



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNICA**

Unidad de Integración Curricular  
Previo a la Obtención del Título de  
Ingeniera Zootécnica

**Título de la Unidad de Integración Curricular**

Degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

**AUTOR**

Jiménez Pincay Kerly Estefanía

**Tutor de la unidad de integración Curricular**

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra

Quevedo – los Ríos – Ecuador

**2022**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CENSO DE DERECHO**

Yo, **Jiménez Pincay Kerly Estefanía**, declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo; puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

**Jiménez Pincay Kerly Estefanía**

**Autor**

# **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**


El suscrito, Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Jiménez Pincay Kerly Estefanía, realizó la Unidad de Integración Curricular, Proyecto de investigación titulado, “**DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *IN SITU* DE UNA MEZCLA DE ENSILAJES DE MAÍZ FORRAJERO (*ZEA MAYS*) Y RESIDUO DE BANANO VERDE (*MUSA PARADISIACA*) EN DIFERENTES PROPORCIONES EN UNA DIETA BASE.**”. Previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra**  
**TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

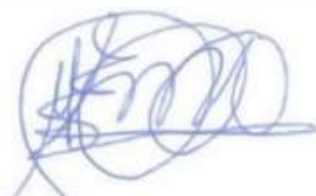
Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, El suscrito, **Dr. Ítalo Espinoza Guerra**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base**”, de autoría del estudiante de la Carrera de Ingeniería Zootécnica, **Kerly Estefanía Jiménez Pincay** , certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 9%, el requerimientos académicos establecidos.



The image shows a screenshot of the Curiginal report interface. At the top left is the Curiginal logo. Below it is the section 'Document Information' with a table of details. At the bottom of the screenshot is the section 'Sources included in the report'.

Document Information	
Analyzed document	Jiménez Pincay Kerly Estefania urkund.docx (D141126238)
Submitted	6/24/2022 5:44:00 AM
Submitted by	ITALO ESPINOZA
Submitter email	iespinoza@uteq.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	iespinoza.uteq@analysis.arkund.com

Sources included in the report



---

Dr. Zoot. Ítalo Espinoza Guerra.

**DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNICA**

**UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Título**

**“Degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base”**

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

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

M. Sc. Guido Álvarez Perdomo

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Emma Torres Navarrete

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Dr. Adolfo Sánchez Laiño

Quevedo- Los Ríos-Ecuador

2022

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, en primer lugar, ya que sin estar en caminata a las buenas enseñanzas tal vez no esté cumpliendo el sueño que tenían mis padres para mí, verme convertida en una profesional. esta parte tan importante de mi vida se la agradezco a mi mamá **Maritza Pincay Sanches**, a mi papá **Jorge Jiménez Muñoz**, aunque ya no está entre nosotros para verme cumplir este sueño fue el que más me impulsó hacerlo y por quien quise lograrlo.

Agradezco a mis hermanas que siempre han estado ahí a mi lado con su apoyo tanto moral y económico **Mariana Jiménez Pincay** y **María Elena Jiménez Pincay**, han sido el bastón donde he podido sostenerme. A mi esposo **Ronald Corrales Ortiz**, por ser constante y ser parte de mi desarrollo profesional dándome el apoyo moral que necesitaba cuando quería dejar la carrera por que sentía que no podía.

Y no obstante agradezco a mi tutor el **Doctor. Ítalo Espinoza Guerra** por su apoyo y verme aceptado como parte de su grupo de investigación, logrando cumplir con mi proceso de formación para cumplir con el proyecto investigativo, a **la Ing. Alexandra Barrera** por su aporte en la elaboración y formación del documento, por el tiempo y paciencia que me tuvo como estudiante, y claro a la Ing. Lourdes (Laboratorista), Ing. Erick (Laboratorista) y al Ing. Zapatier (laboratorista), ya que sin ellos esto no se hubiese dado.

---

**Jiménez Pincay Kerly Estefanía**

**Autor**

## **DEDICATORIA**

Este logro va dedicado a mi papá, Jorge Eleuterio Jiménez Muñoz, que donde se encuentre quiero que sepa, que lo logre y hoy en día podría sentirse orgullo de mí lo cumplí papito soy una profesional como tu querías. A mi mamá Maritza Marisol Pincay Sánchez por ser parte del proceso y estar en todo momento este título alcanzado es para ustedes.

---

**Jiménez Pincay Kerly Estefanía**

**Autor**

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO 1 .....	14
I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. Problema de Investigación .....	15
1.1.1.Planteamiento del Problema.....	15
1.1.2.Formulación del problema .....	15
1.2. Objetivos .....	16
1.2.2.Objetivos específicos. ....	16
1.3. Justificación.....	17
II. MARCO CONCEPTUAL Y REFERENCIAL.....	18
2.1. Marco conceptual.....	19
2.2. Marco referencial. ....	21
2.2.1.Dieta .....	21
2.2.3.El ensilado.....	21
2.2.3.1.Proceso de ensilar. ....	21
2.2.4.Proceso de ensilar.....	23
2.2.5.Banano.....	23
2.2.5.1. Residuos de banano. ....	24
2.2.6.Proceso de degradabilidad in situ.....	24
2.2.7.Digestibilidad. ....	24
CAPITULO 3 .....	25
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.2. Tipo de investigación. ....	26
3.3. Método de investigación.....	27
3.4. Fuente de recopilación de información .....	27
3.5. Diseño de la investigación.....	27



3.6. Esquema del análisis de varianza. ....	28
3.7. Descripción del experimento. ....	28
3.7.1. Esquema del experimento.....	29
3.8. Instrumento de la Investigación.....	30
3.8.1. Variables evaluadas. ....	30
3.8.3. Materia orgánica.....	31
3.9. Procedimiento del experimento. ....	31
3.10. Recursos Humanos y Materiales. ....	33
3.10.1. Recursos humanos. ....	33
3.10.2. Materiales e insumos. ....	33
3.10.3. Materiales utilizados en el campo .....	33
CAPITULO 4. ....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1.1. Degradabilidad in situ de las dietas (DIMS). ....	36
4.2. Cinética ruminal in situ de la materia seca. ....	37
4.3. Degradabilidad ruminal in situ de la materia orgánica (DIMO). ....	38
4.4. Cinética ruminal in situ de la materia orgánica .....	39
CAPITULO 5 .....	41
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN.....	41
5.1. Conclusiones.....	42
5.2. Recomendaciones. ....	43
CAPÍTULO 6 .....	45
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	45
6.1. Bibliografía. ....	46
CAPITULO 7 .....	50
VII. ANEXOS.....	50

7.1. Anexos .....	51
Anexo 1. Proceso de picado. ....	51
Anexo 2. Proceso de ensilado.....	51
Anexo 3. Apertura de silos .....	51
Anexo 7. Secado de ensilaje en estufa.....	52
Anexo 8. Molienda de ensilaje de maiz.....	52
Anexo 9. Ensilaje de maiz molido a 1 micra.....	52
Anexo 11. Pesado de la formula.....	52
Anexo 12. Muestras para colocar en el rumen .....	52
Anexo 13. Malla usada para colocar las bolsas de nylon dentro del rumen.....	53
Anexo 14. Colocacion de bolsas de nylon en el rumen.....	53
Anexo 15. Retiro de bolsas de nylon a las 72 horas.....	53
Anexo 16. Bolsas en proceso de eliminación de exceso de agua. ....	53
Anexo 17. Bolsas de nylon colocadas en esrufa para ser secadas. ....	53
Anexo 18. Toma de muestras para obtener MS y MO .....	53

## **Índice de Tablas**

Tabla 1. Condiciones meteorológicas del cantón Mocache, provincia de Los Ríos. ....	26
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza .....	28
Tabla 3. Dietas experimentales de la degradabilidad y cinética ruminal in situ .....	28
Tabla 4. Dieta experimental en la degradabilidad y cinética ruminal. ....	29
Tabla 5. Degradabilidad ruminal in situ de MS.....	37
Tabla 6. Indicadores de la degradabilidad y cinética ruminal in situ de MS.....	38
Tabla 7. Degradabilidad y Cinética ruminal in situ de la materia orgánica (MO). ....	39
Tabla 8. Indicadores de la cinética ruminal in situ de la MO .....	40

