



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de integración curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.

Título de la unidad de integración:

**“Composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays* L.) con niveles de
inclusión de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”.**

Autora:

Mendez Arevalo Alexandra Carolina

Auspicio Académico:

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2019



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302
Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177
E.mail info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es Quevedo – Los Ríos – Ecuador

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS
Guayaquil
:10672
Quevedo : 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Alexandra Carolina Mendez Arevalo**, declaro que la investigación aquí descrita 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 documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alexandra Carolina Mendez Arevalo

C.I.: 120536024-9

AUTORA



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302
Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177
E.mail info@uteq.edu.ec / fcg_91@yahoo.es Quevedo – Los Ríos – Ecuador

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS
Guayaquil
:10672
Quevedo : 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR

El suscrito, **Dr. Ítalo Espinoza Guerra**. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Alexandra Carolina Mendez Arevalo**, realizó el Proyecto de Investigación de la unidad de integración curricular titulada “**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.) CON NIVELES DE INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)**”, Previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr.Ítalo Fernando Espinoza Guerra.
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR

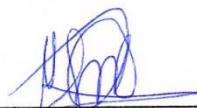
**CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE
COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO**

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra., docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias y como director certifico que la unidad de integración curricular de la estudiante Alexandra Carolina Mendez Arevalo, titulada: **“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.) CON NIVELES DE INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)”**, fue ingresado a la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 4%, lo cual está considerado dentro de los parámetros aceptables que establecen el reglamento e instructivos de la unidad de integración curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analyzed Document:	MENDEZ URKUN.docx (D58968447)
Submitted:	15/11/2019 18:22:00
Submitted By:	iespinoza@uteq.edu.ec
Significance:	4 %



Dr. Espinoza Guerra Ítalo Fernando
**DIRECTOR DE PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACION
CURRICULAR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título:

“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L.)
CON NIVELES DE INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*
L.)”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Bolívar Montenegro Vivas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Martín González Vélez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Adolfo Sánchez Laiño

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

v

v

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a DIOS, por haberme dado vida, salud y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Cecilia Arevalo y Carlos Mendez por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente. Mi esposo Carlos Santana por haberme brindado todo su apoyo a lo largo de mi carrera. A mi hija Ashley Santana por ser la motivación y las ganas de cumplir esta meta tan anhelada. De igual forma agradezco a mi tutor de tesis Ítalo Espinoza por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino por toda su paciencia, apoyo, experiencia, conocimiento y todo el tiempo brindado a la orientación en esta investigación.

También quiero agradecer a mis hermanos, Karla Mendez, Javier Hernández y Fanny Arevalo por sus buenos consejos y a mis sobrinos en especial a mi sobrina Dayana Guevara y demás familiares por su apoyo, motivación a seguir hasta el final de esta carrera profesional. Y por supuesto a mi querida universidad y a todas las autoridades, a mis maestros por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de mi vida profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios sobre todas las cosas por brindarme salud y darme la vida durante toda esta etapa profesional guiándome en mi camino con sus bendiciones.

A mis padres por ser mi motor y mi mayor inspiración, que gracias a su apoyo, paciencia y buenos valores me ayudaron a trazar mis objetivos y llegar a cumplir mi meta anhelada.

A mi esposo por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos y metas. A mi bella hija sin duda alguna el amor de mi vida quien llevo alegrar mi vida y a motivarme para seguir adelante y no desmayar y así darle el mejor ejemplo. Mi abuelita Juanita Sánchez que desde el cielo me cuida y me motiva a seguir adelante.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la “Composición Química De Ensilaje De Maíz Forrajero (*Zea mays* L.) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se evaluaron las propiedades químicas: Proteína (PC), Materia seca (MS), Materia orgánica (MO), Materia inorgánica (MI), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA) y Grasa (GR). Se realizó en el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”. El contenido de materia seca parcial de ensilaje de maíz (100, 75, 50 y 25) con inclusión de cáscara de plátano (25, 50, 75 y 100%) presentó diferencias ($p < 0.05$) en el T4 (44.30%), seguido por el T3 (38.59%), mientras, el T5 registro el valor más bajo (33.34%). La materia inorgánica no presentó diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos lo que permite indicar que los minerales existentes en el ensilaje de maíz con inclusión de niveles de plátano son similares entre los tratamientos evaluados con un promedio de 9.19%. La materia orgánica entre tratamiento presentaron similares tendencias, con rangos de 90.56 a 91.20%. Las fracciones de fibra (FDN) presentaron similitud (60,40; 55,26; 61,43; 63,91 y 57,26) en su orden de tratamientos ($P > 0.05$). Fibra acida (FDA) El tratamiento T5 con el 100% cáscara de plátano (17.77%) tuvo mejor promedio, seguido del T4 con 75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de plátano, obtuvo 22.70%; mientras, el T3 (27,02%), T2 (32,72%) y T1 con 100% forraje de maíz presentó 35,64%. El análisis de proteína (PC), fue significativo ($p < 0,05$) para el T4 con 25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de plátano, que obtuvo 6,19%; seguido por el T3 (5,79%), T5 (5,53%), T2 (5,15%) y T1 (4,69%). En contenido de grasa en los tratamientos T1 hasta T4 fueron mejores ($P < 0,05$) presentando los menores valores de grasa (1,05; 1,05; 1,17 y 1,21, respectivamente); mientras, el tratamiento a base de cáscara de plátano (T5) obtuvo 1,42%.

Palabra clave: composición química, ensilaje, cáscara de plátano, maíz, propiedades químicas, tratamientos.

ABSTRACT

This research aimed to determine the "Chemical composition of forage corn silage (*Zea mays* L.) with banana peel inclusion levels (*Musa paradisiaca* L.)". A completely randomized design (DCA) was applied, with five treatments and five repetitions. The chemical properties were evaluated: Protein (PB), Dry matter (MS), Organic matter (MO), Inorganic matter (MI), Neutral detergent fiber (FDN), Acid detergent fiber (FDA) and Fat (GR). The research was conducted in the Laboratory of Rumiology on the campus "La María".

The content of partial dry matter of corn silage (100, 75, 50 and 25) including banana peel (25, 50, 75 and 100%) showed differences ($p < 0.05$) in T4 (44.30%), followed by T3 (38.59%), while, T5 recorded the lowest value (33.34%). The content of organic matter (MO) T1 (91.20%) was different from T2 (90.80%) T3 (90.67%) T4 (90.56%) and T5 (90.81%) but none of the treatments presented difference ($p > 0.05$).

Inorganic matter did not show differences ($P > 0.05$) between treatments, which allows specifying the minerals identified in the corn silage, including banana levels, are similar among the treatments evaluated with an average of 9.19%.

Organic material between treatments they presented similar tendencies, with ranges of 90.56 a 91.20%.

Fracciones de fibra (FDN) they presented similarity (60,40; 55,26; 61,43; 63,91 y 57,26) in your order of treatments ($P > 0.05$).

Acid Fiber (FDA) The T5 treatment with 100% banana peel (17.77%) had a better average followed by T4 with 75% corn fodder including 25% banana peel, obtained 22.70%; while, T3 (27.02%), T2 (32.72%) and T1 with 100% corn fodder presented 35.64%.

Protein analysis (PC) was significant ($p < 0.05$) for T4 with 25% corn fodder including 75% banana peel, which obtained 6.19%; followed by T3 (5.79%), T5 (5.53%), T2 (5.15%) and T1 (4.69%).

In fat content in treatments T1 to T4 were better ($P < 0.05$) presenting the lowest fat values (1.05; 1.05; 1.17 and 1.21, respectively); mean while, the treatment based on banana peel (T5) obtained 1.42%.

Keyword: chemical composition, silage, banana peel, corn, chemical properties, treatments.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	paginas
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la Investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Ensilaje.....	9
2.1.2. Forrajes.....	9
2.1.3. Fermentación anaeróbica.....	9
2.1.4. Bacterias del ácido láctico.....	10
2.1.5. Subproducto agroindustrial.....	10
2.1.6. Calidad nutritiva.....	10
2.2. Marco referencial.....	11
2.2.1. Antecedentes investigativos.....	11
2.2.2. Ensilaje.....	13
2.2.3. Composición bromatológica de los ensilajes.....	14

2.2.4.	Fase aeróbica del proceso de ensilaje.....	15
2.2.5.	Fase de fermentación.....	15
2.2.6.	Subproductos agroindustriales.....	16
2.2.7.	Maíz forrajero.....	18
2.2.8.	Ensilaje de maíz.....	19
2.2.9.	Análisis bromatológico.....	20
2.2.9.1.	Materia seca (MS).....	20
2.2.9.2.	Proteína (PB).....	20
2.2.9.3.	Fibra (FB).....	21
2.2.9.4.	Ceniza (CN).....	21
2.2.9.5.	Extracto etéreo.....	21
2.2.9.6.	Humedad.....	22
CAPÍTULO III		23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		23
3.1.	Localización.....	24
3.2.	Tipo de investigación.....	24
3.3.	Métodos de investigación.....	25
3.3.1.	Método de observación.....	25
3.3.2.	Método exploratorio.....	25
3.3.3.	Método analítico.....	25
3.4.	Fuentes de información.....	25
3.4.1.	Primarias.....	25
3.4.2.	Secundarias.....	26
3.5.	Diseño de la investigación.....	26
3.6.	Tratamientos evaluados.....	26
3.7.	Instrumentos de investigación.....	27
3.7.1.	Variables estudiadas.....	27

3.7.1.1.	Proteína (PC).	27
3.7.1.2.	Materia seca (MS)	27
3.7.1.3.	Materia orgánica (MO).	27
3.7.1.4.	Materia inorgánica (MI).	28
3.7.1.5.	Fibra detergente neutra (FDN)	28
3.7.1.6.	Fibra detergente acida (FDA).	28
3.7.1.7.	Grasa (GR)	28
3.8.	Manejo específico del experimento.	28
3.9.	VARIABLES ESTUDIADAS.	29
3.9.1.	Proteína (PC).	29
3.9.2.	Materia seca (MS)	30
3.9.3.	Materia orgánica (MO).	30
3.9.4.	Materia inorgánica (MI).	31
3.9.5.	Fibra detergente neutra (FDN)	31
3.9.6.	Fibra detergente acida (FDA).	31
3.9.7.	Grasa (GR)	32
3.10.	Tratamientos de los datos.	32
3.11.	Recursos humanos y materiales.	33
3.11.1.	Material vegetativo	33
3.11.2.	Equipos	33
3.11.3.	Materiales de laboratorio	33
3.11.4.	Materiales otros	34
CAPITULO IV		35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		35
4.1.	Resultados y discusión	36
4.1.1.	Contenido de materia seca parcial (MSP) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.	36

