



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

Unidad Integradora Curricular previo a
la obtención del título de Ingeniera
Zootecnista.

Título del proyecto de investigación:

**“COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE PASTO KING
GRASS (*Pennisetum Hybridum*) CON DIFERENTES EDADES DE
CORTE Y LA INCLUSIÓN DEL RECHAZO DE LA PULPA DE PIÑA
(*Ananas comosus*)”**

Autor:

Maria Belen Quijije Zambrano

Tutor del proyecto de investigación:

Ph.D. León Bolívar Montenegro Vivas

Mocache – Los Ríos - Ecuador

2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Maria Belen Quijije Zambrano**, 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.

f. _____

Maria Belen Quijije Zambrano

C.C. # 1311274045



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

León Bolívar Montenegro Vivas, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Maria Belen Quijije Zambrano realizo la Unidad de Integración Curricular, Proyecto de investigación titulado **“Composición química del ensilaje de pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) con diferentes edades de corte y la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (*Ananas comosus*)”** previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ph.D. León Bolívar Montenegro Vivas

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

URKUND	
Documento	TESIS MARIA QUIJIJE ZAMBRANO.docx (D78460532)
Presentado	2020-09-01 10:50 (-05:00)
Presentado por	EMMA TORRES (etorres@uteq.edu.ec)
Recibido	etorres.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	TESIS MARÍA QUIJIJE ZAMBRANO Mostrar el mensaje completo
	8% de estas 25 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito **Ing. León Bolívar Montenegro Vivas**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación **“COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE PASTO KING GRASS (*Pennisetum hybridum*) CON DIFERENTES EDADES DE CORTE Y LA INCLUSIÓN DEL RECHAZO DE LA PULPA DE PIÑA (*Ananas comosus*)”**, realizado por la Srta. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Zootécnica MARIA BELEN QUIJIJE ZAMBRANO, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 8%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Ph.D. León Bolívar Montenegro Vivas
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

UNIDAD INTEGRADORA CURRICULAR

Título del proyecto de investigación

“COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE PASTO KING GRASS (*Pennisetum hybridum*) CON DIFERENTES EDADES DE CORTE Y LA INCLUSIÓN DEL RECHAZO DE LA PULPA DE PIÑA (*Ananas comosus*)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

M.Sc. Adolfo Sánchez Laiño

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. José Romero Romero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Diego Romero Garaicoa

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primeramente a Dios por haberme permitido vivir hasta este día, por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad. Le doy gracias a mis padres por estar siempre pendientes apoyándome en las buenas y en las malas dándome su amor inigualable para que cumpla con mis ideales, le doy gracias a mi esposo por el apoyo y sacrificio en el transcurso de mis estudios por apoyarme en todo lo que me he propuesto, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre estado ahí brindándome su comprensión, a mi amado hijo Joshua por ser mi motivación e inspiración de cada día, por ser un niño tan cariñoso que siempre me recibe con su manitos abiertas y con muchos besitos.

El desarrollo de esta tesis no puedo decir que fue fácil, pero lo que, si puedo decir que durante todo este tiempo pude disfrutar de cada proceso, y no fue solamente porque así lo dispuse, fue porque mis amigos siempre estuvieron ahí ayudándome, apoyándome y levantándome cuando me daba por vencida.

Cada momento vivido durante todos estos años, son simplemente únicos, sin importar la cantidad de errores y faltas cometidas que me han ayudado a crecer como persona y como profesional.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios por ayudarme a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre querida Maria Marinelly por siempre creer en mí, apoyarme y ser mi inspiración de ser mejor cada día, a mi papa Franklin Eduardo por enseñarme que la vida hay que trabajarla. Ha sido orgullo y privilegio de ser su hija, son los mejores.

A mi hermano Paul que, a pesar de estudiar, siempre anda pendiente de mí, siempre agradeceré a dios por haberme dado un hermano como tú.

A mi esposo Jorge Vicente por ser parte del pilar de nuestro hogar, por apoyarme en las buenas y en las malas a pesar de las adversidades de la vida, por haberme empujado a seguir estudiando para poder darle un ejemplo a nuestro hijo.

A mi hijo Joshua por ser un niño de bien, que todos los días me demuestra su amor que para mi me basta y me sobra para seguir dando lo mejor de mí.

A mis amigos Styward, Bryan, Thays y Alexandra que siempre me apoyaron y me supieron decir las cosas como son sin mentiras, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus alegrías y tristezas conmigo.

Gracias a todos por haber compartido conmigo sus conocimientos durante estos cinco años lograron que este sueño sea realidad.

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campus “La María”, Laboratorio de Rumiología, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo con el objeto de analizar la composición química del ensilaje de pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) con diferentes edades de corte (30,40,50 días) más la inclusión del rechazo de la pulpa de Piña (*Ananas comosus*). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y cinco repeticiones. El pasto tuvo un tamaño de corte en partícula entre 0,5 y 1 cm. Las variables estudiadas fueron químicas, materia seca (MS), materia inorgánica (MI), proteína bruta (PB), energía, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA). Los resultados indican que el mayor contenido de materia seca se registró en el T2 (100% residuo de piña), en materia inorgánica el mayor valor se expresó en el T7 (Pasto king grass fresco cortado a los 40 días). El mayor valor en fibra detergente neutra y fibra detergente acida se obtuvo en el T1 (Ensilaje de pasto king grass a los 40 días). El mayor promedio de proteína bruta se registró en el T6 (pasto king grass fresco cortado a los 30 días), seguido del T5 (ensilaje de pasto king grass 50 días e inclusión de rechazo de la pulpa de piña). El mayor contenido de energía se determinó en el T1 (Ensilaje de pasto king grass a los 40 días).

Palabras claves: materia seca.FDA,FDN, proteína bruta.

ABSTRACT

The research was carried out at the “La María” Campus, belonging to the Quevedo State Technical University, in the rumiology laboratory. The general objective of the study was the analysis of the chemical composition of the King Grass silage (*Pennisetum hybridum*) with different cutting ages (30, 40, 50 days) plus the inclusion of the rejection of the Pineapple (*Ananas comosus*) pulp. For the research, a completely randomized design (DCA) with eight treatments and five repetitions was applied. The grass had a particle cut size between 0,5 and 1 cm. The following chemical variables were studied: dry matter (MS), inorganic matter content (MI), crude protein content (PB), energy content, neutral detergent fiber content (FDN) and acid detergent fiber content (FDA), resulting in the highest dry matter content recorded in T2 (100% pineapple residue), in inorganic matter the highest value was expressed in T7 (fresh king grass cut after 40 days). The highest value in neutral detergent fiber and acid detergent fiber was obtained in T1 (King grass silage at 40 days). The highest average crude protein was recorded in T6 (fresh king grass cut at 30 days) , followed by T5 (silage of king grass 50 days and inclusion of rejection of pineapple pulp). The highest energy content was determined in T1 (King grass silage at 40 days).

Keywords: dry matter, ADF, NDF, crude protein.

