio de la caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos, presentó promedios del 4.45 kcal/kg mostrando valores similares a los analizados en esta investigación. Angulo *et al* (52) 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, reportó valores inferiores con el 1.4 kcal en el contenido nutricional del ensilaje de maíz. Zegarra *et al* (47) presentó valores menores de 1.47 kcal en los niveles de ensilaje de maíz y su efecto en la utilización proteica y excreción de nitrógeno de vacas lecheras bajo consumo de alfalfa. Fernández (54) reportó cantidades inferiores con el 2.022 kcal en la investigación de banano o plátano para alimentación de bovinos. Vera *et al* (56) reportó valores similares a los de esta investigación con promedio del 4.42 kcal en la investigación de la valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador, los residuos de banano son considerados como potenciales alimentos alternativos en la dieta de los animales.

4.3. Fracciones de fibra: FDN (fibra detergente neutra) en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

El contenido de fibra detergente neutra se presenta en la tabla 5, según los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, con valores del (59.01; 55.69; 56.77; 53.90 y 52.90% equivalentemente) presentaron diferencias ($p > 0.05$) en el tratamiento T1, T2 y T3 con niveles del 50, 45 y 40% de ensilaje de maíz, mientras que en la inclusión de ensilaje de banano en niveles del 15 y 20% la FDN bajó consecutivamente en los tratamientos T4y T5 con valores del 53.90% y 52.90%.

La FDN de la presente investigación fueron superiores a los valores obtenidos por Sánchez *et al* (46) 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* (50) 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* (52) 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. Fernández (54) reportó valores superiores con porcentajes del 65% en la investigación de banano o plátano para alimentación de bovinos, debido a que en esta investigación se ensiló toda la planta entera de banano alcanzando valores adecuados, en esta investigación se redujo la cantidad de FDN a medida que se aumentaba los niveles de ensilaje de banano debido a la reducción de la

FDN por mayores cantidades de banano en la mezcla, además de que la lignina permanece constante, y esto puede afectar la digestibilidad.

4.4. Fracciones de fibra: FDA (fibra detergente ácida) en ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

Compuesta por celulosa y lignina, este valor es importante para saber la capacidad del animal para digerir el forraje, se considera que a mayor FDA menor digestibilidad del forraje. En la tabla 5 según la media de los tratamientos T1 (23.02%), T2 (17.70%), T3 (16.21%), T4 (10.57%) y T5 (9.33), presentaron diferencias ($p < 0.05$) en sus porcentajes, a medida que aumenta el ensilaje de maíz los porcentajes ascienden, por lo tanto mientras se le aumenta el ensilaje de banano descenden los porcentajes, los tratamiento (T4 y T5) fueron los más bajos con los niveles del 35% y 30% en ensilaje de maíz, así mismo el ensilaje de rechazo de banano con los niveles del 15% y 20%, lo que nos da a comprender que con esos porcentajes existe una mejor digestibilidad en aquellos niveles.

La presente investigación de esta investigación presentó valores inferiores a los reportados por Vera *et al* (50) 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* (46) con promedios similares 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*). Fernández (54) reportó promedios superiores de FDA con 65% en la investigación de banano y plátano para alimentación de bovinos siendo mayores los niveles de FDA debido a que el ensilaje está empleado con la planta entera de banano y esto representa que exista una menor digestibilidad en el rumiante,

4.5. Resultados de la composición química de la dieta base

En la tabla 5 se detallan los análisis químicos bromatológicos de los tratamiento evaluados.