4.1.2.	Contenido de materia inorgánica (MI) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.....	37
4.1	Contenido de materia orgánica (MO) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.....	37
4.2	Contenido de la fibra detergente neutra (FDN) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.	38
4.3	Contenido de la fibra detergente acida (FDA) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.	38
4.4	Contenido de proteína (PC) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.....	39
4.5	Contenido de grasa (GR) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.....	39
CAPITULO V		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		41
5.1	Conclusiones.....	42
5.2	Recomendaciones	43
CAPITULO VI.....		44
BIBLIOGRAFÍA.....		44
CAPÍTULO VII.....		50
ANEXOS.....		50
7.1	Fotografías de la investigación.....	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características climáticas de la zona donde se desarrolló la investigación en el campus “La María” Mocache.	24
Tabla 2: Análisis de varianza.	26
Tabla 3: Tratamientos evaluados.	27
Tabla 4: Descripción de los tratamientos.	32
Tabla 5. “Composición química de ensilaje de maíz forrajero (<i>Zea mays L.</i>) Con niveles de inclusión de cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>) en el laboratorio Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	40

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia seca parcial (MSP) en el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....	51
Anexo 2: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia seca total (MST). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....	51
Anexo 3: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia inorgánica (MI). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....	52
Anexo 4: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia orgánica (MO). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	53
Anexo 5: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable fibra detergente neutra (FDN). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	53
Anexo 6: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable fibra detergente acida (FDA) en el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.	54
Anexo 7: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable proteína (PC) en el laboratorio UTE (Santo Domingo).	54
Anexo 8: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable grasa (GR) en el laboratorio UTE (Santo Domingo).....	55
Anexo 9: Picado del material vegetativo	56
Anexo 10: Llenado y sellado de los silos.....	56
Anexo 11: Apertura de los silos a los 35 días.	57
Anexo 12: Pesado de cada tratamiento y llevado a la estufa para su respectivo secado durante 3 días en el laboratorio de Rumiología	57
Anexo 13: Se retiro las muestras de la estufa ya secas y se las molió	58
Anexo 14: Análisis de materia seca y ceniza.	58
Anexo 15: Se retiro las muestras de la estufa para su respectivo pesado.	59
Anexo 16: Análisis de fibra detergente acida y fibra detergente neutra.	59
Anexo 17: Preparación de las muestras para el análisis de fibra	60

Anexo 18: Retiro de las muestras de la estufa, medidas en el desecador y pesadas.....	61
Anexo 19: Resultados de las muestras de proteína y grasa enviadas por el laboratorio UTE (Santo Domingo).....	61

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (<i>Zea mays</i> L.) CON NIVELES DE INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”.				
Autora:	Alexandra Carolina Mendez Arevalo				
Palabras clave:	Ensilaje	Cáscara de plátano	Tratamientos	Maíz	Composición química
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	<p>Esta investigación tuvo como objetivo determinar la “Composición Química De Ensilaje De Maíz Forrajero (<i>Zea mays</i> L.) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se evaluaron las propiedades químicas: Proteína (PC), Materia seca (MS), Materia orgánica (MO), Materia inorgánica (MI), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida (FDA) y Grasa (GR). La investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”. El contenido de materia seca parcial de ensilaje de maíz (100, 75, 50 y 25) con inclusión de cáscara de plátano (25, 50, 75 y 100%) presentó diferencias ($p < 0.05$) en el T4 (44.30%), seguido por el T3 (38.59%), mientras, el T5 registro el valor más bajo (33.34%). La materia inorgánica no presentó diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos lo que permite indicar que los minerales existentes en el ensilaje de maíz con inclusión de niveles de plátano son similares entre los tratamientos evaluados con un promedio de 9.19%. La materia orgánica entre tratamiento presentaron similares tendencias, con rangos de 90.56 a 91.20%. Las fracciones de fibra (FDN) presentaron similitud (60,40; 55,26; 61,43; 63,91 y 57,26) en su orden de tratamientos ($P > 0.05$). Fibra acida (FDA) El tratamiento T5 con el 100% cáscara de plátano (17.77%) tuvo mejor promedio, seguido del T4 con 75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de plátano, obtuvo 22.70%; mientras, el</p>				

T3 (27,02%), T2 (32,72%) y T1 con 100% forraje de maíz presentó 35,64%. El análisis de proteína (PC), fue significativo ($p < 0,05$) para el T4 con 25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de plátano, que obtuvo 6,19%; seguido por el T3 (5,79%), T5 (5,53%), T2 (5,15%) y T1 (4,69%). En contenido de grasa en los tratamientos T1 hasta T4 fueron mejores ($P < 0,05$) presentando los menores valores de grasa (1,05; 1,05; 1,17 y 1,21, respectivamente); mientras, el tratamiento a base de cáscara de plátano (T5) obtuvo 1,42%.

The content of partial dry matter of corn silage (100, 75, 50 and 25) including banana peel (25, 50, 75 and 100%) showed differences ($p < 0.05$) in T4 (44.30%), followed by T3 (38.59%), while, T5 recorded the lowest value (33.34%). The content of organic matter (MO) T1 (91.20%) was different from T2 (90.80%) T3 (90.67%) T4 (90.56%) and T5 (90.81%) but none of the treatments presented difference ($p > 0.05$).

Inorganic matter did not show differences ($P > 0.05$) between treatments, which allows specifying the minerals identified in the corn silage, including banana levels, are similar among the treatments evaluated with an average of 9.19%.

Organic material between treatments they presented similar tendencies, with ranges of 90.56 a 91.20%.

Fracciones de fibra (FDN) they presented similarity (60,40; 55,26; 61,43; 63,91 y 57,26) in your order of treatments ($P > 0.05$).

Acid Fiber (FDA) The T5 treatment with 100% banana peel (17.77%) had a better average followed by T4 with 75% corn fodder including 25% banana peel, obtained 22.70%; while, T3 (27.02%), T2 (32.72%) and T1 with 100% corn fodder presented 35.64%.

Protein analysis (PC) was significant ($p < 0.05$) for T4 with 25% corn fodder including 75% banana peel, which obtained 6.19%; followed by T3 (5.79%), T5 (5.53%), T2 (5.15%) and T1 (4.69%).

	In fat content in treatments T1 to T4 were better ($P < 0.05$) presenting the lowest fat values (1.05; 1.05; 1.17 and 1.21, respectively); meanwhile, the treatment based on banana peel (T5) obtained 1.42%.
Descripción:	82 Hojas; dimensiones, 29x21 cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

El ensilaje de forrajes en países tropicales se presenta como una alternativa viable para la época de escasez estacional, junto a la combinación de residuos agroindustriales, permitiría el aprovechamiento eficiente del mismo. El maíz (*Zea mays L.*). Es uno de los forrajes conservados más importantes y versátiles en el mundo. Es una mezcla única de grano y fibra digestible, que constituye una de las principales fuentes energéticas para la alimentación de rumiantes. Se presenta como un método de preservación del forraje húmedo, basado en convertir carbohidratos solubles en ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, bajo condiciones anaeróbicas mediante la acción de bacterias (1).

El ensilaje es un proceso principalmente empleado en países desarrollados; se estima que 200 millones de toneladas de materia seca son ensilados en el mundo anualmente, la producción de ensilaje aporta de 10 a 25% de los alimentos para rumiantes y representa el 2% de la oferta de alimentos suplementarios, como promedio mundial (2). La estabilidad del proceso fermentativo puede manejarse por medio del uso de aditivos acidificantes como los ácidos orgánicos, compuestos nitrogenados o melazas que pueden ser adicionados al forraje al momento de ser ensilado (3).

Últimamente se ha venido implementando el uso de diversos componentes conocidos como aditivos que tienen la función de suplir deficiencias en el material utilizado para ensilaje y así reducir las pérdidas de forraje como estrategia para favorecer el proceso de conservación. Los aditivos son productos que estabilizan el ensilado, por acidificación, limitando el crecimiento de microorganismos, o bien estimulando la fermentación láctica (4).

Actualmente, la preocupación por el aprovechamiento de residuos ha tomado gran fuerza entre la comunidad científica y sobre todo a nivel industrial, en donde los procesos de transformación, generan subproductos que pueden llegar a ser útiles en otras actividades, puesto que, de hecho, existen estudios recientes que han demostrado que las cáscaras de frutas como la naranja contienen antioxidantes que podrían tener un efecto benéfico en la salud humana, sin embargo, los residuos generados en las transformaciones agroindustriales y por las pérdidas pos-cosecha aún no han sido aprovechados eficientemente, en parte, porque su valor es aún desconocido y, sobre todo, por la falta de métodos apropiados para la

preparación y caracterización de sustancias con la suficiente calidad e inocuidad como para ser usadas en los procesos de mayor valor agregado (5).

Las tendencias mundiales para el avance científico y tecnológico en el área de nuevos materiales destacan la importancia de la utilización de residuos industriales y agroindustriales como materia prima en los procesos de producción. La reutilización y el reciclaje de estos residuos pueden minimizar los problemas ambientales relacionados con la acumulación y disminuir el uso de materiales nobles (6). La transferencia de tecnologías, los nuevos materiales de ingeniería y la utilización de los residuos industriales generados tienen un papel importante para el desarrollo ya que al generar innovación y mejora fortalecen la producción de productos y la prestación de servicios amigables con el medio ambiente (7).

La presente investigación busca presentar una alternativa de utilización de subproductos de la actividad agrícola-industrial y su aprovechamiento para la alimentación animal mediante la técnica de conservación de forrajes, muy útil sobre todo en las zonas donde el alimento se vuelve una limitante muy importante durante la época seca en nuestro país; el correcto uso de aditivos en el ensilaje de pasto permite aumentar significativamente las propiedades nutricionales del forraje, el cual en condiciones normales no supe las necesidades nutricionales de los animales.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. Problema de la Investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La marcada diferenciación de las estaciones permite obtener suficiente forraje durante la época lluviosa, sin embargo, durante la época seca el alimento se vuelve una limitante muy importante, razón por la cual se presenta la inminente necesidad de conservar el forraje excedente durante el invierno para ser empleado durante el verano. El principal problema que presenta la ganadería es el déficit de alimentos, que se agudiza en la época menos lluviosa cuando ocurren pérdidas de peso, mermas en la producción de leche e incluso muertes en hato ganadero.

Bajo esta referencia en los sistemas de producción animal resulta 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 solo en términos de cantidad sino también de calidad, donde predomine el interés de eliminar el déficit de nutrientes a partir del forraje generado en los sistemas de producción utilizados (4).

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.

Pronóstico.