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	Degradabilidad y cinética ruminal <i>in situ</i> de una mezcla de ensilajes de maíz forrajero ( <i>Zea mays</i> ) y residuo de banano verde ( <i>musa paradisiaca</i> ) en diferentes proporciones en una dieta base.			
<b>Autor:</b>	Jiménez Pincay Kerly Estefanía			
<b>Palabras clave:</b>	Toretos	Microorganismos ruminales	Dinámica de degradación	Residuos agroindustriales
<b>Fecha de publicación</b>	2022			
<b>Editorial:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo			
<b>Resumen:</b>	<p>En las diferentes producciones agropecuarias se maneja la alimentación, con suplementos como libre pastoreo. Los alimentos concentrados ofertan las necesidades nutricionales durante los 365 días del año, y no se lograría si dependiera la alimentación solo de los pastos. Por tanto, el objetivo fue determinar la degradabilidad y cinética ruminal <i>in situ</i> del ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base. Los tratamientos fueron T1, ensilaje de maíz 50% RB 0%; T2 ensilaje de maíz 45% RB 5%; T3 ensilaje de maíz 40% RB 10%; T4 ensilaje de maíz 35% RB 15% y T5 ensilaje de maíz 30% RB 20%. Se aplicó un DBCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones y las diferencias de las medias se utilizó. Tukey Se recolecto el material a ensilar a los 90 días de edad (Etapa Vegetativa V8). Se utilizaron residuos de banano verde, polvillo de arroz, pasta de soya y sales minerales. El proceso de fermentación anaeróbica duro 30 días, las muestras secadas en una estufa con aire forzado a 65°C por 48 horas, se molió en un molino Thomas Willy con criba de 2 mm. Se desecó en estufa a 65 °C por 48 h. La DISMS y la DISMO se utilizó bolsa de nylon en cuatro bovinos castrados y fistulados del rumen. Para cada corrida se utilizaron siete bolsas de nylon 10 x 21 cm y 53 mm de tamaño de poro, con 10 g de muestra molida, con 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. Los parámetros de degradabilidad ruminal <i>in situ</i> de la materia seca y orgánica del ensilaje de maíz forrajero con residuos de banano verde, es una alternativa viable utilizando el 20% de debido a la dinámica de degradación ruminal de la MS y MO. La digestibilidad <i>in situ</i> de MS y MO se incrementó con el 20% de inclusión de este residuo con una degradación efectiva del 57,23 y 57,05% en una tasa de pasaje k 0.02</p>			
<b>Descripción</b>	45hojas: dimensiones 21x29,7 cm +CD-ROM			
<b>URI:</b>				

## RESUMEN

En las diferentes producciones agropecuarias se maneja la alimentación, con suplementos como libre pastoreo. Los alimentos concentrados ofertan las necesidades nutricionales durante los 365 días del año, y no se lograría si dependiera la alimentación solo de los pastos. Por tanto, el objetivo fue determinar la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* del ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base. Los tratamientos fueron T1, ensilaje de maíz 50% RB 0%; T2 ensilaje de maíz 45% RB 5%; T3 ensilaje de maíz 40% RB 10%; T4 ensilaje de maíz 35% RB 15% y T5 ensilaje de maíz 30% RB 20%. Se aplicó un DBCA con cinco tratamientos y cuatro repeticiones para las diferencias de las medias se utilizó Tukey ( $P>0,05$ ). Se recolectó el material a ensilar a los 90 días de edad (Etapa Vegetativa V8). Se utilizó residuos de banano verde, polvillo de arroz, pasta de soya y sales minerales. El proceso de fermentación anaeróbica duro 30 días, las muestras secadas en una estufa con aire forzado a 65°C por 48 horas, se molió en un molino Thomas Willy con criba de 2 mm. Se desecó en estufa a 65 °C por 48 h. Para DISMS y la DISMO se utilizó bolsa de nylon en cuatro bovinos castrados y fistulados del rumen. Para cada corrida se utilizaron siete bolsas de nylon 10 x 21 cm y 53 mm de tamaño de poro, con 10 g de muestra molida, con 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. La digestibilidad *in situ* de MS y MO se incrementó con el 20% de inclusión de este residuo con una degradación efectiva del 57,23 y 57,05% en una tasa de pasaje (k 0.02).

Los parámetros de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca y orgánica del ensilaje de maíz forrajero con residuos de banano verde, es una alternativa viable utilizando el 20% de debido a la dinámica de degradación ruminal de la MS y MO.

Palabras clave: residuos agroindustriales, microorganismos ruminales, dinámica de degradación, toretes.

## ABSTRACT

In the different agricultural productions, feeding is managed with supplements such as free grazing. Concentrated feeds provide the necessary nutritional needs during 365 days of the year, and this would not be achieved if feeding depended only on pasture. Therefore, the objective was to determine the in situ degradability and ruminal kinetics of forage corn silage and green banana residue in different proportions in a base diet. The treatments were T1, corn silage 50% RB 0%; T2 corn silage 45% RB 5%; T3 corn silage 40% RB 10%; T4 corn silage 35% RB 15% and T5 corn silage 30% RB 20%. A DBCA was applied with 5 treatments and 4 replications and Tukey was used for the differences of the means. The material to be ensiled was harvested at 90 days of age (vegetative stage V8). Green banana residues, rice dust, soybean paste and mineral salts were used. The anaerobic fermentation process lasted 30 days, the samples were dried in an oven with forced air at 65°C for 48 hours, and ground in a Thomas Willy mill with a 2 mm sieve. It was dried in an oven at 65 °C for 48 hours. DISMS and DISMO was used nylon bag in four castrated and rumen fistulated cattle. For each run, seven 10 x 21 cm and 53 mm pore size nylon bags with 10 g of ground sample were used at 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours. The in situ digestibility of DM and OM increased with 20% inclusion of this residue with an effective degradation of 57.23 and 57.05% at a passage rate (k 0.02).

The in situ rumen degradability parameters of dry and organic matter of forage corn silage with green banana residues, is a viable alternative using 20% of dry and organic matter due to the dynamics of rumen degradation of DM and OM

Key words: agro-industrial residues, ruminal microorganisms, degradation dynamics, bulls.

## INTRODUCCIÓN

Las granjas de pequeña y gran escala representan el 19% y 12% de obtención mundial en carne y leche equitativamente, las granjas de los rumiantes de doble propósito en las regiones tropicales de América latina forman componentes de organización logrando ser la clave en técnicas de seguridad, suministro, acceso y duración alimentaria (1) En el Ecuador las producciones ganaderas de carne se constituyen por pastizales que van desde praderas naturales a pastizales de inclusión donde interviene la mano del hombre (2). Sin embargo, los pequeños productores viven en el umbral de la pobreza y siendo marginados por el gobierno y las instituciones indicadas a proteger a los ganaderos con menos posibilidades, ya que se encuentran en un sistema ecológico frágil, pero con gran impacto en el ambiente, por lo cual mitiga los efectos de gases invernadero, al no utilizan productos externos (1).

En las diferentes producciones agropecuarias se maneja la alimentación, con suplementos como libre pastoreo. Los alimentos concentrados tienen como ventaja ofertar las necesidades nutricionales durante los 365 días del año, lo cual no se lograría si dependiera la alimentación solo de los pastos por la baja carga de alimento verde que se da en la temporada de verano (2). Dentro de los programas de producción animal, existen carencias, por la falta de conocimientos de los productores, al no saber que se puede guardar alimento para las temporadas de sequía. Lo cual se puede aprovechar al máximo las temporadas de lluvias donde la producción de alimento verde está por el 80% mientras que en verano alcanza al menos el 20% de producción a nivel nacional, siendo mayormente perjudicadas las zonas tropicales, amazónicas y costa de nuestro territorio ecuatoriano (3).