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE PASTO KING GRASS (<i>Pennisetum hybridum</i>) CON DIFERENTES EDADES DE CORTE Y LA INCLUSIÓN DEL RECHAZO DE LA PULPA DE PIÑA (<i>Ananas comosus</i>)”				
Autora:	Maria Belen Quijije Zambrano				
Palabras clave:	Materia seca	FDN	FDA	Proteína cruda.	
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	La investigación se realizó en el Campus “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el laboratorio de rumiología. El estudio tuvo como objetivo general el análisis de la composición química del ensilaje de pasto King Grass (<i>Pennisetum hybridum</i>) con diferentes edades de corte (30,40,50 días) más la inclusión del rechazo de la pulpa de Piña (<i>Ananas comosus</i>). Para la investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y cinco repeticiones. El pasto tuvo un tamaño de corte en partícula entre 0,5 y 1 cm. Se estudiaron las siguientes variables químicas, materia seca (MS), contenido de materia inorgánica (MI), contenido de proteína bruta (PB), contenido de energía, contenido de fibra detergente neutra (FDN) y contenido de fibra detergente acida (FDA), dando como resultado que el mayor contenido de materia seca se registró en el T2 (100% residuo de piña), en materia inorgánica el mayor valor se expresó en el T7 (Pasto king grass fresco cortado a los 40 días). El mayor valor en fibra detergente neutra y fibra detergente acida se obtuvo en el T1 (Ensilaje de pasto king grass a los 40 días). El mayor promedio de proteína bruta se registró en el T6 (pasto king				

	grass fresco cortado a los 30 días), seguido del T5 (ensilaje de pasto king grass 50 días e inclusión de rechazo de la pulpa de piña). El mayor contenido de energía se determinó en el T1 (Ensilaje de pasto king grass a los 40 días).
Abstract:	The research was carried out at the “La María” Campus, belonging to the Quevedo State Technical University, in the rumiology laboratory. The general objective of the study was the analysis of the chemical composition of the King Grass silage (<i>Pennisetum hybridum</i>) with different cutting ages (30, 40, 50 days) plus the inclusion of the rejection of the Pineapple (<i>Ananas comosus</i>) pulp. For the research, a completely randomized design (DCA) with eight treatments and five repetitions was applied. The grass had a particle cut size between 0,5 and 1 cm. The following chemical variables were studied: dry matter (MS), inorganic matter content (MI), crude protein content (PB), energy content, neutral detergent fiber content (FDN) and acid detergent fiber content (FDA), resulting in the highest dry matter content recorded in T2 (100% pineapple residue), in inorganic matter the highest value was expressed in T7 (fresh king grass cut after 40 days). The highest value in neutral detergent fiber and acid detergent fiber was obtained in T1 (King grass silage at 40 days). The highest average crude protein was recorded in T6 (fresh king grass cut at 30 days) , followed by T5 (silage of king grass 50 days and inclusion of rejection of pineapple pulp). The highest energy content was determined in T1 (King grass silage at 40 days).
Descripción:	

Uri:	
-------------	--

INDICE

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
.....	iii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLIN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de Investigación.	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.3. Justificación.	6
CAPITULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1. Marco conceptual.	8
2.2. Marco Referencial.	8
2.2.1. Pasto King Grass (<i>Pennisetum typhoides</i>).	8
2.2.2. Características morfológicas.....	9
2.2.3. Características generales de la piña.	10
2.3.1. Morfología de la piña.	11
2.3.2. Generalidades de los residuos agroindustriales en piña.	12
2.2.4.1. Importancia del ensilaje.	13
2.2.4.2. Ventajas del ensilaje.	13

2.2.4.3. Factores a tener en cuenta la calidad del ensilaje.	14
2.2.4.4. Etapas del ensilado.	14
2.2.4.4.1. Primera etapa: fase aeróbica.	14
2.2.4.4.2. Segunda etapa: fase de fermentación.....	15
2.2.4.4.3. Tercera etapa: fase estable.....	15
2.2.4.4.4. Cuarta etapa: fase de deterioro aerobio.	16
2.2.4.5. Tipos de silos.	16
2.6. Aditivos para ensilaje.	16
2.7. Composición Química.	17
2.7.1. Materia Seca (MS).	17
2.7.2. Materia Orgánica (MO).....	17
2.7.3. Materia Inorgánica (MI).....	17
2.7.4. Fibra Detergente Ácido (FDA).	18
2.7.5. Fibra Detergente Neutro (FDN).	18
2.7.6. pH.....	18
2.8. Características Organolépticas.....	18
2.8.1. Sabor.....	18
2.8.2. Color.	19
2.8.3. Textura.	19
2.8.4. Olor.	19
2.9. Grados brix.....	19
CAPÍTULO III	21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1. Localización.....	22
3.2. Tipo de investigación.	22
3.3. Métodos de investigación.	23
3.4. Fuentes de recopilación de información.	23
3.5. Diseño de investigación.	24
3.6. Instrumentos de investigación.	24
3.6.1. Variables evaluadas.....	24
3.6.1.1. Contenido de materia seca (MS).	24
3.6.1.2. Contenido de materia orgánica (MO).....	25

3.6.1.3.	Contenido de proteína bruta (PB).	26
3.6.1.4.	Contenido de fibra detergente neutro (FDN).	26
3.6.1.5.	Contenido de fibra detergente ácido (FDA).	27
3.7.	Tratamiento de los datos.	28
3.8.1.	Materiales y equipos.	29
3.9.	Descripción del experimento.	31
CAPÍTULO IV		33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		33
4.1.	Materia Seca (MS).	34
4.2.	Materia Inorgánica (MI).	34
4.3.	Proteína bruta (PB).	35
4.4.	Fibra detergente neutra (FDN) y Fibra detergente acida (FDA)	35
4.5.	Energía.	36
CAPÍTULO V		38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		38
5.1.	Conclusiones.	39
BIBLIOGRAFÍA		41
6.1.	Bibliografía.	42
CAPÍTULO VII		46
ANEXOS.		46

INDICE DE TABLA

Tabla.		Pág.
1	Taxonomía del pasto King grass (<i>Pennisetum hybridum</i>).....	28
2	Composición química del pasto King Grass (<i>Pennisetum hybridum</i>).....	28
3	Taxonomía de la piña (<i>Ananas Comosus</i>).....	29
4	Composición química de los residuos de la piña (<i>Ananas Comosus</i>).....	30
5	Composición química de los residuos de la piña (<i>Ananas Comosus</i>).....	30
6	Condición agro meteorológicas.....	40
7	Esquema del Análisis de Varianza.....	42
8	Se muestra la descripción de los cinco tratamientos.....	47
9	Composición química del ensilaje de pasto king grass (<i>Pennisetum hybridum</i>) y la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (<i>Ananas comosus</i>).....	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo.		Pág.
1	Análisis de varianza de MS del ensilaje de pasto king grass e inclusión del rechazo de pulpa de piña.....	65
2	Análisis de varianza de la variable materia orgánica.....	65
3	Análisis de varianza de la materia inorgánica.....	65
4	Análisis de varianza de la variable proteína bruta.....	65
5	Análisis de la variable del contenido de energía.....	66
6	Análisis de varianza de EN del ensilaje de pasto king grass en inclusión del rechazo de la pulpa de piña	66
7	Actividades desarrolladas en la investigación.....	66
8	Apertura del silo.....	67
9	Análisis en el laboratorio de ceniza.....	68
10	Análisis en el laboratorio de FDN Y FDA.....	68

INDICE DE ECUACIÓN

Ecuación		Pág.
1	Contenido de materia seca (MS).....	44
2	Contenido de materia orgánica (MO).....	44
3	Contenido de proteína bruta (PB).....	45
4	Contenido de fibra detergente neutro (FDN).....	46
5	Contenido de fibra detergente ácido (FDA).	47
6	Determinación del contenido de energía.....	47

INTRODUCCIÓN

El pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) es una gramínea forrajera adaptada a zonas con clima tropical hasta alturas de 1000 a 1500 msnm., tiene amplia distribución de riego y fertilidad de suelos, agregando suelos ácidos de baja fertilidad natural, entre lo más notable así como pocos problemas de enfermedades y plagas. (1)

La composición nutricional del pasto King grass (*Pennisetum hybridum*) lo convierte en una alternativa alimenticia efectiva pues su MS en los 60 días está entre los 13.03% , a los 75 días 13.79%, a los 90 días 14.43%; mientras que la PB en los 60 días está entre los 9.56%, a los 75 días 8.70%, a los 90 días 8.42% (2).

En cuanto a la piña (*Ananas comosus*) se refiere se observa que en los actuales momentos existe un crecimiento en su producción lo que permite establecer un mercado de gran importancia (3). Así como la producción y las ventas avanzan, por ende, existe un incremento en la cantidad de subproductos, como ejemplo de residuos están, la planta entera, los rastrojos, las coronas, los tallos, la pulpa, el corazón y la cascara (4).