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

1.1.2. Formulación del problema.

La disponibilidad de alimento es una de las limitantes más importantes durante la época seca, lo cual predispone al empleo de alternativas de conservación de alimento, sin embargo, el problema que se presentan 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 permitirá suplir las necesidades nutricionales de los animales?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿La adición de subproductos agroindustriales de plátano permitió elevar el contenido de materia seca y materia orgánica del ensilaje producido?

¿Se mejoró 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?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays L.*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca L.*).

1.2.2. Objetivos específicos.

- Analizar el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO) y ceniza (CN) de ensilaje de maíz forrajero con inclusión de cáscara de plátano.
- Establecer el porcentaje presente de proteína cruda (PC), grasa (GR) de ensilaje de maíz forrajero con inclusión de cáscara de plátano.
- Determinar la composición de Fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) de ensilaje de maíz forrajero con inclusión de cáscara de plátano.

1.3. Justificación.

Los subproductos agroindustriales y los residuos de cosecha constituyen en los países agrícolas una fuente importante de alimento, y en la mayoría de los casos, por falta de conocimiento y voluntad técnica, no son aprovechados de manera adecuada.

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 fines de suplir las deficiencias en producción de biomasa para alimentación de animales, se opta por la producción de cultivos forrajeros como maíz, especie dependiente de la aplicación de nitrógeno químico para obtener rendimientos adecuados (8).

El uso de forrajes de alta calidad supone una herramienta para mejorar la productividad, también conocer la calidad nutricional de estos materiales resulta relevante cuando se busca llenar los requerimientos de los animales de producción. A pesar de esto no es suficiente conocer y mejorar la calidad de los forrajes consumidos por los animales, sino que este material debe estar disponible durante todo el año para mantener un promedio de producción estable. Es en este punto donde técnicas de conservación de forrajes como el ensilaje adquieren importancia (9).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN.

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Ensilaje.

El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. El proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados. Su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros. El ensilaje se almacena en silos que permiten mantener la condición anaerobia, existen varios tipos y la escogencia del apropiado depende del tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles y topografía del terreno entre otros (10).

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 del ensilaje permitiría al productor intensificar la productividad de la tierra y de los animales de forma independiente (4).

2.1.3. Fermentación anaeróbica.

Fermentación producida por un grupo de bacterias anaeróbicas 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 metanogénesis, entre otros, cubren reacciones que se realizan dependiendo de las características particulares de la bacteria y de las funciones que cumplen dentro del ciclo degradativo, para la obtención de nuevos productos dependiendo de las rutas bioquímicas o procesos fermentativos que allí se desarrollan (11).

2.1.4. Bacterias del ácido láctico.

Son un grupo de microorganismos con características morfológicas y fisiológicas en común. Por lo general este grupo de bacterias conocidas como BAC son cocos o bacilos Gram positivos no esporulados, no móviles anaeróbicos, aero tolerantes; no tienen la capacidad de reducir el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto (12).

2.1.5. Subproducto agroindustrial.

Producto secundario del procesamiento industrial de productos agrícolas, En muchos casos estos residuos constituyen un problema para las agroindustrias ya que contaminan el ambiente al descomponerse o sirven de incubación a plagas, además de producir contaminación en los esteros y ríos, por lo que han incentivado la investigación en el uso de estos residuos con el fin de darles un valor agregado (13).

2.1.6. Calidad nutritiva.

La calidad nutritiva de los subproductos de origen agrícola está dada en función de la cantidad de alimento, su nivel de consumo, la digestibilidad del alimento, del contenido nutricional y la eficiencia con la que estos pueden ser asimilados y aprovechados por los animales. Durante el proceso digestivo, parte de los carbohidratos estructurales pueden ser hidrolizados, fermentados y degradados por microorganismos ruminales, esto le permite al animal aprovechar los productos metabólicos finales como los ácidos grasos y el amoníaco; además, parte importante de la proteína dietética, así como también microorganismos ruminales son también el origen de proteínas y aminoácidos que son sintetizadas en el sistema digestivo como proteína microbiana (14).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Antecedentes investigativos.

El uso de subproductos agroindustriales como alternativa rentable de usar elementos de desecho para la alimentación animal ha llamado la atención de investigadores que han apostado por una amplia gama de subproductos, muchos de ellos con resultados alentadores. Villalba y colaboradores, en su investigación realizada en el Laboratorio de Eco fisiología Animal de la Universidad del Tolima (Ibagué, Colombia), analizaron la calidad nutricional mediante las características bromatológicas y organolépticas de ensilajes de residuos orgánicos del agro ecosistema café – musáceas, para esto se prepararon ensilaje con los residuos (café, hoja de plátano y vástago de plátano) a los que se le adiciono 5% de melaza como fuente energética. Se evaluaron 4 tiempos de fermentación (1, 7, 14 y 21 días), determinándose las siguientes variables: pH, temperatura, materia seca, cenizas, proteína, FDN, FDA y Lignina (15).

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que la temperatura máxima que se registró al inicio fue de 26°C y se estabilizo a los 23,3°C a través del tiempo, el valor más bajo de pH registrado fue el ensilaje de cereza de café (3,8), el ensilaje de hoja de plátano a los 4 días de fermentación presento el porcentaje de proteína más alto (14,45%), seguido de los ensilajes de cereza de café (11,65%) y vástago de plátano con (5,25%) (15).

Montenegro y colaboradores, establecieron un trabajo investigativo que consistió en analizar el efecto de combinar tres residuos de frutas tropicales (maracuyá, piña y plátano) con pasto Saboya, sobre la composición química del ensilaje preparado y la degradación ruminal *in vitro* obtenida de la misma. Tanto el forraje como los residuos fueron picados y homogeneizados preparándose cuatro combinaciones: Saboya como único material a ensilar y mezclado con un 15% sobre base fresca de residuo de maracuyá, piña y plátano, obteniendo así cuatro tratamientos. El ensilaje se realizó en micro silos experimentales (16).

Tras 60 días de fermentación, los micro silos se abrieron y se tomaron muestras representativas para determinación de la composición química y la degradación ruminal *in vitro* de la materia seca (MS), la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida

(FDA) a 0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 horas. Los residuos de frutas tuvieron relativamente pocos efectos sobre la composición química de los ensilados. La degradabilidad efectiva de la (MS) no mostró diferencias entre los ensilados con residuo de piña y maracuyá (P 0,05), y fue mayor que en los otros ensilados (16).

Arce y colaboradores (17) evaluaron el efecto de añadir pollinaza en el ensilaje de subproductos de yuca (*Manihot esculenta*), donde tanto las características de composición nutricional como las fermentativas fueron evaluadas. Se determinó que la adición de pollinaza favorece significativamente el incremento de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (Ce), calcio (Ca), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), Celulosa y Hemicelulosa en el ensilado, sin encontrar tendencias claras en el contenido de lignina (17).

Por el contrario, la adición de pollinaza promovió un efecto detrimental en la concentración de carbohidratos no fibrosos (CNF) y en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del ensilado. Se evaluaron además el pH, la capacidad amortiguadora, el contenido de nitrógeno amoniacal y las características sensoriales del ensilado en función del nivel de pollinaza. El pH mostró una tendencia al aumento conforme la adición de pollinaza, mientras la capacidad amortiguadora y el nitrógeno amoniacal se incrementaron significativamente al aumentar la proporción de pollinaza utilizada (17).

Haro y colaboradores (18), por otro lado, evaluaron el efecto de distintos tratamientos sobre los principios nutritivos, características fermentativas y digestibilidad *in vitro* de ensilados de subproductos de pimiento (*Capsicum annum*), tras 24 días de ensilado, determinándose la composición química (PC, nitrógeno no proteico (NNP), EE, FDN, FDA, lignina ácido detergente (LDA), CE y MS), las características fermentativas (ácido láctico, ácido acético, nitrógeno soluble, nitrógeno amoniacal, pH) así como la producción de gas *in vitro* del material vegetal original y de los micro ensilados obtenidos (18).

2.2.2. Ensilaje.

El ensilaje es una técnica de conservación de forraje por vía húmeda, que consiste en almacenar forrajes en estado verde en ausencia de oxígeno, donde ocurren transformaciones químicas y físicas que definen su calidad. El ensilaje permite mantener la disponibilidad del componente forrajero durante la estación seca o lluviosa, además permite conservar materiales vegetativos como residuos de cosechas, subproductos agroindustriales, frutos, raíces, tubérculos y otros forrajes de uso no tradicional (19).

En general, las digestibilidades in vitro de los ensilados obtenidos son inferiores al material vegetal en fresco, debido fundamentalmente al aumento de la fracción fibrosa (excepto las obtenidas con la utilización del ácido fórmico), pero a su vez son similares a las de otros forrajes europeos tradicionales. Las mejores calidades de los ensilados obtenidos se muestran en los tratamientos realizados con ácido fórmico (18).

Esta técnica que permite almacenar y reservar el alimento para su uso posterior con pérdidas mínimas de calidad nutricional. En el caso de las zonas tropicales y subtropicales, el ensilado de cultivos forrajeros o subproductos industriales podría ser una contribución importante para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal. Sin embargo, debe tomarse en cuenta la composición química del material a ensilar, ya que esta juega un papel importante en la determinación del potencial del material a ser ensilado, conservándose de mejor manera forrajes con altos niveles de azúcares fermentables, bajo nivel de proteína, baja capacidad de amortiguación del pH y un mínimo contenido de materia seca (MS) (4).

La necesidad de atender la demanda de nutrientes por parte de los animales en producción de manera uniforme a través del año establece una demanda con base en un balance forrajero, fundamentado en las metas de productividad animal propia de cada finca. Este balance está determinado por los requerimientos específicos de materia seca para una carga animal presupuestada, la disponibilidad estacional de los forrajes y el almacenamiento (conservación) previsto de una reserva forrajera (20).

Los forrajes de porte alto han sido utilizados tradicionalmente para el proceso de ensilaje, a pesar de que recientemente se han empezado a emplear forrajes de piso para la producción de ensilados enfardados en bolsas plásticas, con el objetivo de proveer un mecanismo de

conservación de forrajes destinado para los pequeños productores, así como proporcionar al mercado bultos manejables de forraje ensilado que pueda estar al alcance de los productores (20).

La introducción de nuevas tecnologías en los sistemas de alimentación animal, requieren conocimientos específicos acerca de la preferencia animal por el alimento que se le suministra, ya que se ha documentado que la preferencia y, por tanto, el consumo de cualquier alimento o suplemento determina, en primera instancia, el nivel de producción que este animal llegue a alcanzar y establece el uso potencial que puede obtenerse de este alimento procesado, por lo cual, es de suma importancia la constante evaluación de los alimentos, para lo cual es necesario y al mismo tiempo obligatorio el utilizar al propio animal como seleccionador final del alimento (21).