Los productores de ganado doble propósito logran predominar como modelo dominante en los países pobres de América latina, con características diferenciadas que logran enfrentar los cambios climáticos y los cambios económicos (1). El uso de cáscaras de las cosechas de gramíneas para alimentación humana y de los subproductos de las agroindustrias son utilizadas hoy en día como alimento para animales de corral, siendo estratégico y económico para los productores más pobres logrando una soberanía alimentaria de manera sostenible. Sin embargo, muchos productores desconocen los métodos de conservación de alimento, entre otras estrategias como ensilar comida para las temporadas de escasas (3).

## **CAPITULO 1**

### **I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de Investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

El presente trabajo de investigación se logró plantear por el escaso alimento que hay en las fincas ganaderas dentro del Ecuador. En especial en la temporada de verano cuando la sequía ataca las costas con ausencia de lluvias, solo cosechando el 20% de alimento verde ya que el 80% se da en temporada invernal, donde los forrajes crecen de manera abundante y este incluso se logra perder entre praderas por lo cual los productores desconocen de técnicas económicas como el ensilado que sirve para guardar el alimento y poderlo distribuir a los animales en tiempos de hambruna (4).

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Cuál será el efecto que tendrá la inclusión de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano (*Musa paradisiaca*) en la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de una dieta base?

### **Sistematización del problema**

- ¿Qué resultado genera la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) de las dietas formuladas con ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuo de banano (*Musa paradisiaca*) con diferentes niveles de inclusión?
- ¿Qué resultado genera la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica (MO) de las dietas formuladas con ensilaje de maíz (*Zea mays*) y residuo de banano (*Musa paradisiaca*) con diferentes niveles de inclusión?
- ¿Cuál es la relación de la Cinética ruminal *in situ* de MS y MO del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano (*Musa paradisiaca*) en diferentes niveles de inclusión en una dieta base?



## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Evaluar la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuo de banano (*Musa paradisiaca*) en estado verde en diferentes proporciones en una dieta base

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Determinar los parámetros de la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes niveles en una dieta base.
- Establecer los parámetros de la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica (MO) de una dieta formulada a base de maíz forrajero (*Zea mays*) con residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.
- Evaluar los parámetros de cinética ruminal *in situ* de MS y MO de una dieta base con la inclusión de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuo de banano verde (*Musa paradisiaca*).

### **1.3. Justificación.**

Los animales de producción de doble propósito (carne y leche respectivamente), basan su alimentación en forrajes ricos en fibra, por lo cual es necesario determinar el contenido nutricional de los mismos, con el fin de poder estimar los nutrientes, vitaminas y minerales que se le otorga en cada porción. Frente a las escasas de fuentes de alimento en las ganaderías de la costa ecuatoriana, se realizó la presente investigación, en la cual se logró determinar la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de una dieta base la cual se formuló con ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) incluyendo residuo de banano en estado verde (*Musa paradisiaca*). Donde se logró cumplir con los requerimientos nutritivos que exigen rumiantes en proceso de engorde, y así lograr suplementar de manera óptima ganado mayor y menor (4).

Con el presente trabajo investigativo los productores ganaderos podrán aprovechar al máximo, los residuos de maíz y la sobre producción en las temporadas de lluvias y de la misma manera aprovechar el banano convirtiéndolo en harina y poder guardarlo para luego alimentar a los animales, y así lograr bajar los costos de producción.

**CAPITULO 2**  
**II. MARCO CONCEPTUAL Y REFERENCIAL**

## **2.1. Marco conceptual.**

### **2.1.1. Dieta**

El termino dieta se lo relaciona con el conjunto de alimentos que son ingeridos por el animal, donde estos son analizados para conocer su composición nutricional y de acuerdo con ellos saber cuánto se debe ofrecer al animal y con qué frecuencia distribuir suplemento (5).

### **2.1.2. Ensilaje**

El ensilaje se prepara mediante técnicas adecuadas donde su propósito es conservar los alimentos (6). Donde interviene la fermentación de carbohidratos solubles del forraje ensilado, por medio de bacterias fermentativas que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. Por otro lado, el ensilado como producto final se mantendrá estable durante largo tiempo a través de la acidificación (7).

### **2.1.3. Banano**

La disponibilidad de los residuos de banano no tiene un precio comercial, por lo cual es una fuente sustentable de materia prima, lo cual no es consumida por el ser humano y por ello se lo considera como alternativas alimentarias en las producciones pecuarias. El banano que no se selecciona para exportación se lo destina a quema en el aire libre, por aquel motivo se lo utiliza para alimento, logrando solucionar un problema ambiental y logrando representar una bioeconomía al ser aprovechado por los productores de los animales de corral (8).

### **2.1.4. Residuo**

El residuo se le emplea aquellos productos que no poseen valor comercial, por lo cual es inusual conseguirlo, por lo que se obtienen bajas cantidades por ser el rechazo de alimento seleccionado, sin embargo algunos de los subproductos de baja proporción son de interés en la industria pecuaria. De acuerdo con técnicos y nutriólogos, el residuo es considerado como un desecho agrícola, que no tiene valor monetario ni uso en la industria alimentaria.

Sim embargo, los desechos son muy variados por la dependencia orgánica donde se aprovecha los componentes que pueden atribuir a la dieta animal (9).

#### **2.1.5. Maíz**

El maíz, es una gramínea de origen mexicano, con un crecimiento de forma recta con un ciclo vegetativo anual, y su desarrollo se da en suelos fértiles o semi fértiles. El maíz se lo está cultivando en todo el mundo y es manejado en la alimentación del hombre como en la del animal (10).

#### **2.1.6. *In situ***

La técnica *in situ* consiste en colocar bolsas Nylon en el rumen del animal (bovino) fistulado, donde se obtendrá el grado de degradabilidad (11).

#### **2.1.7. Degradabilidad**

La degradabilidad *in situ* se la realiza para determinar la descomposición de forraje y lograr estimar la proporción de nutrientes en dicho alimento a degradar. (11)

#### **2.1.8. Cinética ruminal**

La cinética ruminal consiste en la degradación de la materia seca (MS), de nitrógeno (N), entre varios constituyentes, que se encuentran en la pared celular de los forrajes y se la describe por medio de modelos no lineales (12).

## **2.2. Marco referencial.**

### **2.2.1. Dieta**

Se denomina dieta a la cantidad de nutrientes que requiere el animal, para poder cumplir con sus funciones fisiológicas como comer, caminar, masticar, dormir entre otras funciones diarias. Las dietas se formulan principalmente por la cantidad de proteína y energía requerida (13).

### **2.2.2. Maíz para ensilar**

El maíz es un cultivo muy diverso, en varias partes del mundo existe una gran variabilidad de dicha planta, ya que se logra obtener un cruzamiento donde se obtienen híbridos del maíz. El ensilaje de forraje verde (maíz) es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales en un medio de anaerobiosis, por medio de la cual se puede obtener un alimento pala table y con un valor nutritivo similar al, forraje original. De manera que las ganaderías intensivas logren disponer de una mayor capital de trabajo (14).

### **2.2.3. El ensilado**

El ensilado es una técnica que consiste en almacenar los forrajes por medio de la fermentación microbiana, en la que se logra un estado, en el que se asemeja cuando está fresco el alimento. Los elementos nutritivos que contiene la célula vegetal y que libera parcialmente cuando muere, son empleados por bacterias lácticas y se transforman en ácido láctico. Este proceso logra que el pH descienda, evitando que otras bacterias perjudiciales se desarrollen (15)

#### **2.2.3.1. Proceso de ensilar.**

El ensilaje es utilizado para conservar forraje y subproductos agrícolas con un contenido alto en humedad referente a 60 – 70 %, por la cual se desarrolla por compactación, expulsión de

aire y desarrollo anaeróbico, donde las bacterias que acidifican y el forraje se desarrollará. Sin embargo, el valor nutritivo del producto final debe ser similar al forraje fresco. Sin embargo, se debe recordar que el uso de varios aditivos como la melaza puede mejorar el sabor del ensilaje (16).