En cuanto a la composición nutricional, se sabe que, los subproductos de la piña poseen un alto contenido de energía (> 59%), materia seca baja (>11%) y proteína cruda (< 7.5%) por lo tanto como sustituto de forraje debe ser utilizado de forma parcial (5). Para ello es propicio el uso del ensilaje, por su versatilidad y fácil implementación. De esta manera, se asegura la disponibilidad del alimento a todo el año, ya que es aplicable a una gran variedad de material vegetativo que se pueden obtener en el trópico. (6)

La fermentación láctica que realizan los microorganismos dan un valor agregado a los productos vegetales porque mejora su contenido nutricional, digestibilidad y palatabilidad. (7) Además es un alimento natural, ecológico y económico al contrario de los concentrados que en su mayoría son importadas, a lo que el silo que es una alternativa para el ganadero. (8).

El silo más que parte de un buen alimento para el ganado es una buena inversión para el ganadero que garantiza buenos resultados en sus ganancias, pues se obtiene aumento de peso y talla del ganado utilizando un buen ensilaje como parte de la alimentación para una excelente producción, Siendo una alternativa para el ganadero contribuye a establecer el costo total y la viabilidad del trabajo en la cual favorece en el conocimiento de buenas y favorecedoras prácticas (9)..

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Actualmente existe un exceso de residuos agroindustriales, por otro lado, existe un déficit de alimento para el ganado en ciertas épocas del año a sea por sequías o inundaciones. En ambas situaciones se cree que es debido a la falta de conocimiento, teniendo como resultado una elevada contaminación por parte de los residuos agroindustriales, mientras que en el déficit de alimentos en épocas de sequía o inundaciones es debido a la nula aplicación de métodos de conservación de alimento.

Diagnóstico.

En la actualidad existe una elevada producción de residuos agroindustriales, por otro lado, los ganaderos en ciertas épocas del año no cuentan con suficiente alimento para sus animales, en ambos casos podría deberse a la falta de conocimiento en el aprovechamiento de estos residuos como una alternativa alimenticia eficiente para animales.

Pronóstico.

Es de interés conocer la composición química del ensilaje de pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (*Ananas Comosus*), con dicho conocimiento se espera proporcionar una alternativa alimenticia de calidad además aprovechar los residuos de la piña.

1.1.2. Formulación del problema.

¿De qué manera podría contribuir el déficit de alimento fresco el exceso de residuos agroindustriales como el pasto king Grass (*pennisetum hybridum*) la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (*Ananas comosus*) en la elaboración de ensilajes para satisfacer los requerimientos del ganado bovino?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿En qué edad de corte obtendrá mejores resultados en cuanto a la composición química del pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*)?
- ¿Cuál será el contenido de humedad del ensilaje del pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) y la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (*Ananas comosus*)?
- ¿Cuál sería el tratamiento que aporte mejor en energía y proteína bruta del ensilaje de pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) y la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (*Ananas comosus*)?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la composición química del ensilaje de pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) con diferentes edades de corte y la inclusión del rechazo de la pulpa de Piña (*Ananas comosus*).

1.2.2. Objetivos específicos.

- Comparar la Humedad del pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) puro de 30, 40 y 50 días de corte; con el ensilaje de pasto King Grass (30, 40 y 50 días) y la inclusión del rechazo de pulpa de piña (*Ananas comosus*).
- Analizar los componentes de la pared celular FDN y FDA del pasto puro King Grass (*Pennisetum hybridum*) de 30, 40 y 50 días; con el ensilaje de pasto King Grass (30, 40 y 50 días) y la inclusión del rechazo de pulpa de piña (*Ananas comosus*).
- Determinar los aportes de energía y proteína bruta del ensilaje de pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*) 30, 40 y 50 días y la inclusión del rechazo de pulpa de piña (*Ananas comosus*).

1.3. Justificación.

Utilizando los desechos o subproductos en la alimentación animal se contribuye en la reducción de la contaminación. Además, es una buena opción en cuanto a la variedad de dietas. Mediante la técnica de conservación de ensilaje de subproductos, se mejora el uso eficiente de forraje (10).

Al utilizar el subproducto de la piña se obtienen ventajas tales como el aprovechamiento de la fibra facilitando al productor que tenga menor gasto (11).

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Marco conceptual.

Nutrientes.

Es un componente esencial que se encuentra en los alimentos de la cual se obtiene energía que se necesita para cumplir las funciones vitales del organismo (12).

Composición química.

Aquellas sustancias que se encuentran en una muestra las cantidades en las que se encuentran disponibles (13).

Residuo.

Es todo desperdicio que está considerado como desecho por disminución de valor económico (14).

Ensilaje.

Es un proceso que sirve para conservar fresco el alimento, ya como desechos agroindustriales pastos y como alimentos como la papa, la yuca entre otras (15).

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Pasto King Grass (*Pennisetum typhoides*).

El género *Pennisetum* fue evaluado entre la década de los años 70 y los primeros años de la década de los 80, siendo relegado, motivado para la introducción de otras especies de gramíneas, entre ellas destacaron las del género *Brachiaria* (16).

Las leguminosas tienen capacidades las cuales las hacen importantes y esenciales como su capacidad de fijar nitrógeno, presentan un alto valor nutritivo, mejoran la relación C:N del suelo, por lo tanto son especies importantes en los ecosistemas porque permiten la sustentabilidad a través del tiempo (17).

2.2.2. Características morfológicas.

La producción del King Grass se ha extendido por casi toda América, es utilizado en grandes explotaciones ganaderas de Colombia, es una gramínea de corte, nativa de África del sur, que crece hasta los 2,200 msnm con temperaturas entre 18 y 30°C, tolerante a la sequía y muestra mucha capacidad de rebrote, además, se adapta a una amplia diversidad de suelos, desde los delgados pobres hasta los pesados arcillosos a excepción de suelos inundables con problemas de sales; la topografía del terreno no representa problema para su siembra ya que crecen en laderas, planicies y hondonadas, asimismo, se desarrollan en lugares con altitudes de 0-1,200 msnm y producen forraje todo el año (18). En la tabla 1 se encuentra la taxonomía del pasto King Grass (*pennisetum hybridum*).

Tabla 1. Taxonomía del pasto King grass (*Pennisetum hybridum*).

Reino :	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae
Género:	<i>Pennisetum</i>
Especie:	<i>P.purpureum</i>

Fuente: (19)

En la tabla 2, se encuentra la composición química del pasto King grass (*Pennisetum hybridum*).

Tabla 2. Composición química del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*).

Componente	Edad de cosecha		
	60 días	75 días	90 días
%materia seca	13.03	13.79	14.43
%proteína cruda	9.56	8.70	8.42
%extracto etéreo	1.41	1.37	1.29
%cenizas	14.47	13.86	13.61
%fibra neutro detergente	73.78	75.48	76.91
%fibra ácido detergente	46.53	49.77	51.83
%celulosa	34.38	36.47	38.28
%hemicelulosa	27.25	26.23	24.71
%lignina	12.15	13.30	19.59

Fuente: (20)

2.2.3. Características generales de la piña.

La piña *Ananas Comosus* es una fruta tropical y subtropical que ha tenido un fuerte impacto, dado que se adapta a las zonas tropicales la cual ha aumentado su producción en el mundo, ésta a la vez ha sido una fuente principal de empleo en dichas zonas ya sea como productor, trabajador, comerciante y como procesador (21).

La temperatura óptima del cultivo de piña tanto en el día como en la noche está entre 30° y 20°. La temperatura óptima para el crecimiento de las raíces es de 29° y de las hojas es de 32° (22). En la tabla 3 se describe la taxonomía de la piña (*Ananas comosus*).

Tabla 3.*Taxonomía de la piña (Ananas Comosus).*

Reino	Vegetal
División	Monocotiledóneas
Familia	Bromeliaceae
Nombre científico	Ananás sativus
Nombre común	Pineapple, Ananas, Nanas, Piña
Especie	<i>Ananás comosus</i>

Fuente: (23)

2.3.1. Morfología de la piña.

La piña es una planta tropical que pertenece a la familia de las Bromeliáceas, tiene una forma ovalada; es color verde y va variando dependiendo de su grado de madurez, el cual se va tornando a un color naranja; tiene una pulpa muy jugosa con un sabor dulce- ácido y su olor es agradable (24).