2.2.3. Composición bromatológica de los ensilajes.

La composición bromatológica del material ensilado depende también de la composición de la materia prima, es decir, a mayor cantidad de proteína que contenga la materia prima, mayor cantidad de este componente tendrá el producto final al igual que sucede con los carbohidratos, grasas, cenizas, humedad (22).

Estos componentes también llamados nutricionales son claves en la calidad del ensilaje ya que, el ensilado de materiales de alto valor nutritivo durante los periodos de escasez de forraje, proporciona una fuente alimenticia muy beneficiosa para el desarrollo de los animales. Entre los materiales forrajeros con los atributos antes mencionados se encuentran las leguminosas, las cuales poseen un perfil nutricional elevado, por su alto contenido de proteína, aunque, esta característica promueve una menor disminución del pH, necesaria para un proceso de fermentación adecuado (22).

Los residuos fibrosos de cosechas agrícolas de arroz, caña, maíz y otros cultivos tienen como limitación su elevado contenido de fibra y sus bajos niveles de nitrógeno y carbohidratos solubles, lo que afecta el comportamiento animal razón por la cual se han sugerido diferentes sistemas para mejorar el valor nutritivo de estos residuos, entre los que se encuentra el empleo de inoculantes microbianos en ensilajes, también se utilizan aditivos acidificantes,

bacteriostáticos y estimuladores de la fermentación láctica, así como pre secados o mezclas de gramíneas y leguminosas (23).

Como mecanismo de defensa y fortaleza a las condiciones climáticas en la región tropical, los forrajes tropicales poseen alto contenido de fibra y reducida, lo que representa una limitante en los sistemas de producción de rumiantes; esto se debe a que existe una restricción en el consumo voluntario de los forrajes, como consecuencia del alto contenido de fibra detergente neutro (FDN) y una disminución en la digestibilidad como resultado del contenido de lignina en la planta. La combinación de estos factores afecta el rendimiento de los animales, debido a que no es posible llenar los requerimientos diarios de otros nutrimentos, como la energía (24).

2.2.4. Fase aeróbica del proceso de ensilaje.

Comprende los cambios del forraje inmediatamente después del corte y antes de eliminar el aire. Cuando la planta se corta, cesa la fotosíntesis, pero la respiración continúa dentro de las células vivas y si existe oxígeno en forma libre (aire) se presenta una condición aerobia en la cual los azúcares y almidones principalmente y en menor grado las grasas y proteínas son degradadas a sustancias más simples (25).

Esta fase dura muy pocas horas, ya que el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enteras bacterias. Además, hay una actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5 – 6,0); esta fase debe ser limitada al menor tiempo posible, para evitar las pérdidas de nutrimento (25).

2.2.5. Fase de fermentación.

Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico, dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias

ácido lácticas proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 a 5.0 (25).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) nativas presentes en el forraje, o bien adicionadas como activadores, inician el proceso de fermentación convirtiendo los azúcares solubles en ácidos orgánicos entre los que predomina el ácido láctico y, por ende, como consecuencia de este proceso, el pH disminuye hasta un nivel en que las bacterias indeseables se inhiben y la mayor parte del forraje es conservado. El desarrollo de las BAL tiene lugar a valores de pH entre 4.5 y 6, deteniéndose su actividad a un pH entre 3.2 y 3.8 (26).

Estas bacterias pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5 y 50°C, con un óptimo entre 25°C y 40°C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje (25).

2.2.6. Subproductos agroindustriales.

En la actualidad, millones de toneladas de subproductos agrícolas son generados a diario en el país, no obstante, su manejo inadecuado presenta consecuencias negativas para el medio ambiente, así como también importantes implicaciones sociales y económicas. Sin embargo, si se aprovechan los beneficios potenciales de estos subproductos, se aportaría enormemente a la agenda de desarrollo sostenible establecida como una medida del uso responsable de los recursos del planeta. Un importante grupo de subproductos que contienen compuestos con propiedades nutritivas y actividad biológica es el derivado de productos tropicales (27).

Estos productos proveen un valor añadido a materiales tradicionalmente considerados como “desechos”. Pectinas, celulosa, minerales, carbohidratos, colorantes naturales, compuestos antioxidantes, aromas, entre otros, son varios de los muchos compuestos que han sido identificados en las cáscaras del banano y han sido además utilizados en la industria. En los últimos años, el interés en este subproducto ha crecido, debido a que varios estudios han reportado la presencia de compuestos bioactivos con actividad antimicrobiana y antifúngica. En consecuencia, la comercialización de banano podría ser doblemente aprovechada: económicamente para el consumo con fines nutricionales e industriales, aprovechando la

disponibilidad potencial de varios compuestos naturales incorporados en los subproductos de la fruta (por ejemplo, de la cáscara) y a los cuales se generan en la etapa del cultivo (hojas, tronco, brácteas, raíces) (27).

Uno de los objetivos de la ganadería de carne es alcanzar una producción rentable, sostenible y amigable con el ambiente, pero estas condiciones solo se logran en la medida que se alcance mayor eficiencia en el proceso productivo llevado a cabo en las fincas. Un bovino que tenga ganancias de peso bajas será un animal que esté preparado para el mercado en un plazo mayor de tiempo, por lo que presentará costos adicionales asociados a la estancia en la finca, y será un emisor de gases de efecto invernadero (GEI) de mayor magnitud que un animal que por su eficiencia logra alcanzar un peso de venta en el menor plazo (28).

Uno de los factores que mayormente incide sobre la ganancia diaria de peso de los bovinos es la nutrición, siendo común en los sistemas tropicales encontrar limitantes de nutrientes que no permiten una adecuada expresión del potencial productivo de los animales. Se ha demostrado que la energía es limitante sobre proteína para sistemas pastoriles del trópico. Considerar el uso de subproductos agroindustriales con potencial energético es una de las herramientas en el diseño de los sistemas de alimentación (28).

El principal subproducto del procesamiento industrial del plátano es la cáscara, la cual representa aproximadamente 30% del peso del fruto, sin embargo, es un material que se utiliza básicamente para la alimentación animal o en muchos casos no se utiliza, produciendo contaminación ambiental (29).

La cáscara de plátano es rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poli insaturados y potasio. Además, se considera que puede ser una fuente potencial de sustancias antioxidantes y antimicrobianas y de compuestos foto químicos con actividad contra radicales libres (29).

Anualmente se produce una cantidad considerable de materia orgánica representada por material vegetal en los diversos procesos de la producción agrícola, pero solo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación tanto humana como animal, dejando a la deriva una gran cantidad de mal llamados desechos los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente estos son

considerados un problema para el productor ya que no cuentan o no conocen alternativas de manejo para poder dar un uso apropiado a estos residuos, en algunos casos el manejo inadecuado de estos residuos y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (15).

2.2.7. Maíz forrajero.

El maíz es uno de los cereales más importantes no sólo para consumo humano, ya que también se emplea en la alimentación animal, ya sea en grano, forraje verde o ensilaje; pero para satisfacer la demanda de maíz como forraje, es necesario considerar la sostenibilidad en la producción, aun así, investigaciones indican que la pérdida de la fertilidad del suelo ha aumentado. Los ecosistemas terrestres, incluyendo los suelos agrícolas, dependen en gran medida de la actividad microbiana del suelo y de los ciclos bioquímicos de los nutrientes (30).

Los cultivos de maíz y soya han sido históricamente importantes para la alimentación mundial, debido a su aporte energético y proteico. En la actualidad, cerca de 3 billones de personas derivan su nutrición directamente de estos dos cultivos, elevando ostensiblemente la producción industrial de estos monocultivos y generando efectos socio-económicos y ambientales de importancia. La mayoría de estos resultados provienen de la derivación de estos productos hacia la industria, el uso de mecanización y la aplicación excesiva de fertilizantes de síntesis, pesticidas, fungicidas y herbicidas derivados del petróleo, que generan efectos nocivos sobre el suelo y los recursos hídricos (31).

La cantidad y calidad de los forrajes en los sistemas ganaderos en zonas bajas secas se reduce en forma drástica durante la época seca, lo que resulta en una disminución en la producción y parámetros reproductivos de los animales. Una estrategia para minimizar los efectos negativos de la época seca y suplir las necesidades de alimentación de animales en sistemas ganaderos es mediante la conservación de cultivos forrajeros como ensilaje; no obstante, una limitación en áreas con suelos de baja fertilidad para implementar la tecnología de cultivos forrajeros para su posterior ensilaje (32).

2.2.8. Ensilaje de maíz.

La intensificación del manejo de pastos y de la producción de forrajes puede reducir las tierras necesarias por unidad de producto animal, y así frenar la expansión del uso de la tierra. Debido al mayor desarrollo técnico en los sectores de la producción lechera y de la carne de vacuno, la provisión de forraje de calidad es un factor importante para lograr un alto rendimiento. Dentro de este aspecto, el cultivo de maíz se ha adaptado a variedad de ambientes, su fotosíntesis se realiza a través del ciclo del carbono C4 destacándose como planta forrajera por su alto rendimiento en materia seca, condiciones de crecimiento fácil y alto contenido energético. El maíz forrajero (*Zea mays* L.) se utiliza ampliamente como alimento para rumiantes, proporcionándolos, generalmente, en forma de ensilaje de toda la planta (33).

El ensilaje de maíz sirve como un forraje de alta energía, para el ganado, importante para hatos de alta producción y en establos que experimentan problemas para elaborar o comprar cosechas de heno de alta calidad, su alto contenido de energía, también se adapta para ser usado en raciones de bajo costo (23).

El ensilaje de maíz es uno de los forrajes conservados más importantes y versátiles en el mundo. Es una mezcla única de grano y fibra digestible, que constituye una de las principales fuentes energéticas para la alimentación de rumiantes. El ensilaje es un método de preservación del forraje húmedo, basado en convertir carbohidratos solubles en ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, bajo condiciones anaeróbicas mediante la acción de bacterias (34).

El ensilaje de maíz requiere menos trabajo para producir una tonelada de forraje que muchos otros cultivos forrajeros, además se puede prolongar el período de cosecha para toda la superficie sembrada y provee una oportunidad para salvar cosechas estresadas o dañadas, también puede reciclar los nutrientes de las plantas eficientemente especialmente grandes cantidades de N y K, sin embargo, el ensilaje de maíz tiene algunas desventajas como por ejemplo su venta y transporte lejos, el ensilaje de maíz puede también llevar a un incremento en el potencial de erosión del suelo y consecuentemente una pérdida en la productividad del suelo cuando las prácticas de conservación del suelo no son parte del sistema de producción (23).