Tabla 5. Composición química: materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), energía, proteína bruta (PB), grasa, fibra bruta (FB), fracciones de fibra FDN Y FDA del ensilaje de maíz y rechazo de banano en diferentes proporciones en una dieta

Contenido (%)	T1	T2	T3	T4	T5	EE	CV	p>
MS	92.38c	91.29a	91.09a	91.67b	92.41c	0.08	0.17	0.0001
MO	81.39a	84.95b	84.55b	85.75c	86.19c	0.12	0.28	0.0001
MI	18.62c	15.06b	15.45b	14.25a	13.81a	0.12	1.56	0.0001
EB (kcal)	3.87ab	3.66a	4.04ab	4.14b	4.01ab	0.11	5.50	0.0587
PB	18.31c	16.19b	15.68b	15.09b	12.61a	0.44	5.65	0.0001
GB	1.38a	1.35a	1.45a	1.33a	1.01a	0.25	37.83	0.7551
FB	39.55a	42.94a	50.10a	46.64a	41.59a	3.76	17.04	0.3323
FDN	59.01a	55.69a	56.77a	53.90a	52.90a	1.92	6.91	0.2337
FDA	23.02b	17.70b	16.21b	10.57a	9.33a	2.06	26.83	0.0018

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; MI: Materia inorgánica; EB: Energía bruta; PB: Proteína bruta; GB: Grasa bruta; FB: fibra bruta; 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

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ Los contenidos de materia (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), energía bruta (EB), proteína bruta (PB) y fibra detergente ácida (FDA) del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano incluidos en diferentes proporciones en una dieta base, fueron afectaron significativamente.
- ✓ La grasa bruta (GB), fibra bruta (FB) y las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano suministrado en diferentes proporciones en una dieta base, no fueron afectadas.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

- ✓ Las inclusiones de ensilaje de banano en la elaboración de ensilaje de maíz forrajero tienen valores aceptables en los principales componentes nutritivos, excepto en los porcentajes de grasa bruta (GB), fibra bruta (FB) y fracciones de fibra detergente neutra (FDN), sugiriéndose evaluar niveles superiores del rechazo evaluado en la presente investigación.
- ✓ Evaluar otros subproductos agroindustriales generados en la región para alimentación de rumiantes durante la época seca (junio- diciembre).

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología Convocatoria 8 (FOCICYT) en el Proyecto *Uso de ensilajes de maíz forrajero y residuos agrícolas en la alimentación de ovinos tropicales en pastoreo.*

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Gutierrez F. Ensilaje una alternativa milenaria de conservación de forraje; 2014.
2. INEC. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. [Online]; 2020. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec.
3. Aguirre LRZ, Boucourt R, Saca V, Salazar R, Jimenez M. Effect of whey on solid state fermentation of coffee pulp for feeding ruminants. Cuban J. Agr Sci. 2018.
4. Meléndez J. Factores críticos que inciden en la rentabilidad económica del banano para exportación en la etapa de poscosecha. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2019.
5. González K. Ficha Técnica Maíz Forrajero. [Online]; 2020. Acceso Jueves de Junio de 2021. Disponible en: <http://infopastosyforrajes.com>.
6. García A, Rivas J, Rangen J, Espinoza J, Barba C, Heredero C. A methodological approach to evaluate livestock innovations on small-scale farms in developing countries. Future internet. 2016; 8(1-17).
7. Matín P. El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. Avances Invest Agropec. 2019.
8. Mantenola B, Cerda D, Mira J. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. 2019.
9. Costa S, Tuesta E, Costa S. Residuos agro-industriales utilizados como materia prima en estudios de desarrollo de fibra textiles. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. 2016; 58.
10. Cowan T. Uso de forrajes ensilados en sistemas de producción animal en gran escala. Australian Tropical Dairy Institute. Universidad of Queensland. s.f.
11. Vargas Y, Pérez L. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad de Ciencias Básicas. 2018; 12(1).