Un 85 % de la composición de la piña es agua, es muy rica en vitaminas A, B, C y E, calcio, fósforo, y contiene una enzima llamada bromelina. Es una planta de procedencia americana específicamente del sur del continente entre Brasil y Paraguay (24). En la tabla 4 se encuentra la composición química de la piña (*Ananas comosus*).

Tabla 4.*Composición química de la piña (Ananas comosus).*

Elementos	Piña completa
MS%	29.5
PB%	8.2
FDN%	63.9
FDA%	34.4
CENIZA	8.8

Fuente: (25).

2.3.2. Generalidades de los residuos agroindustriales en piña.

En cuanto a su composición nutricional, la mayoría de subproductos de la piña se caracterizan por su alto contenido de energía en términos de nutrimentos digestibles totales (>59%), pero debido a que posee bajo contenido de materia seca. También algunas de las características nutricionales de los subproductos de la piña se pueden comparar con forrajes de buena calidad, principalmente al valorar los contenidos de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y de carbohidratos no fibrosos (CNF) (26).

El rechazo de la pulpa de piña es aquel residuo que sobra de la piña la cual puede ser conservado por tratamiento térmico, preservantes y empaques adecuados o a la vez se pueden guardar al granel para así ser vendidos a otras empresas procesadoras que elaboren otra clase de productos jaleas, refrescos entre otros (27). En la tabla 5 se encuentra la composición química de los residuos agroindustriales de la piña (*Ananas comosus*).

Tabla 5. *Composición química de los residuos de la piña (Ananas Comosus).*

Elementos	Corona	Pulpa	Cascara
MS%	-	16.84	26.6
PB%	7.42->9.3	1.05	6.9
FDN%	57.7-52.2	35.06	54.8
FDA%	-	16.79	20.8
CENIZA	-	0.53-1.6	10.1

Fuente: (25).

2.2.4. Ensilaje.

Se denomina ensilaje al proceso de fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico, por acción de las bacterias ácido láctico y en menor cantidad se produce ácido acético. El ensilaje de cultivos forrajeros o de subproductos industriales es una alternativa para optimizar el funcionamiento de los sistemas

de producción animal en zonas tropicales y subtropicales. La calidad del ensilaje puede ser afectada por factores como la composición química de la materia a ensilar, edad de cosecha, el clima y los microorganismos empleados, entre otros y se debe garantizar buenas condiciones de almacenamiento. Esta práctica, ayuda al manejo integral de la finca, y al aprovechamiento de materias primas y la preservación del medio ambiente, con múltiples ventajas para el productor (28).

2.2.4.1. Importancia del ensilaje.

El ensilaje es una buena opción para la alimentación en las ganaderías por la gran variedad de pastos, los rayos solares y el nivel de lluvias. Se pueden producir varias cosechas en el año (29).

En nuestro país más de la mitad del maíz entre otros derivados que se utilizan para la fabricación de concentrados animales, sobre todo el ganado bovino, son importados por lo que es un sistema de alimentación costoso, así convirtiéndose el ensilaje como un método de alimentación más económica en donde puede cumplir los requerimientos necesarios para el animal (30).

2.2.4.2. Ventajas del ensilaje.

El ensilado es una contribución positiva para el buen funcionamiento de los sistemas de producción animal tanto en zonas tropicales y subtropicales ya que existen variedades de pastos, desechos frutales, aditivos, etc que contribuyan como parte de la formación de este (30).

Con el ensilado se puede lograr el mantenimiento y conservación del valor nutritivo de este; luego para utilizarse como alimento para el ganado cumpliendo con sus requerimientos requeridos por el animal (29).

2.2.4.3. Factores a tener en cuenta la calidad del ensilaje.

- Mejor color (amarillo, marrón o verduzco) .
- Mejor olor (avinagrado) .
- Textura (no babosa).
- Composición botánica del material ensilado.
- Contenido de materia seca igual o superior a 30%.
- pH de 4.2 o menos.
- Temperatura de 30 a 40 °C (medida a 50cm de profundidad).
- Contenido de ácido láctico entre 5 y 9 % en base seca.
- Contenido de nitrógeno amoniacal que no represente más de un 13% del nitrógeno total.
- El forraje verde debe contener de 60 a 70 % de humedad.
- Forraje picado al tamaño de partícula, si el forraje deja húmeda las manos y mantiene la forma ejercida por la presión, indica que tiene un contenido ideal de humedad.
- Condición jugosa sin disminuir el valor nutritivo.
- El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar, sin embargo, es posible añadirle nutrientes, como almidones y azúcares, que pueden acelerar el proceso de aumentar el valor nutritivo del producto. (31).

2.2.4.4. Etapas del ensilado.

2.2.4.4.1. Primera etapa: fase aeróbica.

El oxígeno atmosférico presente disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios como las levaduras y enterobacterias; también existen varias enzimas vegetales esta fase dura pocas horas (ph 6.5-6.0) (29).

Las levaduras son microorganismos anaeróbicos facultativos y heterótrofos; cuya presencia en el ensilaje es indeseable fermentan los azúcares produciendo etanol y CO₂ (30).

Las enterobacterias son organismos facultativos y la mayoría que se encuentran en el ensilaje no son patógenas. La degradación proteica causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje, genera compuestos tóxicos y ácidos grasos de cadena múltiple (29).

2.2.4.4.2. Segunda etapa: fase de fermentación.

Si la fermentación se desarrolla positivamente la actividad de bacterias ácidas lácticas proliferará y se convertirá en la población predominante. El pH bajará entre 3.8 a 5.0 debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos (30). Todos los miembros anaeróbicos facultativos muestran cierta preferencia por la condición anaerobia. Los componentes BCA que se asocian con el proceso de ensilaje pertenece a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus* (29).

2.2.4.4.3. Tercera etapa: fase estable.

La mayoría de los microorganismos de la fase 2 reducen su presencia algunos sobreviven a este estado inactivo. Algunas proteasas, carbohidrasas y microorganismos especializados que toleran ambientes ácidos continúan activos (7). La presencia de *Clostridium* en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas viven aun después de transitar por el tracto digestivo y en las heces; de paso esto contaminaría la leche. Los *Bacillus* spp son aquellas bacterias aerobias que fermentan un extenso rango de carbohidratos produciendo ácidos orgánicos (8).

2.2.4.4. Cuarta etapa: fase de deterioro aerobio.

La fase de deterioro puede ocurrir al abrir el ensilaje siendo expuesto al aire en otros casos puede ocurrir al tener daños en la cobertura (ejm: roedores o pájaros) (7). El periodo se divide en dos etapas la primera es inicio de degradación de los ácidos orgánicos por acción de las levaduras y por el ácido acético y en la segunda etapa aumenta el valor del pH, temperatura y microorganismos que deterioran el ensilaje; en donde terminan también incluyéndose los mohos y enterobacterias (30).

2.2.4.5. Tipos de silos.

Existen varios tipos de silos para almacenar el ensilaje:

- Silo en montón: es una pila cubierta y sellada ya sea con plástico, tierra u otros materiales.
- Silo en trinchera o zanja: es una zanja cubierta con plástico y con tierra, debe tener alguna vía para el escurrimiento del agua de lluvia. Sus dimensiones se calculan para establecer que el ensilaje tenga el mínimo contacto con el aire.
- Silo en torres: Son torres de almacenamiento con zonas separadas de llenado y descarga.
- Silo canadiense: es una combinación con silo de trinchera y silo en montón. se hace la pila se cubre con plástico y con tierra pero se sella lateralmente con barro (29).

2.6. Aditivos para ensilaje.

Se pueden implementar diferentes aditivos para un ensilaje como la melaza, la pulpa de cítricos y maíz triturado. Estos tienen una fuente de azúcares solubles que utiliza la bacteria para producir ácido láctico. Si el forraje posee niveles de humedad superiores al 70% los aditivos aseguran que sean suficientes para realizar el proceso (7).