El grano de maíz es uno de los principales ingredientes de los alimentos balanceados, es el grano de cereal de mayor valor energético, debido a su alto contenido en almidón, grasa y su bajo nivel de fibra (62% almidón, 3,5% extracto etéreo y 10% fibra detergente neutra).

La fermentabilidad ruminal del almidón es limitada (60%), por lo que tiene un componente importante de sobrepaso al intestino delgado también es posible mejorar la digestibilidad total del almidón con la molienda del grano. En ensilajes el grano de maíz ha sido utilizado en niveles de hasta 20% del total de la masa forrajera a conservar, sin embargo, para las bacterias productoras de ácido láctico no es posible degradar polisacáridos como el almidón, que son dominantes en el maíz (9).

2.2.9. Análisis bromatológico.

El análisis bromatológico de una muestra de ensilaje se efectúa para determinar la concentración de nutrientes presente en ella y medir parámetros fermentativos que son indicadores de la calidad del proceso (35).

2.2.9.1. Materia seca (MS).

El agua que posee un ensilaje no aporta nutrientes ni energía, por lo tanto, debe ser excluida durante el análisis de la muestra. Usualmente indica el grado de pre-marchitamiento, reflejado en un valor de materia seca alto (35).

En ensilajes de corte directo el valor absoluto de materia seca es menor al esperado, debido al arrastre de nutrientes generado por los efluentes. La materia seca puede ser considerada como un indicador de calidad fermentativa en función de su relación con el valor final de pH alcanzado por los forrajes ensilados (35).

2.2.9.2. Proteína (PB).

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos. Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas

moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y serían, por tanto, los monómeros. Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos (36).

Se determina el nitrógeno de la muestra y se multiplica por el factor 6,25. El resultado se calcula como un valor porcentual respecto de la materia seca. No todo el nitrógeno contenido en ensilajes es proteína, ya que existe una degradación de la fracción proteica conducente a la generación de nitrógeno no proteico (35).

2.2.9.3. Fibra (FB).

Existen tres tipos de análisis para la fibra presente en ensilajes: (FDA) fibra detergente ácida, la cual representa a la celulosa, lignina y sílice; (FDN) fibra detergente neutra, que representa el total de las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa y lignina); y fibra cruda, la cual no representa a ninguna fracción química definida, ponderando en forma solo parcial los contenidos de lignina, hemicelulosa y celulosa. Los análisis señalados entregan sus resultados expresados como porcentaje de la materia seca (35).

2.2.9.4. Ceniza (CN).

Representan el contenido de minerales y son determinadas por calcinación de la muestra a 550-600°C por 5 horas. Ensilajes que están contaminados con suelo aparecen normalmente altos en cenizas, con valores superiores a 10% (35).

2.2.9.5. Extracto etéreo.

Se denomina extracto etéreo o grasa bruta al conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con solventes orgánicos (esteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres). La extracción consiste en someter la muestra exenta de agua (deshidratada) a un proceso de extracción continua (Soxhlet) utilizando para la extracción solventes orgánicos como pueden ser hexano, éter de petróleo, etil éter (36).

2.2.9.6. Humedad.

Todos los alimentos, sin importar cuál sea el método de industrialización por el que hayan sido sometidos, contienen una porción de agua que varía entre un 60 y un 95%. En los tejidos vegetales y animales, el agua está presente en dos formas generales: “agua libre” y “agua ligada”. El agua libre o absorbida está presente en forma predominante, además se libera con gran facilidad, mientras que el agua ligada se halla combinada o absorbida, generalmente se encuentra en los alimentos como agua de cristalización, contenida en los hidratos o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos, o también absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales (36).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

La investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología del campus “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo– El Empalme, recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 24.9 °C.

La investigación se desarrolló bajo parámetros climáticos (Tabla 1), donde destaca su alta pluviosidad y humedad ambiental, además de estar ubicado en una zona ecológica que corresponde a Bosque Húmedo Tropical.

Tabla 1: Características climáticas de la zona donde se desarrolló la investigación en el campus “La María” Mocache.

Parámetros	Promedio
Temperatura(°C)	24.9
Humedad relativa, (%)	82.0
Precipitación anual (mm)	2061.0
Heliofanía, (horas/luz/año)	728.6
Zona ecológica	Bh- T

Fuente: Estación meteorológica del INAMHI. Estación Experimental Pichilingue (37).

3.2. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo experimental, con fase en campo y mayormente de laboratorio, puesto que se determinó el contenido bromatológico del ensilado de maíz forrajero con inclusión de diferentes niveles de subproductos agroindustrial de plátano.

La fase de campo consistió en su etapa de corte, posteriormente se procedió al ensilado del forraje obtenido más la inclusión de cáscara de plátano como aditivo. La fase de laboratorio se estableció al abrir los silos para posterior muestreo y análisis de las variables

correspondientes. Esto contribuyo a la línea (a) de investigación haciendo enfoque al (2) Comportamiento agronómico.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método de observación.

El método de observación se empleó para la investigación en la identificación de las características organolépticas de los silos, lo que permitió en primera instancia reconocer problemas que podrían presentarse por contaminación con microorganismos no deseados.

3.3.2. Método exploratorio.

La empleabilidad del método exploratorio se llevó a cabo durante la etapa de toma de muestras de ensilaje, posterior traslado y análisis que permita el establecimiento y determinación de las características de mismo.

3.3.3. Método analítico.

El método analítico se utilizó durante el proceso investigativo, mediante el análisis de los procesos, factores y condiciones que presenten durante el proceso de fermentación, así como la determinación de sus características y posterior comparación de acuerdo a las variables establecidas para el efecto.

3.4. Fuentes de información.

3.4.1. Primarias.

Las fuentes de información primaria se obtuvieron mediante de la observación directa y posterior recopilación de datos.

3.4.2. Secundarias.

Las fuentes de información secundarias correspondieron a citas bibliográficas obtenidas a través de revistas científicas, libros, tesis y buscadores académicos que proveen y aporten al investigador conocimientos importantes para el cumplimiento de la investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se evaluó cuatro niveles de inclusión de subproducto agroindustrial de plátano (cáscara), más un tratamiento testigo de forraje de maíz, con un tiempo de fermentación de 35 días. Para determinar la significancia de los datos obtenidos se empleó un análisis de varianza, cuyo esquema se presenta a continuación.

Tabla 2: Análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$t - 1$	4
Error experimental	$t \times (r-1)$	20
Total	$t \times r-1$	24

Elaborado: Alexandra Mendez Arevalo

El diseño para emplearse responde al modelo matemático expuesto a continuación.

$$Y_{ij} = u + t_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Valor de la variable respuesta i “estimo” efecto de las observaciones

u : Valor de la media general

t_i : Efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} : Error experimental o efecto aleatorio

3.6. Tratamientos evaluados.

Los niveles de inclusión de forraje y subproducto agroindustrial son los siguientes:

Tabla 3: Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Descripción	Silos
T1	100% maíz forrajero (testigo)	5
T2	75% maíz forrajero +25% cáscara de plátano	5
T3	50% maíz forrajero +50% cáscara de plátano	5
T4	25% maíz forrajero +75% cáscara de plátano	5
T5	100% cáscara de plátano	5
TOTAL		25

Elaborado: Alexandra Mendez Arevalo.

3.7. Instrumentos de investigación.

3.7.1. Variables estudiadas.

3.7.1.1. Proteína (PC).

La proteína cruda incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NPN) tales como el nitrógeno ureico y el amoniacal.

3.7.1.2. Materia seca (MS).

Se tomó una muestra de ensilaje en un crisol para determinar su peso en fracción húmeda y se lo ubico en la estufa a una temperatura de 600C° por 48 horas, se determinó su peso en base seca.

3.7.1.3. Materia orgánica (MO).

La misma muestra de ensilaje se puso en la estufa a una temperatura de 600 °C hasta que la muestra presento un peso constante.

3.7.1.4. Materia inorgánica (MI).

Se consideró la misma muestra de ensilaje y se colocó en una estufa a temperatura de 600 °C hasta que la muestra presento un peso constante.

3.7.1.5. Fibra detergente neutra (FDN).

Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento.

3.7.1.6. Fibra detergente acida (FDA).

El total de la fibra de un forraje está contenido en el NDF o “paredes celulares” esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina.

3.7.1.7. Grasa (GR).

Condiciona la capacidad de captar mucho oxígeno para la combustión y emanar gran cantidad de energía calórica.

3.8. Manejo específico del experimento.

Se comenzó con la cortada del maíz a los 60 días luego se lo llevo para su respectiva picada y así comenzar con la elaboración de los microsilos utilizando tubos PVC de 4 pulgadas con una dimensión de 30 cm de altura en el cual se selló la parte inferior con un tapón para tubos y se colocó una manguera que permitió la salida de fluidos, una vez elaborados se procedió al llenado y comprimido con el material vegetativo en cada micro silo se colocó 3 kg entre maíz y cáscara de plátano con sus respectivos porcentajes (25 , 50 , 75 y 100 %), previamente picado a un tamaño de partícula entre ½ y 1 cm. en cada silo, posteriormente se sellaron los microsilos con un tapón superior se colocaron tornillos para asegurar la tapa y se sellar con cinta de embalaje.

Una vez que se llenó los microsilos fueron almacenados por un periodo de 35 días a temperatura ambiente dentro de un depósito con iluminación natural 12 horas luz – 12 horas oscuridad, sin radiación solar directa, se procedió a la apertura a los 35 días de ensilaje, al abrirlos se tomaron muestras representativas de aproximadamente 500 gramos en cada uno, previa homogenización del material ensilado, las muestras se colocaron en una estufa a 65° C por 48 horas, para luego ser molido en un molino de modelo Thomas Willy con criba de 2 milímetros. De cada muestra se realizó el análisis proximal (materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), proteína cruda (PC), Fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), grasa (GR).

3.9. Variables estudiadas.

3.9.1. Proteína (PC).

La proteína cruda incluyo compuestos nitrogenados no proteicos, los cuales se presentaron como sustancias formadas por aminoácidos y a su vez contienen nitrógeno en un 16%. El método que se empleo fue de Kjeldahl (38), es un método indirecto que evalúa el contenido de nitrógeno presente en la muestra.

Se determinó con la siguiente fórmula:

$$PB (\%) = \frac{(VH_2SO_4 - Vb) \times 1,401 \times NH_2SO_4}{g \text{ Muestra}} \times F$$

Dónde:

- **%PB:** Porcentaje de Proteína Bruta.
- **VH₂SO₄:** Volumen de ácido consumido en titulación.
- **Vb:** Volumen del blanco (0,3).
- **1,401:** Peso atómico del Nitrógeno.
- **NH₂SO₄:** Normalidad del ácido sulfúrico (0,1 N)
- **F:** Factor de conversión (6,26)
- **g Muestra:** Peso de la muestra (g)

Análisis químico proximal (AQP)

Este se realizó de acuerdo con los métodos descritos por la AOAC.