- **Fase aeróbica:** dura pocas horas el oxígeno en la vegetación disminuye de forma acelerada, debido a la respiración del material vegetativo y por los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. Sin embargo, la actividad enzimática interviene por las enzimas vegetales como las carbohidrasas y las proteasas mientras que el pH se encuentre en un rango de 6,5 – 6,0 del forraje fresco (17).
- **Fase de fermentación:** esta fase inicia a la ausencia de oxígeno, provocando la fase anaeróbica, lo cual puede durar varios días e incluso semanas, y el tiempo será definido por el material vegetativo que se ensila (17).

#### **2.2.3.2. Ventajas**

Entre las ventajas que se tiene en el ensilado de forraje son las siguientes:

- Se puede almacenar alimento que no puede ser convertido en heno y su porcentaje de humedad son altos, por ello los subproductos y los restrosos entre otros, son ensilados en bolsas y tanques.
- Se logra guardar alimento de manera prologada y sin que esto afecte su composición (proteína, fibra, grasa, vitaminas y minerales)
- Se obtiene almacenar alimento en tiempos de abundancia, y distribuirlo en la sequía y de esa manera los animales tengan alimento durante todo el año. (18)

#### **2.2.3.3. Desventajas**

El ensilaje también posee desventajas, como

- El mal almacenamiento, que provocaría la pérdida del alimento.
- El no poseer cosechadora, provocaría un gasto monetario.
- Si se ensila en gran escala pago de mano de obra. (17)

## **2.2.4. Proceso de ensilar**

### **2.2.4.1. Picado**

En el proceso de picado, se demanda de personal con conocimiento y de máquinas que logren contribuir al momento de ensilar, para que este no sufra de ninguna alteración por aerobiosis. (19)

### **2.2.4.2. Tipo de silos**

Para lograr ensilar y obtener al final un alimento en buen estado se debe considerar el tipo de silo que se utilizara en el proceso.

- Bunker
- Trinchera
- Silo pack
- Torre, entre otros. (20)

En la realización de este trabajo investigativo se utilizó el Silo Pack, en el cual se utiliza bolsas color negro tipo industrial las cuales ayudan evitar que los rayos solares traspasen y provoques un daño al silo se recomienda tener a los silos tipo pack bajo sombra, evitar exceso de humedad y maltrato.

## **2.2.5. Banano**

El banano (*Musa paradisiaca*), es originario del sudoeste asiático, posiblemente Malasia, volviéndose con el correr de los años una fruta tropical, perenne. El banano que hoy conocemos, paso por múltiples transformaciones, de ser un fruto pequeño y de mucha semilla, al banano que tiene una característica sedosa y de gran tamaño (21). Mientras tanto, en la mayoría de fincas del trópico ecuatoriano donde la humedad relativa es del 92% reportado por (INIAP; 2022), en la zona de la provincia Los Ríos; Quevedo, el banano es usado como alimentó del diario por la población, y por ello es elevada la cantidad de residuos que deja este fruto, por esta razón los residuos en estado verde es usado como alimentó para los rumiantes de la región; sin embargo (Lee etl 2020) reporto en su investigación *Ensilajes y Subproductos agrícolas como opción a los pequeños campesinos* que



contiene un bajo contenido proteico y de fibra (22) al contrario de la energía la cual el animal necesita para realizar todas sus funciones básicas, como caminar, levantarse, comer, rumiar. (23)

#### **2.2.5.1. Residuos de banano.**

En las industrias bananera el residuo principal es su cáscara, la cual representa el 30% del peso del fruto; el destino de las cáscaras depende su uso agrícola y de su composición química. La cáscara de banano es rica en energía, fibra, proteínas, ácidos grasos poliinsaturados, potasio y aminoácidos esenciales. La fibra que tiene la cáscara de este fruto lo hace perfecto para ser agregado a la formulación de dietas para rumiantes ya que está compuesta por celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina (24).

#### **2.2.6. Proceso de degradabilidad *in situ***

La degradabilidad ruminal *in situ* se la realiza para poder obtener información de cómo se logra fraccionar los alimentos dentro del rumen del animal, el tiempo estimado que toma hacerlo y la porción que queda luego de horas de incubación estimadas (25).

#### **2.2.7. Digestibilidad.**

La digestibilidad se refiere al alimento que se pierde en el tracto digestivo por la acción de microorganismos del rumen. La digestión de los alimentos se la define como la porción exacta que no elimina el animal por medio del excremento. La digestión de gramíneas por parte de los rumiantes dependerá de la magnitud de fibra bruta que estos contengan esta incrementa con la edad creciente de los pastos. (26)

**CAPITULO 3**  
**III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización.

El trabajo se realizó en los laboratorios de rumiología y metabolismo nutricional que se encuentra ubicado en el campus experimental “La María”, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que pertenece a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). La cual se encuentra localizada en el kilómetro siete de la vía Quevedo- Empalme, entrada del cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador, la cual tiene las siguientes coordenadas geográficas: 01°,06’ de latitud sur y 79°,29’ de longitud oeste a una altitud de 73 msnm.

Las condiciones meteorológicas y zonas ecológicas en donde se ejecutará la investigación se exponen en la siguiente tabla1.

**Tabla 1. Condiciones meteorológicas del cantón Mocache, provincia de Los Ríos.**

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
Temperatura °C	24
Humedad relativa, %	92%
Precipitación anual. Mm	2223,78
Heliofanía, hora/luz/año	4380
Evaporación, promedio anual, %	114,54
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical
Topografía	Ligeramente ondulada

FUENTE: INIAP

### 3.2. Tipo de investigación.

En la presente investigación el trabajo fue realizado de forma experimental y exploratoria se manipuló diferentes tratamientos para establecer una excelente calidad en dietas donde su fórmula base fue formulada con ensilaje de maíz forrajero más residuos de banano verde. donde se trató con diferentes técnicas estadísticas con métodos de control y con la media estadística descriptiva donde se obtuvieron los datos obtenidos en el experimento.

### 3.3. Método de investigación

Se realizó, bajo el método de investigación experimental con determinación cuantitativa de la degradabilidad ruminal in situ y cinética ruminal de una base formulada con ensilaje de maíz forrajero en diferentes proporciones más residuos de banano (rechazo de banano en estado verde).

### 3.4. Fuente de recopilación de información

La información obtenida en la elaboración de este proyecto investigativo fue de fuentes primarias (trabajo y observación directa en los tratamientos y repeticiones), como fuentes secundarias se tomó (libros, tesis de grados, artículos científicos, revistas científicas, entre otras.) las fuentes de información que contribuyeron al desarrollo de la investigación.

### 3.5. Diseño de la investigación

En la determinación de la degradabilidad ruminal in situ se aplicó un diseño de bloque ANOVA, con cinco (5) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, en las que se estableció la diferencia de mediante la prueba de TUKEY ( $P \leq 0.05$ ). el modelo empleado es el diseño utilizado por los autores Cochran y Cox (1995) (27). El cual se lo detalla a continuación:

Modelo matemático:

$$Y_{(ij)} = \mu + t_i + \epsilon_{j(i)}$$

**Donde:**

$Y$  = es la variable de respuesta de interés

$\mu$  = promedio general de la población sobre la cual se está trabajando

$t$  = es la variación que se atribuye a los niveles del factor que se está evaluando (efecto de los tratamientos).

$\epsilon$  = es la variación de los factores no controlados (el error experimental).

$i = i$  -ésimo tratamiento

$j = j$  -ésima repetición de cada tratamiento

$\lambda(z)$  = es la variación de las unidades experimentales anidado en los tratamientos. (28).