Para que se realice una buena fermentación siempre debemos aumentar el contenido de azúcares ya se agregándoles directamente (ejm: melaza) o enzimas que liberen otro tipo de azúcares (25).

También como aditivo están los inóculos que son bacterias vivas disponibles en comerciales y que agregando ciertas BAC pueden acelerar y mejorar el proceso del ensilaje. Forrajes con más del 50% de materia seca se consideran muy difíciles de ensilar (24).

2.7. Composición Química.

2.7.1. Materia Seca (MS).

El porcentaje de materia seca se refiere a la cantidad de alimento menos el agua contenida en dicho alimento, en otras palabras, si una muestra de alimento "X" se somete a un calor moderado (típicamente 65°C por 48 horas) de tal modo que toda el agua se evapore, lo que queda es la porción de materia seca de ese alimento (27).

2.7.2. Materia Orgánica (MO).

La materia orgánica es toda aquella compuesta químicamente en torno al carbono como sus átomos fundamentales, razón por la cual se conoce a la química orgánica como la “química del carbono”. Así, cuando hablamos de materia orgánica nos referimos a la que está vinculada con la vida: la que conforma los cuerpos de los seres vivos, así como la mayoría de sus sustancias y materiales de desecho (28).

2.7.3. Materia Inorgánica (MI).

Cuando se habla de materia inorgánica nos referimos a todos aquellos compuestos químicos en cuya estructura molecular el carbono no constituye el átomo central, y que por ende no

están vinculadas estrechamente con la química de la vida (la química orgánica), ni sean biodegradables, ni generalmente combustibles o volátiles (28).

2.7.4. Fibra Detergente Ácido (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 (29).

2.7.5. Fibra Detergente Neutro (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”. El contenido de FDN de las dietas o forrajes se correlaciona en forma negativa con el consumo de alimento. Vale decir, FDN en exceso va a determinar un menor consumo de alimento por parte del animal (29).

2.7.6. pH.

El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia (32).

2.8. Características Organolépticas.

2.8.1. Sabor.

Esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado (33).

2.8.2. Color.

La percepción del color de los alimentos es un indicador de su composición química y de su estado. El color rojo comunica que un alimento tiene un gran contenido de licopeno, una sustancia que podemos encontrar en el tomate, la sandía o la fresa.

El color naranja y el amarillo indican que un alimento tiene un elevado contenido de betacarotenos, tal y como sucede con la naranja, la zanahoria o el durazno. El verde es un indicador de la clorofila, como por ejemplo el brócoli, la lechuga o la espinaca (34).

2.8.3. Textura.

La textura de los alimentos es el parámetro de calidad que más se modifica con la desecación. Sus variaciones dependen mucho del tipo de pretratamiento que se le da al alimento (solución de agua y fosfato tricálcico), el tipo de intensidad con que se realiza la reducción del tamaño y el modo de pelado (35).

2.8.4. Olor.

El olor de los alimentos se produce por una mezcla compleja de gases, vapores y polvo. Así, la composición de la mezcla determina el olor percibido por el receptor. Hay que indicar que cualquier olfato es capaz de percibir más de 10.000 aromas diferentes. Existen todos tipos de aromas: fragantes, quemantes, sulfurosos, dulce, etéreo, rancio, aceitoso o metálico (34).

2.9. Grados brix.

También se conoce como el porcentaje de sólidos o de sólidos disueltos en un líquido, la medición se realiza mediante un refractómetro de Abbe (36).

Los valores óptimos para la fruta que se va a destinar para la elaboración de jugos pasteurizados y concentrados deben tener un promedio de once y doce grados brix (37) .

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca Experimental “La María”, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo – El Empalme, Recinto San Felipe, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, entre las coordenadas 01° 0 ‘6’’ de latitud Sur y 79° 29 ‘ de Longitud Oeste, a una altitud de 75msnm, ubicada en zona bosque tropical húmedo (Bth) con una temperatura de 24,47 ° C. En la tabla 6 se encuentra presente la condición Agro metereologicas “La Maria”UTEQ-Mocache.

Tabla 6. Condición agro meteorológicas “La María” UTEQ – Mocache.

Parámetros	Promedios
Temperatura ° C	25.47
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación, anual. Mm	2,223.85
Heliofanía, horas/ luz/ año	898.66
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	Bosque tropical Húmedo
Topografía	Ligeramente Ondulada

Fuente: Departamento Agro meteorológico del INIAP. (38)

3.2. Tipo de investigación.

La investigación que se realizó en el presente trabajo fue de tipo exploratorio, ya que se llevó a cabo un reconocimiento y comparación de lo teórico a lo practico pudiendo así, estudiar con más detalle el entorno de interés, mediante visitas, entrevistas y recolección de muestras para la elaboración del ensilaje y el debido análisis químico.

3.3. Métodos de investigación.

Método Exploratorio.

Se aplicó un reconocimiento y comparación de la información bibliográfica en cuanto a la realidad mediante la visita a las zonas pertinentes de interés.

Método Descriptivo.

Permitió reflejar mediante resultados lo que se observó en el ambiente natural y social, combinando la información primaria y secundaria, así encaminando lo descubierto a una relación lógica entre variables.

Método de Síntesis.

Fue el soporte para conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores basándose en documentos, libros, publicaciones y archivos de internet. Esto ayudo a enriquecer la parte teórica de este trabajo investigativo.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

En esta investigación se utilizaron las siguientes fuentes de información:

- Fuentes primarias: Revistas, libros, folletos, artículos científicos e internet.
- Fuentes secundarias: Observación directa en el campo.

3.5. Diseño de investigación.

Para el tipo de estudio planificado se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y cinco repeticiones. Para determinar diferencias entre medias se utilizó el test de Tukey al 5% de probabilidad ($P \leq 0,05$). El esquema del ADEVA se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. *Esquema del Análisis de Varianza.*

Fuente de variación			Grados de libertad
Tratamiento	t-1	8-1	7
Error experimental	t(r-1)	8(5-1)	32
Total	(t*r-1)	(8*5-1)	39

Elaborado por: Autora.

El modelo matemático fue el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Total de observaciones

μ =Media general

T_i = Efecto de los tratamientos en estudio

E_{ij} =Error experimental.

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables evaluadas.

3.6.1.1. Contenido de materia seca (MS).

Esta variable se obtuvo para cada material utilizado en la investigación (pasto king grass y piña de rechazo) antes y después del tiempo de ensilaje (30 días) sometiendo las muestras al

secado en estufa de aire forzado a 65° C por 48 horas. El cálculo se realizó con la ecuación que se detalla a continuación:

(Ecuación 1)

$$MS(\%) = \frac{M_{Inicial} - M_{Final}}{M_{Inicial}} \times 100$$

Dónde:

MS (%): Porcentaje de materia seca.

M_{Inicial}: Muestra inicial antes del secado.

M_{Final}: Muestra final posterior al secado.

3.6.1.2. Contenido de materia orgánica (MO).

El análisis químico proximal (AQP) se realizó de acuerdo todos descritos por la AOAC (39), por el método de incineración en seco en mufla hasta 600 °C en crisoles de porcelana con 0.5 g de muestra durante tres horas, posterior al análisis de MS, utilizando para la obtención de esta variable la siguiente ecuación:

(Ecuación 2)

$$MO(\%) = \frac{W_{Ms} - W_{mcal}}{Ms} \times 100$$

Donde:

MO (%): Porcentaje de Materia Orgánica.

W_{Ms}: Crisol más muestra seca.

W_{Mcal}: Crisol más muestra calcinada.

3.6.1.3. Contenido de proteína bruta (PB).

Referente al contenido de Proteína bruta, éste se realizó de acuerdo con los métodos descritos por la AOAC (39), mediante el método Kjeldahl usando el factor $N \times 6.25$, con la digestión en ácido sulfúrico a altas temperaturas y destilación en ácido bórico e hidróxido de sodio con la respectiva titulación con ácido sulfúrico 1N. El porcentaje de proteína bruta se calculó con la siguiente ecuación:

(Ecuación 3)

$$PB(\%) = \frac{(V_{H_2SO_4} - V_b) \times 1,401 \times N_{H_2SO_4}}{g \text{ Muestra}} \times F$$

Dónde:

PB(%): Porcentaje de Proteína Bruta.