3.9.2. Materia seca (MS).

Se tomaron muestras de ensilaje, se pesó en un crisol para determinar su peso en fracción húmeda y se colocó en una estufa de aire forzado a 65°C por 48 horas. Para la composición y cálculos de degradabilidad el porcentaje se calculó con la siguiente fórmula:

$$\bullet \quad MS (\%) = \frac{M_{inicial} - M_{final}}{M_{inicial}} \times 100$$

Dónde:

- **MS (%)**: Porcentaje de Materia Seca.
- **M Inicial**: Muestra inicial antes del secado.
- **M Final**: Muestra final posterior al secado.

3.9.3. Materia orgánica (MO).

La materia orgánica es el 100% en este caso se tomó las muestras de ceniza y se la resta y el resultado que queda es la materia inorgánica

El porcentaje de materia orgánica se determinó con la siguiente formula

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

Dónde:

- **MO (%)**: Porcentaje de Materia Orgánica.
- **WMS**: Crisol más muestra seca.
- **WMcal**: Crisol más muestra calcinada.

3.9.4. Materia inorgánica (MI).

Se tomaron la misma muestra de ensilaje y se colocaron en una estufa a temperatura de 600 °C hasta que la muestra presento un peso constante.

3.9.5. Fibra detergente neutra (FDN).

Es una medición de la hemicelulosa, celulosa y lignina representando toda la parte fibrosa del forraje. Estos 3 compuestos representan las paredes celulares de los forrajes y se denominan en general como “carbohidratos estructurales”.

Para fracciones de fibra los métodos descritos por Van Soest. Con la siguiente fórmula:

$$FDN (\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 \times MS (\%)} \times 100$$

Dónde:

- **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.

3.9.6. 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; por lo tanto, el contenido de FDA se correlaciona negativamente con la digestibilidad total del insumo evaluado.

$$FDA (\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 \times MS (\%)} \times 100$$

Dónde:

- **FDA (%)**: Porcentaje de Fibra Detergente Acida.
- **W₁**: Peso de la bolsa.
- **W₂**: Peso de la muestra.
- **W₃**: Peso posterior a la extracción.
- **MS (%)**: Porcentaje de la Materia Seca.

3.9.7. Grasa (GR).

Las grasas son moléculas complejas compuestas de ácidos grasos y glicerol. El organismo las necesita para crecer y obtener energía.

Se determinó la siguiente formula.

Donde:

- **m₁**=Peso del dedal tarado vacío en g.
- **m₂**=Peso del dedal con la muestra seca en gr.
- **m₃**=Peso del dedal con la muestra desengrasada en g.

$$grasa (\%) = \frac{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_1) * 100}{(m_2 - m_1)}$$

3.10. Tratamientos de los datos.

Los resultados experimentales se analizaron empleando el procedimiento mediante el empleo del paquete estadístico software libre y las diferencias de medidas fueron comparados usando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) y se muestra en la siguiente (tabla 4).

Tabla 4. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Detalle
T1	100% Forraje de maíz(testigo)
T2	75% Forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de plátano
T3	50% Forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de plátano
T4	25% Forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de plátano

Elaborador por: Carolina Mendez Arevalo

3.11. Recursos humanos y materiales.

El recurso humano de este trabajo investigativo de la unidad de integración curricular conto con la ayuda del Dr. Ítalo Espinoza director encargado de la unidad de integración curricular. Con la colaboración del Ing. David Zapatiel encargado del área de laboratorio y autora Alexandra Carolina Mendez Arevalo.

3.11.1. Material vegetativo

- Forraje de maíz
- Residuos de cáscara de plátano

3.11.2. Equipos

- Estufa Memmert
- Balanza
- Balanza analítica
- Calentador agitador
- Analizador de fibra Ankom
- Analizador de proteínas
- Mufla
- Molino de cuchillas con cribas de 2 mm (Thomas Scientifics)

3.11.3. Materiales de laboratorio

- Fundas plásticas y de papel
- Desecadores
- Espátula
- Pinzas

- Agitador de vidrio
- Barras de agitación magnética
- Matraz Kjeldahl de 500 u 800 mL
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Crisoles
- Pinza para crisoles
- Alcohol 98°
- Mecheros

3.11.4. Materiales otros

- Cinta de embalaje
- Estilete
- Tijera
- Marcador permanente
- Bandeja de aluminio

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Contenido de materia seca parcial (MSP) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

El contenido de materia seca parcial de ensilaje de maíz (100, 75, 50, 25, 0%) con inclusión de cáscara de plátano (0, 25, 50, 75, 100%) abierto a los 36 días, presentó diferencias ($p < 0.05$) en el T4 (44.30%), seguido por el T3 (38.59%), mientras, el T5 registro el valor más bajo (33.34%) (Tabla 5). Al comparar con otros estudios, Espinoza *et al.*, 2017 (39) publicaron valores menores entre 28.31% y 27.16% cuando evaluaron el efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). Asimismo, Barrera *et al.*, 2017(40) reportaron valores inferiores entre 21.76% y 18.68% en materia seca cuando valoraron la degradabilidad ruminal *in vitro* de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum* jacq.) con diferentes niveles (10, 20, 30 y 40%) de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) siendo similares a los obtenidos por Espinoza *et al.*, 2017 (41) en otro estudio sobre las características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) con 21.0% y 18.8% de materia seca. Esto puede deberse a diferencias en el ensilado de pasto saboya con la inclusión de 10; 20; 30 y 40% en base fresca de residuo de maracuyá y su apertura de los silos se hizo tras 21 de almacenamiento.

Por otro lado, Elizondo *et al.*, 2014 (42) al evaluar las características nutricionales de la cáscara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno, obtuvo valores menores entre 19.07% y 13.83%, siendo inferiores a los obtenidos pero con diferentes cantidades de inclusión de urea (0 y 1%) y heno en diferentes tiempos de muestreo (0,2 y 4%), debido a que se caracterizan por su alto contenidos de humedad (López Herrera *et al.*, 2014).

4.1.2. Contenido de materia inorgánica (MI) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

La materia inorgánica no presentó diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, lo que permite indicar que los minerales existentes en el ensilaje de maíz con inclusión de niveles de plátano son similares entre los tratamientos evaluados con un promedio de 9.19%, pues, no tuvieron efecto con la inclusión de cáscara de plátano, demostrando que los sustratos evaluados contienen la misma disponibilidad de minerales. Mientras, Espinoza *et al.*, (2017) (41) demostró valores superiores entre 16.0 y 14.5% en su investigación características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Panicum máximum*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá.

Barrera *et al.*, 2017 (40) en su investigación Degradabilidad ruminal con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá, también obtuvo valores superiores de ceniza de 11.73%, en tanto, Espinoza *et al.*, (2017) (39) demostró en su investigación efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá con promedios de 12.01, 11.55 y 10.46%, debido a que se incluyeron cuatro niveles de residuo de maracuyá (10; 20; 30 y 40% en base fresca) en el ensilado de pasto saboya de 45 días de edad.

Dormond *et al.*, 2011(43) en el estudio sobre evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King grass (*Pennisetum purpureum*) obtuvieron resultados superiores en ceniza de 12.69%.

Las diferencias obtenidas en el contenido de minerales en los diferentes estudios pueden estar relacionadas con la edad de corte, el tiempo de almacenamiento del ensilaje, los niveles de inclusión de los residuos y las características químicas de los mismos.

4.1 Contenido de materia orgánica (MO) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

Los contenidos de materia orgánica entre tratamiento presentaron similares tendencias, con rangos de 90.56 a 91.20% en materia orgánica, expresando que el ensilaje de maíz con

inclusión de cáscara de plátano fue constante en su calidad nutricional, por ende, la decisión de incluir la cáscara de plátano en el ensilado de follaje de maíz no produjo cambios significativos en el valor nutricional.

Entre tanto, Barrera *et al.*, 2017 (40) en su trabajo de investigación de degradabilidad ruminal *in vitro* de ensilajes de pasto saboya (*Panicum máximum* jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá obtuvieron valores menores (87.39 y 85.50%). De la misma manera, Espinoza *et al.*, 2017 (41) demostró promedios similares a los anteriores con 86.0 y 84.7% en materia orgánica, pudiéndose atribuir estas diferencias a la variedad del sustrato.

4.2 Contenido de la fibra detergente neutra (FDN) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

Las fracciones de fibra (FDN) presentaron similitud (60,40; 55,26; 61,43; 63,91 y 57,26) en su orden de tratamientos ($P > 0.05$). Espinoza *et al.*, 2017 (44) presentó promedios inferiores de 63.24 y 45.11% en su investigación Composición bromatológica y degradabilidad ruminal *in situ* de residuos agroindustriales de maracuyá y plátano (*Musa paradisiaca*). Por tanto, la cantidad presentada en cada tratamiento refleja la cantidad que el animal puede consumir.

4.3 Contenido de la fibra detergente acida (FDA) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

El tratamiento T5 con el 100% cáscara de plátano (17.77%) tuvo mejor promedio, seguido del T4 con 75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de plátano, obtuvo 22.70%; mientras, el T3 (27,02%), T2 (32,72%) y T1 con 100% forraje de maíz presentó 35,64%. El contenido de FDA se refiere a la capacidad de digerir el ensilaje, pues, el valor de FDA mientras menor sea esta, aumenta la capacidad de digerir o la digestibilidad del ensilado. Por tanto, Dormond *et al.*, 2011 (43) encontraron rangos altos entre 46.53 y 42.8% en su trabajo de investigación al evaluar la cáscara de banano maduro como material de ensilaje en combinación con pasto King grass (*Pennisetum purpureum*). Así también, Montenegro *et al.*

2018 (45) indicó valores similares a los obtenidos en este estudio con 39.59 y 32.49% en su análisis de fibra acida usando pasto Saboya + 15 % de residuos de maracuyá, piña y plátano.

4.4 Contenido de proteína (PC) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

El contenido de proteína fue significativo ($p < 0,05$) para el T4 con 25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de plátano, que obtuvo 6,19%; seguido por el T3 (5,79%), T5 (5,53%), T2 (5,15%) y T1 (4,69%) (Tabla 5). De acuerdo con los resultados, se refleja que el follaje de maíz contiene menor aporte de proteína (4,69%), superado por la cáscara de plátano que aporta 5,53% de contenido proteico. En el estudio de Montenegro *et al.*, 2018 (45) obtuvieron promedios similares de 5,58 y 5,01% en su investigación composición química y cinética de degradación ruminal *in vitro* de ensilado de pasto saboya con inclusión de residuos de frutas tropicales. No obstante, Espinoza *et al.*, 2017 (39) publicó en su estudio efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) valores superiores de proteínas entre 14.79 y 14.61%. Estas diferencias puede deberse al contenido de sustrato que es diferente en cada caso.