### 3.6. Esquema del análisis de varianza.

El análisis de la degradabilidad se presenta en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2. Esquema de análisis de varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	
Tratamientos	t-1	4
Repeticiones	r-1	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
Total	t.r-1	19

### 3.7. Descripción del experimento.

La dieta base experimental que se utilizó en la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* es una mezcla de ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano en estado verde, en la que se aplicó diferentes porcentajes de dichos materiales y en la que se incorporó pasta de soya, polvillo de cono y sales minerales, los cuales se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Dietas experimentales de la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* con base de ensilaje de maíz forrajero y cascara de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.**

<b>Ingredientes</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
Ensilaje de maíz forrajero (%)	50	45	40	35	30
Residuo de banano verde (%)		5	10	15	20
Polvillo (%)	27	27	27	27	27
Pasta de soya (%)	20	20	20	20	20
Sales minerales (%)	3	3	3	3	3
TOTAL %	100	100	100	100	100

### 3.7.1. Esquema del experimento.

El esquema del experimento se presenta en la tabla 4.

**Tabla 4. Dieta experimental en la degradabilidad y cinética ruminal in situ a base de ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano en estado verde, en diferentes proporciones en una dieta base.**

<b>BLOQUES</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
<b>BLOQUE 1</b>	T1 Dieta1
	T2 Dieta2
	T3 Dieta3
	T4 Dieta4
	T5 Dieta5
<b>BLOQUE 2</b>	T1 Dieta1
	T2 Dieta2
	T3 Dieta3
	T4 Dieta4
	T5 Dieta5
<b>BLOQUE 3</b>	T1 Dieta1
	T2 Dieta2
	T3 Dieta3
	T4 Dieta4
	T5 Dieta5
<b>BLOQUE4</b>	T1 Dieta1
	T2 Dieta2
	T3 Dieta3
	T4 Dieta4
	T5 Dieta5

### 3.8. Instrumento de la Investigación

De acuerdo con instrumentos de la investigación, se analizó el efecto de las siguientes variables que se redactarán a continuación.

#### 3.8.1. Variables evaluadas.

##### 3.8.1.1. Degradabilidad Ruminal In Situ

Se determinó la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS), Materia Orgánica (MO) de cada tratamiento en siete diferentes tiempos de incubación con siguiente fórmula.

$$DIS_{MS;MO;MI}(\%) = \frac{M_{pre} - M_{post}}{M_{pre}} \times 100$$

Donde:

$DIS_{MS;MO;MI}$  (%) = porcentaje de degradación in situ de la MS y MO

$M_{pre}$  = Materia pre-incubada.

$M_{post}$  = Materia pots-incubada.

##### 3.8.1.2. Cinética de la degradabilidad ruminal *in situ*.

Para obtener la cinética ruminal se utilizó el sistema funcional de SOLVER con la resolución de GNG NONLNEAR de la página de cálculo de Microsoft EXCEL, con la siguiente ecuación.

$$DMES = a + [(b \times c) / (c + k)]$$

Donde se utilizó a los tratamientos como efecto fijo, y las medias de los mínimos cuadrados se compararon con la prueba de TUKEY en el programa de INFOSTAT. Donde las medias de comparación de los mínimos fueron los tiempos de incubación, y el efecto de la significancia estadística se la midió con el ( $P < 0,05$ ) por medio de la prueba de Tukey.

### 3.8.2. Materia seca.

La materia seca se logra determinar por la diferencia de peso, donde el porcentaje de cada tratamiento se diferencia antes y después de la incubación, donde las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado en temperatura de 65° C por 48 horas. Para los cálculos de la degradabilidad se usó la siguiente formula.

$$\text{Materia seca (\%)} = 100 - H$$

### 3.8.3. Materia orgánica

La materia orgánica (MO) se la comprueba mediante un análisis gravimétrico para conocer la cantidad de mineral de los tratamientos evaluados utilizando la siguiente formula.

$$\text{MO} = (100 - \text{cenizas}).$$

#### 3.8.3.1. Materia inorgánica

Ceniza- el análisis químico proximal (AQP) se ejecuta de acuerdo con el método de la incineración en seco en una mufla con temperatura de 600°C, el porcentaje obtenido se lo emplea mediante la siguiente formula.

$$\%MI = \frac{W_{MS} - W_{mcal}}{MS} \times 100$$

Donde:

% MI: Porcentaje de la materia inorgánica

%MO: Porcentaje de la materia Orgánica.

### 3.9. Procedimiento del experimento.

Para el experimento investigativo se recolectó material vegetativo maíz forrajero (*Zea mays*) con edad de 90 días. Luego se ensiló para lograr una fermentación anaeróbica en bolsas industriales de color negro para evitar la luz al maíz y este proceso de anaerobiosis duró 30 días. Posteriormente se tomaron muestras que fueron pesadas y secadas en una estufa de aire



forzado (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65°C durante 48 horas, en la cual se logró deshidratar, y posteriormente moler en un molino (Thomas Willy) con criba de 1mm, el cual se almacenó en fundas plásticas con su respectiva rotulación. El banano obtenido fue de rechazo de bananeras de la zona el cual fue picado a mano, secado por dos días al sol para lograr eliminar el exceso de líquido y mancha, luego se pesó y se mantuvo en una estufa de aire forzado (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) por 4 días a una temperatura de 65°C. consecutivamente se lo peso y se molió en un molino Thomas Willy con criba de 1mm, continuamente se realizó el tamizaje con un tamiz BS410/1923 con apertura 0,500 um al igual que se lo hizo con maíz molido. Luego se realizó la formulación de cinco (5) dietas donde se incluyó pasta de soya, polvillo de cono y sal mineral con pesos estándar, donde solo el maíz y el banano cambian de porcentaje en la dieta.

La degradación ruminal se la determinó usando cuatro bovinos castrados que se encuentran fistulados en el rumen con un peso vivo de 500 kg±. Las bolsas de nylon que se utilizaron tuvieron las medidas de 10 x 21 cm y 53 mm el tamaño del poro, y. Las bolsas de nylon fueron secadas en una estufa de aire caliente (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) por 48 horas a 65°C. seguidamente se procedió a pesar las bolsas en una balanza analítica, luego se pesaron los tratamientos los cuales serán de 10 gramos en cada bolsita de nylon, teniendo seis (6) horas de incubación (0,3,6,12,24,48,72 horas) un total de 280 bolsitas evaluándose 70 bolsitas en cada bovino Orskov y McDonald (1980) en el rumen (28). Dicha técnica se realiza por medio de la degradación del alimento colocado en las bolsas de nylon y situarlas en el rumen en diferentes horas de incubación, de esa manera obteniendo información del rango de fermentación, midiéndose la perdida de material vegetal en un tiempo determinado. (28).

La manera de en la que se logró, obtener resultados deseados fue colocando la séptima bolsita en la hora cero (0) sin incubar en el rumen, lavándola de la misma manera que las demás bolsas. Durante el proceso los animales fueron alimentados con pasto saboya al libre pastoreo y se controló por medio del veterinario de la UTEQ, consignando la seguridad de estos y evitando maltrato y sufrimiento animal. Luego de 3 días de incubación se retiraron las bolsitas del rumen del toro y se lavó con agua destilada hasta que estén totalmente limpias, se dejó eliminar el exceso de agua y continuamente se colocaron por dos (2) días en la estufa de aire caliente y fueron secadas a 65°C. el residuo que se obtuvo de la degradación

ruminal se calculó la pérdida de alimento, el contenido de materia seca (MS) y la materia orgánica (MO).

### **3.10. Recursos Humanos y Materiales.**

#### **3.10.1. Recursos humanos.**

- Director del proyecto de investigación: Ing. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, PhD.
- Estudiante y autora del proyecto de investigación: Kerly Estefanía Jiménez Pincay.