VH₂SO₄: Volumen de ácido consumido en titulación.

V_b: 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)

3.6.1.4. Contenido de fibra detergente neutro (FDN).

La FDN se realizó en base al método establecido por ANKOM Technology por lavado a 100°C durante un tiempo de 75 minutos con triple enjuague de 15 minutos con agua a 80°C, e inmersión en acetona por 15 minutos, reposo por 15 minutos y secado en estufa a 65 °C por 48 horas para su posterior pesaje. El cálculo de esta fracción se realizó por medio de la siguiente ecuación:

(Ecuación 4)

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

Dónde:

FDN (%): Porcentaje de fibra detergente neutro.

W1: Peso de la bolsa.

W2: Peso de la muestra.

W3: Peso posterior a la extracción.

MS (%): Porcentaje de la materia seca.

3.6.1.5. Contenido de fibra detergente ácido (FDA).

La FDA se obtuvo mediante el uso del protocolo establecido por ANKOM Technology por lavado en solución ácido a 100 °C de temperatura por 60 minutos con triple enjuague de 15 minutos con agua a 80 °C, inmersión en acetona por 15 minutos, reposo por 15 minutos y secado en estufa a 65 °C por 48 horas para su posterior pesado. El porcentaje de FDA se calculó con la ecuación:

(Ecuación 5.)

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

Dónde:

FDA (%): Porcentaje de fibra detergente ácida

W1: Peso de la bolsa

W2: Peso de la muestra

W3: Peso posterior a la extracción

MS (%): Porcentaje de la materia seca.

3.6.1.6. Determinación de la energía.

La Energía en los ensilajes se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente formula.

Cálculos.

(Ecuación 6.)
$$Hg = \frac{Tw - e1 - e2 - e3}{m}$$

Dónde:

Hg= Calor de combustión Cal/g

T = Temperatura final – Temperatura inicial

W = Energía equivalente del calorímetro 2410,16

e1 = Mililitros consumidos de solución Carbonato de Sodio

e2= (13,7 X 1,02) peso de la pastilla

e3 = cm del alambre restante X 2,3

m = Peso de la pastilla

3.7. Tratamiento de los datos.

Una vez ejecutadas las actividades de laboratorio, se procedió al análisis de los datos, para ello se utilizó el procedimiento del ANOVA y las medias fueron comparadas usando la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Este análisis se realizó utilizando el software estadístico de versión libre (INFOSTAT).

Tabla 8. Descripción de los ocho tratamientos.

Tratamiento	Descripción de los tratamientos	Repeticiones
T1	100% pasto King grass 40 días	5
T2	100% residuo de la pulpa de piña	5
T3	80% pasto King grass de 30 días + 20% rechazo de pulpa	5
T4	80% pasto King grass de 40 días + 20% rechazo de pulpa de piña	5
T5	80% pasto King grass de 50 días + 20% rechazo de pulpa de piña	5
T6	(pasto king Grass fresco 30 días)	5
T7	(pasto king Grass fresco 40 días)	5
T8	(pasto king Grass fresco 50 días)	5

Elaborado por: Autora.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Referente al talento humano que participó en la realización del presente proyecto de investigación tenemos los siguientes:

- Director del proyecto de investigación Ing. Zoot. Bolívar Montenegro Vivas, PhD
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: María Quijije Zambrano.

3.8.1. Materiales y equipos.

3.8.1.3. De campo.

- Material vegetativo (pasto y rechazo de pulpa de piña en su estado de maduración de media cara)
- Machete
- Botas
- Carretón

3.8.1.4. De oficina.

- Esfero
- Libreta de apuntes
- Computadora
- Impresora
- Programa estadístico
- Material de campo
- Vehículos
- Cámara

3.8.1.5. De laboratorio.

- Estufa
- Balanza gramera
- Desecador
- Mufla
- Espátula pequeña
- Molino
- Cánula
- Micro silos
- Fundas plásticas y de papel
- Pinzas
- Crisoles
- Hilo de algodón
- Azas
- Tijeras
- Balanza digital
- Balanza analítica

- Gasas
- Guantes descartables
- Mascarillas
- Mecheros de Bunsen
- Algodón
- Envases de plástico

3.8.1.6.Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado 96-98%
- Solución de hidróxido de sodio al 40%
- Solución de ácido bórico al 2%
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N, Estandarizada
- Tabletas catalizadoras
- Indicador Kjeldahl
- Agua destilada
- Acetona
- Indicador para titulación de proteína
- Solución FDA ANKOM

3.9. Descripción del experimento.

Se elaboró ensilaje en microsilos, para ello se utilizó tubos pvc de cuatro pulgadas, cuya dimensión corresponde a 30 cm de altura por 10cm de ancho en el cual se selló la parte inferior con un tapón para tubos y se colocó una manguera de 20 cm para permitir la salida de fluido, una vez elaborados se procedió al llenado y comprimido con la materia vegetativa.

En cada micro silo se colocó pasto King grass más la inclusión de rechazo de pulpa de piña en su estado de media cara de maduración, previamente picado a un tamaño de partícula entre 0,5 y 1, posteriormente se selló los micro silos con un tapón.

Una vez llenos los micro silos fueron almacenados por el periodo establecido para cada tratamiento (30días) a temperatura ambiente dentro de un depósito con iluminación natural 12 horas luz- 12 horas oscuridad, sin radiación solar directa. Cumplido el tiempo establecido, se procedió a la apertura de los mismos. Al abrirlos se tomaron muestras respectivas de aproximadamente 500 gramos de cada uno, previa homogenización del material obtenido del ensilado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Humedad (H).

En la tabla 9, se observa que, si hay diferencia significativa en la humedad ya que el porcentaje más alto es del T2 (ensilaje de piña pura) con un 95.4% , en secuencia le sigue el T3 (ensilaje de pasto king Grass 30 días e inclusión de rechazo de pulpa de piña) con un 85.8%, el T4 (ensilaje de pasto king Grass 40 días e inclusión de rechazo de pulpa de piña) con un 85.4%, el T5 (ensilaje de pasto king Grass 50 días e inclusión de rechazo de pulpa de piña) con un 87% y el T6 (pasto king Grass 30 días fresco) con un 85.5% ya que comparten valores similares; se muestra valores del T1 (ensilaje de pasto king gras 40 días) con un 83.07% , el T8 (pasto king Grass 50 días fresco) con un 74.5% y por ultimo el T7 (pasto king Grass 40 días fresco) muestra un porcentaje mínimo de 67.8%. Según Wangness y Muller (40) un alto contenido de humedad es necesario ya que mejora el proceso de estabilización lo cual reduce las perdidas de nutrimentos. Por otro lado Gútierrez (41) los valores analizados son similares a los reportes de otros autores , López (42) cuando utilizaron los desechos altos en humedad como la pulpa de piña.