4.5 Contenido de grasa (GR) de ensilajes de maíz, con niveles de inclusión de cáscara de plátano.

En contenido de grasa en los tratamientos T1 hasta T4 fueron mejores ($P < 0,05$) presentando los menores valores de grasa (1,05; 1,05; 1,17 y 1,21, respectivamente); mientras, el tratamiento a base de cáscara de plátano (T5) obtuvo 1,42%. El maíz forrajero tuvo efecto al incluir la cáscara de plátano, significando que al momento que se incrementa los niveles de cáscara de plátano aumenta el contenido de grasa, permitiendo exponer que los porcentajes que se obtuvieron se encuentran dentro del rango deseable. Sin embargo, Espinoza *et al.*, 2017(39) en su investigación efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) presentó promedios superiores de 1.92 y 1.40%.

Tabla 5. “Composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays L.*) Con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca L.*) en el laboratorio Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Variables	Tratamiento					CV%	EE	P<
	T1	T2	T3	T4	T5			
MSP	37,14 b	38,06 b	38,59 ab	44,30 a	33,34 b	7,93	1,36	0,0004
MST	98,13 a	97,49 a	97,62 a	96,93 a	97,34 a	0,79	0,34	0,2083
MI	8,80 a	9,20 a	9,33 a	9,44 a	9,19 a	8,69	0,36	0,7593
MO	91,20 a	90,80 a	90,67 a	90,56 a	90,81 a	0,88	0,36	0,7593
FDN	60,40 a	55,26 a	61,43 a	63,91 a	57,26 a	17,91	4,77	0,7182
FDA	35,64 d	32,72 d	27,02 c	22,70 b	17,77 a	7,30	0,89	<0,0001
PB	4,69 d	5,15 cd	5,79 ab	6,19 a	5,53 bc	3,44	0,11	<0,0001
GR	1,05 a	1,05 a	1,17 a	1,21 a	1,42 b	6,35	0,43	0,0007

EEM: Error estándar de la media; CV%: Coeficiente de variación; P<=0.05). Probabilidad de error. Los promedios con letras diferentes presentan diferencia estadística significativas según la prueba de Tukey (p<=0.05). maíz y cáscara de plátano, materia seca total (MST), materia inorgánica (MI), materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA), proteína(PC), grasa(GR).

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El contenido de materia seca (MS) presentó diferencias en el (T4), (T3) con ensilaje de maíz forrajero, mientras, el (T5) registró el valor más bajo con inclusión de cáscara de plátano. En los contenidos de materia inorgánica (MI) presentaron similares tendencias en todos los tratamientos con ensilaje de maíz forrajero e inclusión de cáscara de plátano. En el contenido de materia orgánica (MO) fue constante en todos los tratamientos estudiados con ensilaje de maíz forrajero e inclusión de cáscara de plátano.
- Contenido de proteína (PC) presento diferencia significativa siendo el T4 con mejor promedio seguido por el T3, T5, T2 y T1. Contenido de grasa (GR) en los tratamientos T1 al T4 presento valores similares, (T5) presento el mayor rango.
- En el contenido de fibra detergente neutra (FDN) presentaron similitud en todos los tratamientos con ensilaje de maíz forrajero e inclusión de cáscara de plátano siendo el T2 con menor porcentaje, mientras que el contenido de la fibra detergente acida (FDA) el tratamiento T5 presento el menor promedio.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda buscar investigaciones que ayude a comparar el contenido de materia seca (MS), ceniza (CN) y materia orgánica (MO) con diferentes niveles de subproductos de la actividad agrícola-industrial para mejorar el valor nutricional en las especies pecuarias.
- Valorar el uso de nuevas inclusiones de cáscara de plátano en dietas para rumiantes por su contenido de proteína (PC). Buscar alternativas de residuos que ayude a bajar el contenido de grasa (GR).
- En fracciones de fibra se recomienda seguir implementando el residuo plátano para la buena digestibilidad del animal.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA.

6.1. Referencias bibliográficas.

1. Espinoza I, Montenegro L, Sánchez A, Romero M, Medina M, García A. Inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Ciencia y Tecnología UTEQ*. 2017; 10(2): p. 63-68.
2. Barrera A, Montenegro L, Sánchez A, Medina M, Medina M, Espinoza I. Degradabilidad ruminal in vitro de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). *Ciencia y Tecnología*. 2017; 10(2): p. 53-62.
3. Rendón M, Noguera R, Posada S. Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 2013; 8(2): p. 42-51.
4. Boschini C, Pineda L, Chacón P. Evaluación del ensilaje del pasto ratana (*Ischaemum indicum* HOUTT.) con tres diferentes aditivos. *Agronomía Mesoamericana*. 2014; 25(2): p. 297-311.
5. Quintero L, Martínez Y, Mendoza J, Arévalo A, Amparo Y, Urbina N. Evaluación de residuos de papa, yuca y naranja para la producción de etanol en cultivo discontinuo utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. *Rev. ION*. 2015; 28(1): p. 43-53.
6. 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): p. 299-309.
7. Fuentes N, Fragozo O, Vizcaino L. Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 2015; 25(2).
8. Castro E, Mojica J, Carulla J, Lascano C. Evaluación de leguminosas como abono verde en cultivos forrajeros para ganaderías en el Caribe seco colombiano. *Agronomía Mesoamericana*. 2018; 29(3): p. 597-617.
9. Lopez M. Efecto del ensilado de cuatro leguminosas en mezcla con diferentes fuentes de carbohidratos sobre la fermentacion, calidad nutritiva y produccion de metano Omar Dengo, Costa Rica: Universidad Nacional; 2017.
10. Garcés A, Berrio L, Ruiz S, Serna J, Builes A. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista*. 2004; 1(1): p. 66-71.

11. Constanza L, Antolinez D, Bohorquez J, Corredor A. Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. NOVA. 2015; 13(23): p. 55-81.
12. Ramirez J, Rosas P, Velazquez M, Ulloa J, Arce F. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y efectos en la salud. Revista Fuente. 2011; 2(7): p. 1-16.
13. Manterola H, Cerda D. Uso de residuos agroindustriales en alimentación de rumiantes y métodos para mejorar su eficiencia de uso. Transformación de subproductos y residuos de agroindustrias de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. ;(20): p. 13-15.
14. Lopez C. "COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD IN SITU DE LAS CÁSCARAS DE BANANO (*Musa paradisiaca*), FREJOL GANDUL (*Cajanus cajan*), Y MAÍZ (*Zea mays*) COLONIZADOS CON HONGOS (*Pleurotus sp*)" Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2016.
15. Villalba D, Holguin V, Acuña J, Piñeros R. Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 2001; 4(1): p. 47-52.
16. Montenegro L, Espinoza I, Sánchez A, Barba C, García A, Requena F. Composicion quimica y cinetica de degradacion ruminal in vitro del ensilado de pasto Saboya (*Megathyrus maximus*) con inclusion de residuos de frutas tropicales. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 2018 Julio; 28(4): p. 306-312.
17. Arce J, Rojas A, Poore M. Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales de yuca (*Manihot esculenta*). Agronomía Costarricense. 2015; 39(1): p. 131-140.
18. Haro E, Reboloso M, García F, Guil J. Efecto de distintos tratamientos sobre los principios nutritivos, características fermentativas y digestibilidad in vitro de ensilados de subproducto de pimienta. Arch. Zootec. 2001; 50: p. 323-333.
19. López M, Briceño E. Efecto de la especie de leguminosa y la fuente de carbohidratos en la calidad física y química de mezclas para ensilaje. Nutrición Animal Tropical. 2017; 11(1): p. 52-73.
20. Boschini C, Pineda L. Ensilaje de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) o (*Kikuyuocloa clandestina*) fermentado con tres aditivos. Agronomía Mesoamericana. 2016; 27(1): p. 49-60.

21. Pinto R, Guevara F, Medina J, Hernandez D, Ley de Coss A, Guerra E. Intake behavior and preference of cattle by Pennisetum silage mixed with coffee pulpa. *Agronomía Mesoamericana*. 2017; 28(1): p. 59-67.
22. Varela J, Zambrano T. Evaluación química y bromatológica de las dosis de *Lactobacillus plantarum* en la producción de ensilajes de zapallo (*Cucurbita máxima*) y yuca (*Manihot esculenta*) Calceta: ESPAMMFL; 2016.
23. Solis R. Efecto de la adición de *Bacillus* spp. en ensilaje de maíz (*Zea mays*) sobre la cinética de degradación ruminal in situ y fermentación ruminal in vitro. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2017.
24. López M, Rojas A, Zumbado C. Nutritional and fermentative characteristics of Cameroon grass silage with Pelipita banana. *Agronomía Mesoamericana*. 2016; 28(3).
25. Quichimbo A. Ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos, en el cantón Loja Loja: Universidad Nacional de Loja; 2017.
26. Borrás M, Valiño E, Elías A. Evaluación del efecto de la inclusión de materiales fibrosos en la fermentación en estado sólido de residuos poscosecha de papa (*Solanum tuberosum*) inoculado con preparado microbial. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 2017; 18(8): p. 1-16.
27. Pilco G, Borja D, Goetschel L, Andrade P, Irazabal J, Vargas P, et al. Caracterización bromatológica y evaluación de la actividad antimicrobiana en cáscara de banano Ecuatoriano (*Musa paradisiaca*). *Enfoque UTE*. 2018; 9(2): p. 48-58.
28. Aguilera B, Valverde A, Rodríguez J. Evaluación del uso de subproductos agroindustriales y promotores de crecimiento sobre rendimientos de novillos en pastoreo. *Nutrición Animal Tropical*. 2018; 12(2): p. 20-40.
29. Anchundia K, Santacruz S, Coloma J. Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista Chilena de Nutrición*. 2016; 43(4): p. 394-399.
30. Ávalos M, Figueroa U, García J, Vazquez C, Gallegos M, Orona I. Bioinoculantes y abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero. *Nova Scientia*. 2018; 10(20): p. 170-189.
31. Sanclemente O, Sánchez M, Prager M. Prácticas agroecológicas, micorrización y productividad del intercultivo maíz – soya (*Zea mays* L. – *Glycine max* L.). *IDESIA*. 2018; 36(2): p. 217-224.