#### **3.10.2. Materiales e insumos.**

- Prensa hidráulica
- Balanza electrónica
- Estufa
- Molino.
- Balanza analítica
- Mufla
- Tamiz de 500 micrómetros
- Desecador
- 4 bovinos Brahman fistulados
- Tamizador de 0,500 mm.
- Cuchara para recolección de muestras
- Fundas zipper.
- 160 crisoles

#### **3.10.3. Materiales utilizados en el campo**

- 200 kg, de maíz forrajero
- 200 kg de residuo de banano.
- Torta de soya

- Polvillo de cono
- Sal mineral.
- 210 bolsas Ankon 10 x 5 cm.
- 25 bandejas de aluminio.
- 500 ligas.
- 1 rollo de funda.
- 1 marcador de tela
- 1 mandil
- Guantes quirúrgicos
- Pinzas

**CAPITULO 4.**  
**IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

## 4.1. Resultados y discusión.

### 4.1.1. Degradabilidad *in situ* de las dietas (DIMS).

La degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de una dieta base con ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) al 50, 45, 40, 35 y 30% respectivamente y con inclusión de residuo de banano (*Musa paradisiaca*) al 0, 5, 10, 15 y 20% proporcionalmente, mostró igual comportamiento a la 0 horas ( $p>0.05$ ), empero, desde las 3 hasta las 72 horas de incubación ruminal fue significativo ( $p<0.05$ ), prevaleciendo el T5 a base de 30% de ensilaje de maíz forrajero y 20% de residuo de banano verde, obteniendo incremento significativos en los 7 tiempos de degradación ruminal, seguido por el T4 (62,25%), T3 (61%), T2 (58,77%) y T1 (57,29%). Estas estimaciones obtenidas en el T5 indican que los nutrientes de estos son utilizados de forma inmediata por el microbiota ruminal (29,30).

Al analizar los valores de degradabilidad, se aprecia que cuando se incrementa los niveles de residuo de banano verde y se baja la proporción de ensilaje de maíz, disminuye la degradabilidad *in situ* de la materia seca, pues, a mayor cantidad de residuo de banano verde menor degradabilidad ruminal. En este sentido, el aprovechamiento de nutrientes por los microorganismos ruminales está relacionados con el potencial de los rumiantes para sostener niveles apropiados de producción y es un indicativo potencial del alimento para proveer nutrientes a la flora ruminal (31).

Los resultados obtenidos de la dieta base con porcentajes decrecientes del ensilaje de maíz (50, 45, 40, 35 y 30%) y niveles crecientes de residuo de banano (0, 5, 10, 15, 20%) con ingredientes con niveles estándares de polvillo de cono, pasta de soya y sal mineral, muestran una aceptable degradabilidad *in situ* de la materia seca. Es así como Vera *et al.* 2021 (32) indica que el sistema digestivo de los rumiantes que son alimentados con residuos de banano y ensilaje de maíz tuvo mayor degradabilidad a las 72 horas en el estudio de la Caracterización química y degradabilidad *in situ* de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. Sin embargo, López *et al.* 2016 (33) reporta en su investigación de composición y digestibilidad *in situ* de cáscara de banano y maíz colonizados con hongos indicó que la degradabilidad del banano es factible hasta el 20% y que en bajas cantidades

la cantidad de materia seca es óptima para la alimentación de bovinos en el proceso de engorde. Mientras, Reyes *et al.* (2017) (34) en su investigación de Cinética de la degradación ruminal *in vitro* de dietas con manzanilla y rastrojo de maíz en ovinos, indica que la inclusión de residuos agroindustriales en una alimentación de ensilaje de maíz logra mayor contenido de fibra. Por otro lado, reportes de Vera *et al.* (2020) (35) indican que al evaluar los residuos de Cavendish y orito como alimento alternativo para bovinos tuvieron su máxima degradación ruminal a las 96 horas con 58,73% (Cavendish) y 58,51% (orito), siendo una buena alternativa alimenticia ligada a la sobre disposición de los desperdicios sobre el medio ambiente, reduciendo costos de producción de alimento para este tipo de semoviente rumiante (36).

**Tabla 5. Degradabilidad ruminal in situ de MS de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.**

Tiempo de incubación (Horas)	T1 Dieta	T2 Dieta 45% ensilaje maíz 5% RB	T3 Dieta 40% ensilaje maíz 10% RB	T4 Dieta 35% ensilaje maíz 15% RB	T5 Dieta 30% ensilaje maíz 20% RB	EEM	CV (%)	P<
0	30,73 a	30,26 a	33,47 a	34,60 a	30,08 a	1.41	8.89	0.1393
3	31,65 b	33,73 ab	34,58 ab	36,69 a	36,42 a	0.98	5.65	0.0191
6	34,35 b	37,10 ab	37,31 ab	38,34 ab	41,93 a	1.52	8.06	0.0415
12	43,65 b	43,15 b	43,17 b	49,04 ab	51,95 a	1.49	6.46	0.0030
24	49,50 d	50,01 cd	53,44 bc	54,46 b	59,92 a	0.78	2.91	0.0001
48	55,14 c	56,46 c	57,88 bc	59,73 ab	62,38 a	0.71	2.45	0.0001
72	57,29 d	58,77 cd	61,00 bc	62,25 ab	64,44 a	0.56	1.84	0.0001

RB: residuo de banano; EEM: error estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; P< Probabilidad Promedio en cada fila con superíndice de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey  $p>0,05$ ).

## 4.2. Cinética ruminal *in situ* de la materia seca.

La cinética ruminal DIVMS a base de ensilaje de maíz con niveles de inclusión de residuo de banano verde en una dieta base (Tabla 6) no presenta significancia para la fracción soluble (a), obteniendo el mismo comportamiento en todos los tratamientos, posibilitando la rápida desaparición de la fracción potencialmente degradable (a+b) en los T3, T4 y T5 y superiores a T1 y T2, lo que demuestra la existencia de contenidos altamente fermentables con actividad degradativa por los microorganismos ruminales a partir de las 3 horas. Empero, el valor de

la fracción insoluble, pero potencialmente degradable (b) de la MS en el rumen contribuyó con la mitad de la fracción a+b para todos los tratamientos, con comportamientos similares. Se observó que la fracción “b” como “a+b” pierden resistencia al ataque microbiano del alimento en el rumen, pasando a ser digerido posteriormente al intestino.

**Tabla 6. Indicadores de la degradabilidad y cinética ruminal in situ de MS de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa. paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.**

Parámetros	T1 ensilaje de maíz 50% RB 0%	T2 ensilaje de maíz 45% RB 5%	T3 ensilaje de maíz 40% RB 10%	T4 ensilaje de maíz 35% RB 15%	T5 ensilaje de maíz 30% RB 20%	EEM	CV	VP
<b>A</b>	28,80 a	28,75 A	31,49 A	32,32 A	29,67 a	1.50	9.93	<0.3722
<b>B</b>	30,02 a	31,08 A	32,46 A	31,14 A	34,30 a	1.66	10.38	<0.4806
<b>C</b>	0,05 b	0,05 B	0,04 B	0,05 B	0,08 a	0.01	23.31	<0.0060
<b>a+b</b>	58,82 b	60,55 Ab	63,94 A	63,46 A	63,89 a	0.89	2.86	<0.0039
<b>DE</b>								
<b>k0.02</b>	49,57 d	51,14 Cd	53,26 bc	54,72 B	57,23 a	0.51	1.93	<0.0001
<b>k0.05</b>	43,18 c	44,30 C	46,11 bc	48,20 Ab	51,00 a	0.69	2.95	<0.0001
<b>k0.08</b>	39,84 c	40,67 C	42,50 bc	44,65 Ab	47,09 a	0.75	3.5	<0.0001

A: degradación de la fracción soluble (%). B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable (%). C: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. K tasa de pasaje al 0,02; 0,05 y 0,08

### 4.3. Degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica (DIMO).

Los resultados muestran una tendencia similar entre ellos (Tabla 7) de 0 a 6 horas y a las 72 horas, mostrando diferencias a las 12, 24 y 48 horas, donde se muestra que la MO consumida induce a una mayor degradación a estas horas. Pero, a las 72 horas la tendencia de degradación ruminal fue de 54,77 a 65,01% de desaparición de los materiales evaluados, sin significancia ( $p > 0.05$ ) manteniendo un comportamiento homogéneo en todos los tratamientos. Cabe indicar, que los contenidos en los componentes de la pared celular no imposibilitaron que las bacterias y los demás microorganismos de la flora ruminal realicen una eficiente digestión de estos elementos (37). Por otra parte, investigaciones indican excelentes resultados en monogástricos, pues, la inclusión con 20 y 40% de harina de banano orito verde en la dieta de cerdos en crecimiento mejoró los coeficientes de digestibilidad de

la MO, PB, EE, ELN y no afectó la digestibilidad de la EB en relación con la dieta control (38).