12. Álvarez S, Méndez P, Fresno M. Ensilado de destrío de plátano para la alimentación caprina. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). 2013.
13. Diniz T, De Olivera M, & Viegas R. Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA. 2014; 6(1).
14. DICI. Análisis del Sector Banano. [Online].; 2013..
15. 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.
16. Dormond H, Rojas A, Bochini C, Sibaja G. Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como materiañ de ensilaje, en combinación con pasto king grass. IntereSedes: Revista de las Sedes Regionales. 2011.
17. Archihibald J. Nutrient composition of banana skins. 3269-971. Dairy Science. s.f.
18. Amat G. Comportamiento agronómico de un híbrido promisorio de maíz forrajero. [Online]; 2019. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6791/TE-UTBFACIAG-ING%20AGRON-000210.pdf?sequence=1>.
19. Gudelj V, Vallones P, Galarza C, Anselmi H, Donadio H, Salafia A, et al. Evaluación de fertilización en maíz con nitrógeno, fosdfoto, azufre y zinc. 2018.
20. Cobos M. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). [Online].; 2016..
21. Suárez P. Ensilaje de banano (rechazo) como suplemento alimenticio para ganado bovino en el segundo tercio de lactancia. [Online].; 2011..
22. Martínez F. El proceso de ensilaje. [Online].; 2019.. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/>.

23. MAG. Ensilaje de maíz. [Online]; 2018. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/ensilaje-de-maiz-una-propuesta-para-conservar-alimento-para-la-temporada-seca/#>.
24. Sánchez A. Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con diferentes niveles de urea y melaza para la alimentación de rumiantes. 2021.
25. Trujillo G. Guía para utilización de recursos forrajero tropicales para la alimentación de bovinos. SENA: Comité de ganaderos de Huila. Fondo Ganadero de Huila. 2010.
26. Hassant F, Gervais R, Julien C, Massé D, Lettat A, Chouinard P, et al. Replacing alfalfa silage with corn silage in dairy cow diets: effects on enteric methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. *Journal of Dairy Science*. 2013; 96(7).
27. Garcéz M. Detoxificación de banano verde. *Revista Lasallista de Investigación*. 2004; 1(1).
28. Torres J. Comparación de tres tipos de ensilajes (maíz, sorgo y caña de azúcar) en la producción de leche. 2020.
29. 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).
30. Young K, Lim J, Derbedrosian M, Kung L. Effect of exogenous protease enzymes on the fermentation and nutritive value of corn silage. *Journal of Dairy Science*. 2012; 95(11).
31. Pilco G, Borja D, Goestchel L, Andrade P, Izarabal J, Vargas P, et al. Caracterización bromatológica y evaluación de la actividad antimicrobiana en cáscara de banano Ecuatoriano. *Enfoque UTE*. 2018; 9(2).
32. Faubla A, Ponce H, Moreira D, Llorca R. Evaluación bromatológica y toxicológica de microorganismos específicos en la obtención del ensilaje de banano verde. 2016.

33. 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.
34. 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).
35. López H, Briceño A. Efecto de la especie de leguminosa y la fuente de carbohidratos en la calidad física y química de mezclas para ensilaje. *Nutricion Animal tropical*. 2017; 12(3).
36. Álvarez B, Rojas B, Lopez H. Efecto del guieno cuadrado sobre la proteína cruda, almidón, fibra y fermentación ruminal de ensilados de leguminosas. *Nutrición Animal Tropical*. 2020; 14(1).
37. INAMHI. [Online]; 2020.
38. Fernández ER, Trapero A, Domínguez J. Experimentación en Agricultura Sevilla: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca; 2010.
39. Olvera M, Martínez C, Real E. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición. FAO. s.f.
40. Cattle D. Interpretación del análisis del ensilaje de maíz. Digital Dairy Resources. 2019.
41. Santini F. Nutrición Animal Aplicada. Área de Investigación en Producción Animal. INTA, EEA Balnearce. 2014.
42. AGROBIT. <https://www.agrobit.com/>. [Online]; s.f. Disponible en: [https://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci/477_ga000012pr\[1\].htm](https://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci/477_ga000012pr[1].htm).
43. FOSS. El análisis de la fibra en el pienso animal. Analytics Beyond Measure. 2018.
44. Yanes R, Banegas J. Evaluación de dos sistemas de labranza en la producción de maíz para ensilaje. 2021.