32. Castro E, Sierra A, Mojica E, Fornaguera J, Lascano C. Uso múltiple de leguminosas como abono verde, en rotación con maíz, y heno, para producción de leche. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. 2016; 17(1): p. 17-29.
33. Collazos R, Neri C, Huamán E, Juárez L. Cultivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en el distrito de Molinopampa-Chachapoyas-Amazonas. *Rev. de investig. agroproducción sustentable*. 2018; 2(3): p. 23-29.
34. Espinoza I, montenegro L, Sánchez A, Romero M, Medina M, García A. Efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maiz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuya (*Passiflora edulis*). *Revista de Investigación Talentos*. 2017; 4(2): p. 18-22.
35. Berndt S. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona Sur Valdivia: Universidad Austral de Chile; 2002.
36. Bedoya C. Metodologías para el análisis bromatológico, físico y químico del cacao fermentado y seco, dentro del marco normativo internacional Caldas, Antioquia: La Sallista; 2016.
37. INAMHI. Anuario meteorológico Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; 2017.
38. García E, Fernández I. Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte Valencia: Universitat Politècnica de València; 2010.
39. Espinoza Guerra I, Montenegro Vivas L, Sanchez Laiño A, Romero Romero M, Medina Villacis M, Garcia Martinez A. Efecto de inoculantes microbianos sobre la composicion bramotologica y estabilidad aerobica de ensilado de maiz forrajero (*zea mays*) y cascara de maracuya(*passiflora edulis*). *revista de investigacion talentos*. 2017; IV(2): p. 18-22.
40. Barrera Alvarez A, Montenegro Vivas L, Sanchez Laiño A, Medina Villacis M, Medina Villacis M, Espinoza Guerra I. Degradabilidad ruminal in vitro de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum jacq.*) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis sims.*). *produccion animal*. 2017; 10(2): p. 53-62.
41. Espinoza I, Montenegro L, Rivas J, Romero M, Garcia A, Martinez A. caracteres microbianas, estabilidad aerobica y cinetica de degradacion ruminal del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de cascara de maracuya (*Passiflora edulis*). *FCV-LUZ*. 2017; XXVII(4): p. 178-185.
42. Elizondo JA, M C, Campos G. Características nutricionales de la cascara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno. *nutricion animal tropical*. 2014; 8(2): p. 51-71.

43. Dormond H, Rojas A, Boschini C, Mora G, Sibaja G. Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). *interseeds*. 2011; XII(23): p. 17-31.
44. Espinoza Guerra I, Medina Villacis M, Barrera Alvarez A, Montenegro Vivas L, Sanchez Laiño A, Romero Romero M, et al. Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). *ciencia y tecnologia*. 2017; 10(2): p. 63-67.
45. Montenegro L, Espinoza I, Sanchez A, Barba C, Garcia A, Requena F, et al. composición química y cinética de degradación ruminal in vitro de ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. *FVC-LUZ*. 2018; XXVIII(4): p. 306-312.

CAPÍTULO VII

ANEXOS.

Anexo 1: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia seca parcial (MSP) en el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Análisis de varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Materia seca parcial	25	0.63	0.55	7.93

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
tratamiento	310.43	4	77.61	8.42**	0.0004
Error	184.38	20	9.22		
Total	494.80	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.74623

Error: 9.2188 gl: 20

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 2: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia seca total (MST). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Materia seca total	25	0.24	0.09	0.79

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	3.84	4	0.96	1.62**	0.2083
Error	11.87	20	0.59		
Total	15.71	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.45772

Error: 0.5933 gl: 20

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 3. Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia inorgánica (MI). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Materia inorgánica	25	0.09	0.00	8.69

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	1.19	4	0.30	0.47NS	0.7593
Error	12.75	20	0.64		
Total	13.94	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.51108

Error: 0.6375 gl: 20

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 4: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable materia orgánica (MO). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Materia orgánica	25	0.09	0.00	0.88

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	1.19	4	0.30	0.47NS	0.7593
Error	12.75	20	0.64		
Total	13.94	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.51108

Error: 0.6375 gl: 20

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 5: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable fibra detergente neutra (FDN). En el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Fibra detergente neutra	25	0.10	0.00	17.91

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
tratamiento	239.45	4	59.86	0.53NS	0.7182
Error	2278.45	20	113.92		

Total 2517.90 24

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=20.19998

Error: 113.9227 gl: 20

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 6: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable fibra detergente acida (FDA) en el Laboratorio de Rumiología en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Fibra detergente acida	25	0.93	0.92	7.30

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1054.74	4	263.69	66.97**	<0.0001
Error	78.75	20	3.94		
Total	1133.49	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.75535

Error: 3.9374 gl: 20

NS= No significativo

*= Significativo

**= Altamente significativo

Anexo 7: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable proteína (PC) en el laboratorio UTE (Santo Domingo).

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Proteína	15	0.92	0.89	3.44

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4.05	4	1.01	29.00**	<0.0001
Error	0.35	10	0.03		
Total	4.40	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50224*Error: 0.0349 gl: 10*

NS= No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

Anexo 8: Análisis de varianza y significación sistemática aplicada a la variable grasa (GR) en el laboratorio UTE (Santo Domingo).

Análisis de la varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Grasa	15	0.83	0.76	6.35

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	27.87	4	6.97	12.31**	0.0007
Error	5.66	10	0.57		
Total	33.53	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.02171*Error: 0.5660 gl: 10*

NS= No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

7.1 Fotografías de la investigación.

Anexo 9: Picado del material vegetativo



Anexo 10: Llenado y sellado de los silos.



Anexo 11: Apertura de los silos a los 35 días.



Anexo 12: Pesado de cada tratamiento y llevado a la estufa para su respectivo secado durante 3 días en el laboratorio de Rumiología



Anexo 13: Se retiro las muestras de la estufa ya secas y se las molió



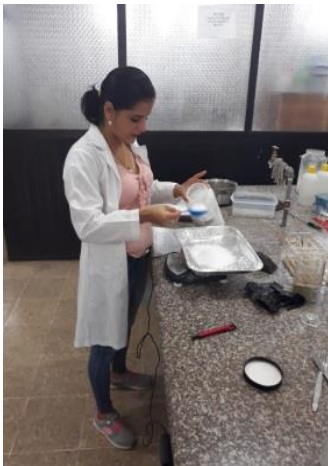
Anexo 14: Análisis de materia seca y ceniza.



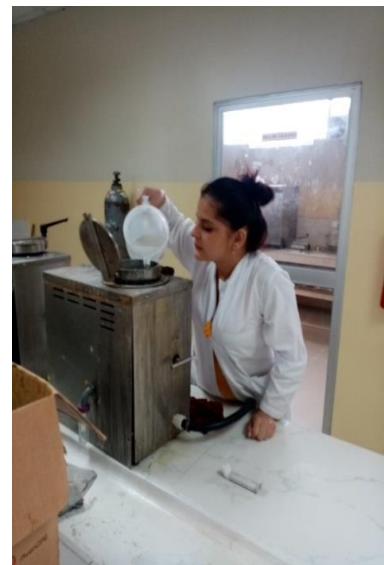
Anexo 15: Se retiro las muestras de la estufa para su respectivo pesado.



Anexo 16: Análisis de fibra detergente acida y fibra detergente neutra.




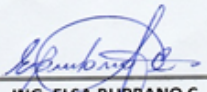

Anexo 17: Preparación de las muestras para el análisis de fibra



Anexo 18: Retiro de las muestras de la estufa, medidas en el desecador y pesadas.



Anexo 19: Resultados de las muestras de proteína y grasa enviadas por el laboratorio UTE (Santo Domingo).

		SEDE SANTO DOMINGO		
REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO				
SOLICITANTE: SRTA. ALEXANDRA MENDEZ AREVALO				
TIPO DE MUESTRA: MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO				
DIRECCIÓN: QUEVEDO				
IDENTIFICACIÓN: 3085				
TELÉFONO: 0991612697				
FECHA DE INGRESO: 23/09/2019				
FECHA DE ENTREGA: 27/09/2019				
RESULTADOS :				
N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	TRATAMIENTO	GRASA %	PROTEÍNA %
3085	MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO	T1R1	12,15	4,95
		T2R2	9,98	4,63
		T2R3	9,42	4,48
GRASA	Soxhlet solvente éter de petróleo			
PROTEÍNA	Kjeldahl factor es 6,25			
 ING. ELSA BURBANO C. JEFE DE LABORATORIOS			 LABORATORIO DE QUÍMICA SANTO DOMINGO	



SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SRTA. ALEXANDRA MENDEZ AREVALO

TIPO DE MUESTRA: MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 3086

TELÉFONO: 0991612697

FECHA DE INGRESO: 23/09/2019

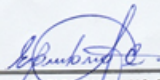
FECHA DE ENTREGA: 27/09/2019

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	TRATAMIENTO	GRASA	PROTEINA
			%	%
3086	MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO	T2R1	11,03	5,06
		T2R2	10,37	5,16
		T2R3	10,25	5,24

GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo

PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25


 ING. ELSA BURBANO C.
 JEFE DE LABORATORIOS


SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SRTA. ALEXANDRA MENDEZ AREVALO

TIPO DE MUESTRA: MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 3087

TELÉFONO: 0991612697

FECHA DE INGRESO: 23/09/2019

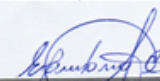
FECHA DE ENTREGA: 27/09/2019

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	TRATAMIENTO	GRASA	PROTEINA
			%	%
3087	MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO	T3R1	11,83	5,54
		T3R2	11,81	5,90
		T3R3	11,63	5,94

GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo

PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25


 ING. ELSA BURBANO C.
 JEFE DE LABORATORIOS




SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

SOLICITANTE: SRTA. ALEXANDRA MENDEZ AREVALO

TIPO DE MUESTRA: MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 3088

TELÉFONO: 0991612697

FECHA DE INGRESO: 23/09/2019

FECHA DE 27/09/2019

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	RATAMIENT	GRASA	PROTEINA
			%	%
3088	MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO	T4R1	12,31	6,26
		T4R2	11,94	5,93
		T4R3	12,18	6,39

GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo

PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25

ING. ELSA BURBANO C.
JEFE DE LABORATORIOS



SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

SOLICITANTE: SRTA. ALEXANDRA MENDEZ AREVALO

TIPO DE MUESTRA: MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO

DIRECCIÓN: QUEVEDO

IDENTIFICACIÓN: 3089

TELÉFONO: 0991612697

FECHA DE INGRESO: 23/09/2019

FECHA DE ENTREGA: 27/09/2019

RESULTADOS :

N° DE MUESTRA	IDENTIFIC.	RATAMIENT	GRASA	PROTEINA
			%	%
3089	MAIZ + CÁSCARA DE PLÁTANO	T5R1	14,58	5,32
		T5R2	13,41	5,30
		T5R3	14,74	5,42

GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo

PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25

ING. ELSA BURBANO C.
JEFE DE LABORATORIOS