**Tabla 7. Degradabilidad y Cinética ruminal *in situ* de la materia orgánica (MO) de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.**

Tiempo de incubación (Horas)	T1Dieta 50% ensilaje maíz 0% RB	T2 Dieta 45% ensilaje maíz 5% RB	T3 Dieta 40% ensilaje maíz 10% RB	T4 Dieta 35% ensilaje maíz 15% RB	T5 Dieta 30% ensilaje maíz 20% RB	EEM	CV (%)	P<
0	32,42 a	29,15 a	38,78 a	33,31 a	37,21 a	2,37	13,87	0,0853
3	29,97 a	44,77 a	40,08 a	31,48 a	29,35 a	6,99	39,81	0,4563
6	33,90 a	40,35 a	38,53 a	41,13 a	45,66 a	3,40	17,02	0,2436
12	39,51 b	45,37 ab	50,53 a	46,48 ab	52,69 a	2,42	10,33	0,0200
24	46,31 b	49,94 ab	52,99 ab	61,66 a	57,16 ab	3,21	11,97	0,0405
48	54,90 c	56,10 bc	57,78 bc	60,43 ab	63,03 a	0,94	3,22	0,0003
72	61,17 a	56,72 a	54,77 a	61,08 a	65,01 a	2,35	7,86	0,0641

RB: residuo de banano; EEM: error estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; P< Probabilidad Promedio en cada fila con superíndice de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey p>0,05).

#### 4.4. Cinética ruminal *in situ* de la materia orgánica

En la tabla 8 se aprecia que las dietas con ensilaje de maíz forrajero y residuos de banano verde muestra en todos los tratamientos un moderado contenido de materia orgánica (MO), fracción que tiene influencia en la cantidad de sustrato disponible para la fermentación de las bacterias ruminales. En este sentido, la MO fue similar para la fracción soluble (a) fue similar en todos los tratamientos con valores desde un 28,80 a 32,32%, viabilizando la desaparición de la fracción potencialmente degradable (a+b) superior en el T3 (63,94%), T4 (63,46%) y T5 (63,89%) seguido del T2 (60,55%) demostrando un sustrato fermentable de manera creciente con diferencias de la actividad degradativa por los microorganismos ruminales a las 12 horas. Mientras, la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) de la MO en el rumen (Tabla 8) contribuyó con más de la mitad de la fracción a+b para todos los tratamientos, el mismo comportamiento tuvo el potencial de degradación ruminal “b”, pues, parte del suplemento se infiere que será digerido posteriormente en el intestino.

En cuanto a la tasa de degradación obtenida (2% a 7%), corresponde a alimentos de mediana calidad, mientras, las tasas de recambio ruminal muestra en 57,05% (k 0.02) estimado así un 20% de utilización de residuo de banano verde en la ración de rumiantes.



**Tabla 8. Indicadores de la cinética ruminal in situ de la MO de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.**

Parámetros	T1	T2		T3		T4		T5		EE	CV	VP	
	ensilaje de maíz 50% RB 0%	ensilaje de maíz 45% RB 5%	ensilaje de maíz 40% RB 10%	ensilaje de maíz 35% RB 15%	ensilaje de maíz 30% RB 20%	ensilaje de maíz 25% RB 25%	ensilaje de maíz 20% RB 30%	ensilaje de maíz 15% RB 35%	ensilaje de maíz 10% RB 40%				
<b>A</b>	30,30	a	28,23	a	35,59	a	29,36	a	31,33	a	2.01	12.99	0.1621
<b>B</b>	55,37	a	28,39	ab	24,35	b	34,17	ab	33,55	ab	6.05	34,39	0,0290
<b>C</b>	0,02	a	0,06	a	0,05	a	0,06	a	0,07	a	0,71	31,53	0,4335
<b>A+B</b>	85,66	a	56,62	a	59,94	a	63,54	a	64,88	a	7,11	21,50	0,0924
<b>DE</b>													
<b>k0.02</b>	51,08	b	51,40	ab	51,93	ab	55,01	ab	57,05	a	1,30	4,87	0,0260
<b>k0.05</b>	42,00	b	47,07	ab	46,94	ab	48,10	ab	50,39	a	1,48	6,32	0,0221
<b>k0.08</b>	38,56	a	44,52	a	44,39	a	44,14	a	46,48	a	1,86	8,53	0,0922

abcd Medias con letras diferentes entre filas diferentes ( $p < 0.05$ ). A: degradación de la fracción soluble (%). B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable (%). C: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. K tasa de pasaje al 0,02; 0,05 y 0,08.

**CAPITULO 5**  
**V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN**

## 5.1. Conclusiones.

- Los parámetros de la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes niveles en una dieta base, es una alternativa viable utilizando el 20% de inclusión de residuos de banano verde debido a la dinámica de degradación ruminal de la MS y de la MO.
- La digestibilidad *in situ* de MS y MO del ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano verde en diferentes proporciones de una dieta base se incrementó con el 20% de inclusión de banano verde con una degradación efectiva del 57,23 y 57,05% con una tasa de pasaje  $k$  0.02 para MS y MO, respectivamente
- Se evaluaron los parámetros de la cinética ruminal *in situ* de MS y MO de la dieta base formulada con ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y la inclusión de residuo de banano verde (*Musa paradisiaca*) donde la MO fue similar para la fracción soluble (a) siendo, similar en todos los tratamientos con valores desde un 28,80 a 32,32%, viabilizando la desaparición de la fracción potencialmente degradable (a+b) superior en el T3 (63,94%), T4 (63,46%) y T5 (63,89%) seguido del T2 (60,55%) demostrando un sustrato fermentable de manera creciente con diferencias de la actividad degradativa por los microorganismos ruminales a las 12 horas.

## **5.2. Recomendaciones.**

- La inclusión de residuos agroindustriales en las dietas de los animales rumiantes brinda la oportunidad de cubrir parte de los requerimientos nutricionales y brindando sostenibilidad al ganando mayor y menor.
- Se recomienda el uso de ensilados en las ganaderías ya que este asegura alimento para nodrizas en cualquier estación del año.
- Al incluir alimentos balanceado como la dieta base, que contiene, sub productos de las zonas, ayuda a reducir la presión sobre las praderas que los animales salen a pastorear.