45. Posada S, Rosero R, Rodríguez N, Costa A. Comparación de métodos para la determinación del valor energético de alimentos para rumiantes. Rev. MVZ Córdoba. SCielo. 2012; 17(3): p. 3184-3192.
46. 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).
47. 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.
48. Parsi J, Godio L, Miazzo R, Maffioli R, Echevarría A, Provensal P. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. FAV UNRC. 2001;; p. 1-32.
49. 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.
50. 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).
51. 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.
52. 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.
53. Callacná M, Gallardo Z, Mendoza G. Características nutritivas del ensilaje mixto de maíz chala (*Zea mays* L.) y broza de esparrago (*Asparagus officinalis*) con melaza-urea e inóculo bacterial como suplemento alimenticio para cabras en manejo semi extensivo. 2014; 17(2): p. 1-11.

54. Fernández A. Banano o plátano para alimentación de bovinos. *Revista Veterinaria Argentina*. 2021; 38(402).
55. Rojas D, Alpízar A, Castillo M, López M. Efecto de la inclusión de *Mussa sp.* en la conservación de *Morus alba* Linn. *Scielo*. 2020; 43(2): p. 210-219.
56. Vera J, Torres S, Macías H, Galarza J, Piña L, Morán W&CO. Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador. *Revista Universitaria del Caribe*. 2021; 26(1).

7. 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 rechazo de banano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	5.97	4	1.49	60.18	<0.0001
Error experimental	0.37	15	0.2		
Total	6.34	19			

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

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	57.18	4	14.30	247.52	<0.0001
Error experimental	0.87	15	0.06		
Total	58.05	19			

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

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	57.18	4	14.30	247.52	<0.0001
Error experimental	0.87	15	0.06		
Total	58.05	19			

Anexo 4. Análisis de varianza del contenido de Energía Bruta (EB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	0.55	4	0.14	2.89	0.0587
Error experimental	0.71	15	0.05		
Total	1.25	19			

Anexo 5. Análisis de varianza del contenido de Proteína Bruta (PB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	67.38	4	16.85	21.72	<0.0001
Error experimental	11.63	15	0.78		
Total	79.02	19			

Anexo 6. Análisis de varianza del contenido de Grasa Bruta (GB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	0.46	4	0.11	0.47	0.7551
Error experimental	3.64	15	0.24		
Total	4.10	19			

Anexo 7. Análisis de varianza del contenido de Fibra Bruta (FB) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	283.09	4	70.77	1.25	0.3323
Error experimental	849.20	15	56.61		
Total	1132.30	19			

Anexo 8. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	92.74	4	23.18	1.57	0.2337
Error experimental	221.74	15	14.78		
Total	314.48	19			

Anexo 9. Análisis de varianza del contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) de la composición química de ensilaje de maíz y rechazo de banano verde en una dieta base.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de la media	F- Valor	p > valor
Tratamiento	496.65	4	124.16	7.31	0.0018
Error experimental	254.93	15	17.00		
Total	751.58	19			

7.2. FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

Anexo 10. Corte y picado del forraje de maíz



Anexo 11. Picado del banano



Anexo 12. Ensilado de maíz y ensilaje de rechazo de banano.



Anexo 13. Revisión del ensilaje de maíz y ensilaje de banano.



Anexo 14. Secado del ensilaje de maíz y banano



Anexo 15. Molienda y tamizado de las muestras



Anexo 16. Formulación de la dieta para cada tratamiento.



Anexo 17. Análisis de MO, MI, Cenizas



Anexo 18. Análisis de fibra bruta (FB)



Anexo 19. Análisis de Grasa Bruta (GB).



Anexo 20. Análisis de energía bruta (EB).



Anexo 21. Análisis de proteína cruda, proceso de digestión, destilación y titulación.



Anexo 22. Análisis FDN y FDA