4.2. Materia Inorgánica (MI).

Observamos que si hay diferencia significativa en la Materia inorgánica ya que el porcentaje más alto es del T7 (pasto king Grass puro 40 días) con un 32.2%, luego el T8 (pasto king Grass fresco 50 días) con un 25.5%, el T1(ensilaje de pasto king Grass 40 días) con un 16.93%, en secuencia le sigue los siguientes el T4 (ensilaje de pasto king Grass 40 días e inclusión del rechazo de pulpa de piña) con un 14.6%, T6 (pasto king Grass fresco 30 días) con un 14.5%, T3 (ensilaje de pasto king Grass 30 días e inclusión del rechazo de la pulpa de piña) con un 14.2%, T5 (ensilaje de pasto king Grass 50 días e inclusión de rechazo de pulpa de piña) con un 13% y por ultimo con menor porcentaje el T2 (ensilaje de rechazo de la pulpa de piña) con un 4.61%. Según Harmond (43) informaron porcentajes similares atribuyendo el contenido de carbohidratos no estructurales.(Ver tabla 9)

4.3. Proteína bruta (PB).

En la proteína bruta observamos que si hay diferencia significativa ya que el porcentaje más alto es del T6 (pasto king Grass fresco 30 días) con un 12.7%, luego el tratamiento T7 (pasto king Grass fresco 40 días) con un 12.2%, en secuencia le sigue el T8 (pasto king gras fresco 50 días) con un 10.9%, T5 (ensilaje de pasto king gras 50 días e inclusión de rechazo de la pulpa de piña) con un 10.6%, T3 (ensilaje de pasto king Grass 30 días e inclusión del rechazo de la pulpa de piña) con un 10.3%, T4 (ensilaje de pasto king Grass 40 días e inclusión del rechazo de pulpa de piña) con un 10.2%, T1 (ensilaje de pasto king gras 40 días) con un 9.73% y por ultimo con menor porcentaje el T2 (ensilaje de rechazo de pulpa de piña) con un 8.97%. Según Rojas (44) indica que los niveles menores del 7% de proteína en los forrajes se asocian con consumos bajos, (45) lo que indica que los desechos de piña podrían tener limitaciones si no se suplementan con fuentes proteicas.(Ver tabla 9.)

4.4. Fibra detergente neutra (FDN) y Fibra detergente acida (FDA)

Observamos, que si hay diferencia significativa entre los porcentajes de FDN y FDA ya que el porcentaje más alto de los dos es el T1 (ensilaje de pasto king Grass 40 días) en FDN con 71.68% y en FDA con 35.14%; y en secuencia con los demás tratamientos , este se encuentra como el más bajo el T2 (ensilaje de rechazo de pulpa de piña) en FDN con 28.10% y FDA con un 9.35%. Según (46) las mezclas a ensilar fueron similares a los resultados presentados, Rojas (47) menciona que los tratamientos con menores contenidos de FDN tendrán un menor efecto de llenado en el animal y promoverán el consumo de materia seca , en comparación con tratamientos que tuvieron mayores niveles de FDN, pero según Jung y Vogel (48) la alta lignificación se correlaciona de forma negativa con la digestibilidad de los forrajes ,Junior (49) lo que provoca una disminución en el contenido energético y calidad.(Ver tabla 9.)

4.5. Energía.

En la energía observamos que si existe diferencia significativa ya que el valor mas alto es del T1(ensilaje de pasto king Grass 40 días) con un 6.21%, comparten valores similares el T2 (ensilaje de rechazo de pulpa de piña) con un 4.04%, T4 (ensilaje de pasto king Grass 40 días e inclusión del rechazo de la pulpa de piña) con un 3.32%, T5 (ensilaje de pasto king Grass 50 días e inclusión del rechazo de la pulpa de piña) con un 3.31%, T3 (ensilaje de pasto king Grass 30 días e inclusión de rechazo de pulpa de piña) con un 3.24%, con secuencia el T6 (pasto king Grass fresco 30 días) con un 3.22%, y los dos tratamientos más bajos son T7 (pasto king Grass fresco 40 días) con 3.08% y el tratamiento T8 (pasto king Grass fresco 50 días) con 3.08%. Según Sánchez y Soto (50) las gramíneas tropicales son aquellas que poseen más energía; pero según NRC los valores de energía se reducen debido a una disminución en la digestibilidad de los alimentos al aumentar la tasa de consumo. (Ver tabla 9.)

Tabla 9. Composición química del ensilaje de pasto king Grass (*Pennisetum hybridum*) y la inclusión del rechazo de la pulpa de piña (*Ananas comosus*); pasto king Grass (*Pennisetum hybridum*) fresco (30,40 y 50 días).

	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		E.E	CV	P
H	83,07	c	95,4	a	85,8	b	85,4	b	87	b	85,5	b	67,8	E	74,5	d	0,39	1,04	<0.0001
MI	16,93	c	4,61	e	14,2	d	14,6	d	13	d	14,5	d	32,2	A	25,5	b	0,39	5,09	<0.0001
PB	9,73	cd	8,97	d	10,3	cd	10,2	cd	10,6	c	12,7	A	12,2	Ab	10,9	bc	0,30	6,26	<0.0001
FDN	71,68	a	28,1	e	54,9	cd	60,1	bc	65,2	b	62,5	b	53	D	53,5	d	1,19	4,73	<0.0001
FDA	35,14	a	9,35	e	17,1	d	22,6	bc	25,4	b	17,4	d	21,7	Bcd	17,9	dc	1,11	11,9	<0.0001
EN	6,21	a	4,04	b	3,24	cd	3,32	c	3,31	c	3,22	d	3,08	E	3,08	e	0,02	1,01	<0.0001

Elaborado por: Autora.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Los resultados obtenidos en la investigación permiten concluir lo siguiente:

- Se pudo comparar que entre el pasto puro y el ensilaje el componente más abundante y el que está presente es el agua por lo tanto la determinación del contenido de humedad de esto es ampliamente usada en el proceso y control de los alimentos ya que indica la cantidad de agua involucrada en la composición de los mismos.
- Se analizo que los componentes de la pared celular, FDN y FDA del ensilaje de pasto king Grass y la inclusión de rechazo de pulpa de piña es más viable ya que se encuentra dentro de los porcentajes aceptables que ayudarían al proceso de digestibilidad.
- Al determinar la proteína bruta se pudo observar que el ensilaje de pasto king Grass y la inclusión de rechazo de pulpa de piña existe un buen aporte pero cabe decir que la energía es donde atribuye más el aporte de entrega de nutrientes.

5.2. Recomendaciones.

- Se debe tener en cuenta los días de maduración.
- Realizar el trabajo a nivel de ganadería para evaluar la palatabilidad de los materiales.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Tergas l. el potencial de pasto king grass como gramínea forrajera seleccionada para américa tropical. [Online]; 1984. Disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/71702/20986_El_potencial_del_pasto_King_grass_como_gramínea_forrajera_seleccionada_para_América.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
2. Chacon p. Consumo de Pennisetum purpureum cv. King Grass a tres edades de cosecha en caprinos. [Online]; 2010. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200005.
3. Adegbite O. OO, AI. Competitiveness of pineapple production in Osun State, Nigeria. Journal of Economics and Sustainable Development. 5(2): 205-214. [Online].; 2014.. Disponible en: [ialnet- Características Nutricionales De La Cascara De Pina En Sil-5166298.pdf](#).
4. López-Herrera M, WJ, RBA. Meta-análisis de los subproductos de piña para la alimentación animal. Agron. Mesoamericana. 2014;; p. 25(2): 383-392.
5. López-Herrera M, WJR, RBA. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (Ananas comosus). Agron. Costarricense. 2009;; p. 33(1): 1-15.
6. Titterton M, BF. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. En Titterton M, BF. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los Trópicos. FAO, Roma. : Mannetje - Serie Estudios FAO. Producción y protección vegetal. 189; 2001. p. 53 - 56.
7. Arango Builes A. revista lasallista de investigación no. 1. [Online]; 2004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168644596000253>.
8. Serna de León J. revista lasallista de investigación vol. No.1. [Online]; 2004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168644596000253>.
9. Miranda Choque F, Hernández T. Conservación de pastos y forrajes en el antiplano. , INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA.
10. Kayouli Chedly SL. ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. [Online].; 2001.. Disponible en: <http://www.fao.org/3/X8486S/x8486s08.htm>.
11. Henderson N. Animal Feed Science and Technology. Silage additives. 1993;; p. 35-56.

12. Tamara C. grupo gamma. [Online]; 2015. Acceso 29 de agosto de 2019. Disponible en: <https://www.grupogamma.com/nutrientes-que-son-donde-están-para-que-sirven/>.
13. definicion abc. [Online]; 2010. Acceso 29 de agosto de 2019. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/composicion.php>.
14. Julian P. definicion, de. [Online]; 2012. Acceso 29 de agosto de 2019. Disponible en: <https://definicion.de/residuo/>.
15. Alberto v. el ensilaje , que es y para que sirve¿. madrid .pp.1-20.
16. Perdomo E. Bioline international. [Online]; 2001. Disponible en: <http://www.bioline.org.br>.
17. Espinoza F. revista carabobo pecuario. [Online]; 2000. Disponible en: <http://www.bioline.org.br>.
18. Gonzales T. repositorio agraria de la selva. [Online]; 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/computron/Downloads/ZTC2016008.pdf>.
19. Rodriguez M. Universidad de el salvador. [Online]; 2017. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13120/1/Evaluaci%C3%B3n%20del%20potencial%20energ%C3%A9tico%20del%20zacate%20%E2%80%9CKING%20GRASS%E2%80%9D%20\(Pennisetum%20purpureum\),%20en%20El%20Salvador.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13120/1/Evaluaci%C3%B3n%20del%20potencial%20energ%C3%A9tico%20del%20zacate%20%E2%80%9CKING%20GRASS%E2%80%9D%20(Pennisetum%20purpureum),%20en%20El%20Salvador.pdf).
20. Pablo Andrés Chacón-Hernández. CFVR. agronomía mesoamericana. [Online].; 2010.. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n02_267.pdf.
21. Morga J. universidad autonoma agraria "Anthonio Narro". [Online]; 2013. Disponible en: [http://repositorio.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1269/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20PI%20DIA%20\(Ananas%20comosus\)%20\(L\)%20Merr.EN%20EL%20SUR%20DE%20MEXICO.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1269/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20PI%20DIA%20(Ananas%20comosus)%20(L)%20Merr.EN%20EL%20SUR%20DE%20MEXICO.pdf?sequence=1).
22. Peña S. CIESTAMM.UACH. [Online]; 1996. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1758/S338174D974T_es.pdf;jsessionid=A277A09D5347CF3EF7FB703604D28243?sequence=1.
23. Mora V. repositorio uteq. [Online].; 2018.. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35976/1/TESIS%20Gs.%20320%20-%20Prop%20elaborac%20harina%20base%20cascara%20pi%C3%B1a.pdf>.
24. Lucia V. repositorio ug. [Online]; 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35976/1/TESIS%20Gs.%20320%20-%20Prop%20elaborac%20harina%20base%20cascara%20pi%C3%B1a.pdf>.

25. Oscar C. repositorio uteq. [Online]; 2016. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1301/1/T-UTEQ-0031.pdf>.
26. Jorge E. universidad de costa rica. [Online]; 2014. Disponible en: [file:///C:/Users/computron/Downloads/Dialnet-CaracteristicasNutricionalesDeLaCascaraDePinaEnsil-5166298%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/computron/Downloads/Dialnet-CaracteristicasNutricionalesDeLaCascaraDePinaEnsil-5166298%20(1).pdf).
27. Murillo O. ficha tecnica industrializacion de la piña (ananas comosus). costa rica.
28. Andres V. repositorio lasalle. [Online].; 2016.. Disponible en: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20813/13081034_2016.pdf?s.
29. Garces Molina A. revista lasallista de investigacion vol.1. [Online]; 2004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168644596000253>.
30. Berrio Roa L. revista lasallista de investigacion vol.1. [Online]; 2004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168644596000253>.
31. Giseela C. repositorio UCE. [Online].; 2017.. Disponible en: <file:///C:/Users/computron/Downloads/T-UCE-0004-08.pdf>.
32. significados. ph. [Online]; 2019. Disponible en: <https://www.significados.com/ph/>.
33. balarezo ceb. universidad tecnica de machala. [Online]; 2014. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1600/7/CD00011-TESIS.pdf>.
34. navarro j. definicion abc. [Online]; 2017. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/ciencia/propiedades-organolepticas.php>.
35. diaz eeg. alisis comparativo de las propiedades organolepticas. [Online]; 2007. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1029_Q.pdf.
36. Padillas Porras m. caracterizacion de compuestos volatiles en jugos pulposos y clarificados de frutas de exportacion. costa rica.
37. Brenes. calidad de la fruta de piña. costa rica.
38. INIAP. DAMd. Estacion experimental Tropical Pichilingue. [Online]; 2019. Acceso 13 de Juliode 2019. Disponible en: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>.
39. FAO,OMS. Comisión del Codex Alimentarius [. 1999;; p. 85.
40. Wangness My. MAXIMUM FORAGE FOR DAIRY CATTLE. 1981; 65:1.
41. F G. caracteriticas nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. 2003; 27(1)(79-89).

42. Herrera L. valoracion nutricional de los rastrojos de piña como alternativa forrajera de bajo costo para la alimentacion de ganado. 2008;(106p).
43. Harmond B. ensiled broiler litter and com forage. 1975; 49(32-38).
44. Rojas A. uso de desechos agroindustriales en la alimentacion del ganado lechero udlp. 1996;(25p).
45. Moreno A. evaluacion de ensilajes de pasto panama para la alimentacion de vacas de doble proposito. 1977;(98p).
46. Cunha M. conservacao e utilizacao do residuo de abaxi na alimentacao de ovinos no curimatau ocidental de paraiba. 2009; 3(3)(55-62).
47. Rojas-Bourillon A. conceptos basicos en nutricion en rumiantes. 1995; 20(4)(518-525).
48. Jung HGyKPV. influence of lignin on diistibility of forage cell wall material. 1986; 62(1703-1712).
49. junior JE. consumo de digestibilidade de subproductos do processamento de frutas em ovinos. 2005; 34(659-669).
50. sánchez JM,HS. estimacion de la calidad nutricional de los forrajes del cantón san carlos. 1998; 4(1)(7-19).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos de análisis de varianza.

Anexo 1. *Análisis de varianza de H del ensilaje de pasto king grass e inclusión del rechazo de pulpa de piña.*

F.V.	SC	Gl	CM	F. cal.	p-valor
Tratamiento	2467,04	7	352,43	474,03	<0,0001
Error	23,79	32	0,74		<0,0001
Total	2490,83	39			

Anexo 2. *Análisis de varianza de MI del ensilaje de pasto king Grass en inclusión del rechazo de la pulpa de piña.*

F.V.	SC	Gl	CM	F. cal.	p-valor
Tratamiento	2467,04	7	352,43	474,03	<0,0001
Error	23,79	32	0,74		<0,0001
Total	2490,83	39			

Anexo 1. *Análisis de varianza de PB del ensilaje de pasto king Grass en inclusión del rechazo de la pulpa de piña .*

F.V.	SC	Gl	CM	F. cal.	p-valor
Tratamiento	53,11	7	7,59	16,94	<0,0001
Error	114,33	32	0,45	16,94	<0,0001
Total	67,44	39			

Anexo 4. *Análisis de varianza de FDA del ensilaje de pasto king grass en inclusión del rechazo de la pulpa de piña.*

F.V.	SC	Gl	CM	F. cal.	p-valor
Tratamiento	1980,57	7	282,94	46,17	<0,0001
Error	196,12	32	6,13	46,17	<0,0001
Total	2176,44	39			

Anexo 5. *Análisis de varianza de FDN del ensilaje de pasto king Grass en inclusión del rechazo de la pulpa de piña .*

F.V.	SC	Gl	CM	F. cal.	p-valor
Tratamiento	5917,4	7	845,34	120,16	<0,0001
Error	225,12	32	845,34	120,16	<0,0001
Total	6142,52	39			

Anexo 6. *Análisis de varianza de EN del ensilaje de pasto king grass en inclusión del rechazo de la pulpa de piña .*

F.V.	SC	Gl	CM	F. cal.	p-valor
Tratamiento	39,7	7	5,67	4054,28	<0,0001
Error	0,04	32	5,67	4054,28	<0,0001
Total	39,74	39			

Anexo 7. *Actividades desarrolladas en la investigación.*



a. Recolección y corte del pasto.



b. Traslado de la piña



c.Ensilajes.



d. Rotulación de ensilajes.

Anexo 8.*Apertura del silo.*



Anexo 9. *Análisis en el laboratorio de ceniza.*



a. Colocacion de muestras en crisoles



b. colocacion de las muestras dentro de la Estufa

Anexo 10 .*Análisis en el laboratorio de FDN Y FDA*