## **AGRADECIMIENTO**

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

**CAPÍTULO 6**  
**VI. BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía.

1. Antón GM, José RR. A Methodological Approach to Evaluate Livestock Innovations on Small-Scale Farms in Developing Countries. MDPI. 2016 Agosto; 8(25).
2. Martins nA(DV, Olivera IAL, Cozzolino IA(D. Ensilaje de maíz como componente de la dieta en la fase de terminación de novillos. INIA. 2006 Junio;(7): p. 5.
3. Sánchez A, Perea J, Montenegro L, Espinoza I, Avellaneda JaB. Cinética de degradación ruminal in situ de ensilado de rastrojo de maíz (*Zea mays*) con. Archivos de Zootecnia. 2020 Mayo; 69(267).
4. Espinoza I, Medina M, Barrera A, Villamar R, L. yM. Effect of the inclusion of banana peel on the in situ degradability of forage corn silage. Ingenieria e Innovacion. 2020 Junio.
5. Olvera DFMdR. Alimentacion por la salud. [Online].; 2020. Available from: <https://alimentacionysalud.unam.mx/definicion-de-una-dieta-saludable/>.
6. Duarte M, Miranda J, Rodriguez N, A. yH. Características fermentativas e composicao quimica de silagens de campimelefante contendo subproducto desidratado de maracuja. Revista Brasileira de Zootecnia. 2007; 36(5): p. 1489 - 1494.
7. Valencia A, Hernandez B, y Lopez L. El Ensilaje. Revista de divulgacion cientifica y tecnologia de la universidad veracruz. 2011 Agosto; XXIV(2).
8. Alvarado M, Cevallos M, Alcivar J, Elayne. D, Maria yR. Residuos de banano (*Musa paradisiaca*) como materia prima alternativa en la elaboración de pape. Colon ciencias tecnologia y negocios. 2021; 8(1).
9. Villa M, Saval S. Soluciones Agroindustriales. Academia Accelerating the world's research. 2012; 16(2).
- 10 Martinez F. Info. Pastos y Forrajes. [Online].; 2020 [cited 2020. Available from: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-corte/maiz-forrajero/>.
- 11 Rosales A, Delgado E, Carrete F, Medrano H, Solis A, Murillo M, et al. In situ ruminal . degradability and in vitro digestibility of silages. [Online].; 2013. Available from: <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/7.pdf>.

- 12 Rosero R, Posada S. Modeling of ruminant food degradation kinetics. Scielo - Revista Colombiana de ciencias pecuarias. 2007; 20: p. 174 - 175.
- 13 Jica. biopasos. [Online].; 2016. Available from: <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>.
- 14 Acosta R. El cultivo de maiz, su origen y clasificacion. Redalyc.org. 2009; 30(2).
- 15 Garcés Molina AM, Berrio Roa L, Ruíz Alzate S, Serna DLeón JGeBAAF. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación. 2004 Junio 01; 1(1): p. 66-71.
- 16 Alberto V. El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve?. Revista ciencia hombre. 2011; 24(2).
- 17 Garcés A, Berrio L, Ruíz S, Serna J, D. L, Builes A, et al. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Redalyc; Lasallista de Investigacion. 2004; 1(1): p. 66-71.
- 18 antiago A, Serna J. Ensilaje como fuente de alimentacion para el ganado. Revista Lasallista de Investigaciónredalyc.org UAEM. 2004; 1(1): p. 66-71.
- 19 Villalobos Villalobos L. Costos de producción de ensilados de pastos tropicales elaborados en lecherías de costa rica. Dialnet. 2015; 9(2): p. 27-48.
- 20 Einarson J M, C.Plaizier. Effects of Barley Silage Chop Length on Productivity and Rumen Conditions of Lactating Dairy Cows Fed a Total Mixed Ration. Revista de ciencia lactea. 2004; 87(0): p. 2987-2996.
- 21 Caicedo W. Composición química y digestibilidad aparente de la harina de banano orito verde (Musa acuminata AA) en cerdos de crecimiento. 2019; 53(3).
- 22 Lee S. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. FAO.
- 23 Edwin P, Ruiz ME, Danilo P. SUPLEMENTACION DE BOVINOS CON BANANO VERDE EFECTO SOBRE LA DEGRADACION RUMINAL DEL BANANO. 1990; 1(14).
- 24 Lopez G, Gomez F. Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). Artículo de Revision. 2014 Diciembre;; p. 22-26.



- 25 Veloso CM. pH e amônia ruminais, relação folhas: hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. *SciELO Brasil*. 2000 Junio; 29(3).
- 26 Muro A. Kinetics of ruminal in vitro degradation of fermented apple pomace and corn stover diet in sheep. *SciELO*. 2017; 27(2).
- 27 L. R, Gutiérrez L, Palomino T. M, L. HV. Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes. *SciELO*. 2015; 26(1).
- 28 Ørskov EyMI. University Cambridge. [Online].: Cambridge University Press; 1979 . [cited 2009 Marzo 27. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/estimation-of-protein-degradability-in-the-rumen-from-incubation-measurements-weighted-according-to-rate-of-passage/E2DB4F2290E374E10E9800E512D127A7>.
- 29 Gojon-Báez D, Siqueiros-Beltrones H, Hernández-Contreras H. In situ ruminal digestibility and degradability of *Macrocystis pyrifera* and *Sargassum* spp. in bovine livestock. *Ciencias Marinas*. 1998; 24(4): p. 463-481.
- 30 Herrera-Torres E, Cerrillo-Soto M, Juárez-Reyes A, Murillo-Ortiz M, Ríos-Rincón F, Reyes-Estrada O, et al. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Interciencia*. 2010; 35(4): p. 284-289.
- 31 Ceconello G, Benezra M, Ovispo N. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. *Zootecnia Tropical*. 2003; 21: p. 149.
- 32 Vera-Rodríguez JH. Caracterización nutricional de los residuos orgánicos en la caña de azúcar del cantón La Troncal. *Jose Vera*. 2021; 25(2).
- 33 WLADIMIR LGC. UTEQ. [Online].; 2016. Available from: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1903/1/T-UTEQ-0045.pdf>.
- 34 Alberto R. Kinetics of ruminal in vitro degradation of fermented apple pomace and corn stover diet in sheep. *SciELO*. 2017 Marzo 7 Abril; 27(2).
- 35 Vera J, Lazo R, Barzallo D, Gavin C. Caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. *Ecuadorian Science Journal*. 2020 Oct; 5(4): p. 1-14.

- 36 Vera J, Torres S, Macias H, Galarza J, Piña L, Moran W, et al. Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador. *Revista Universitaria del Caribe*. 2020; 26(01): p. 1-14.
- 37 Martín G, Noda Y, Pentón G, García D, García F, González E, et al. La morera, una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 2007; 30(5): p. 1-7.
- 38 Caicedo W, Flores A. Características nutritivas de un ensilado líquido de banano orito (*Musa acuminata* AA) con tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y su efecto en cerdos de posdestete. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2020; 31(1).
- 39 Naranjo J, Cuartas C, Correa H. Comparación de cuatro modelos matemáticos para la caracterización de la cinética de degradación ruminal de algunos recursos para rajeros. *ResearchGate*. 2009 Septiembre.
- 40 M. J. Proain. [Online].; 2020. Available from: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/que-es-el-ensilaje-y-cual-es-el-proceso-de-elaboracion>.
- 41 Carranco CC, Calvo DS, Carrillo CR, Ramírez BE, Morales GL, Sanginés MB, et al. Cambios de la fracción hidrosoluble de huevo de gallinas alimentadas con harina de camarón almacenado a diferentes tiempos y temperaturas. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias*. 2017; 8(4): p. 365-373.
- 42 García L, Duque A, Padilla L, González L. Residuos orgánicos domésticos como sustrato para la producción de hongos *Pleurotus ostreatus*. *Rev. Fac. Nal. Agr.* 2014; 67(2).

**CAPITULO 7**  
**VII. ANEXOS**

## 7.1. Anexos



**Anexo 1.** Proceso de picado.



**Anexo 2.** Proceso de ensilado



**Anexo 3.** Apertura de silos



**Anexo 4.** Muestras de ensilaje para calor en la estufa



**Anexo 5.** Rotulado de bolsas de nylon



**Anexo 6.** Pesaje de bolsas de nylon



**Anexo 7.** Secado de ensilaje en estufa



**Anexo 8.** Molienda de ensilaje de maiz



**Anexo 9.** Ensilaje de maiz molido a 1 micra



**Anexo 10.** Molienda del residuo de banano



**Anexo 11.** Pesado de la formula



**Anexo 12.** Muestras para colocar en el rumen



**Anexo 13.** Malla usada para colocar las bolsas de nylon dentro del rumen



**Anexo 14.** Colocacion de bolsas de nylon en el rumen



**Anexo 15.** Retiro de bolsas de nylon a las 72 horas.



**Anexo 16.** Bolsas en proceso de eliminación de exceso de agua.



**Anexo 17.** Bolsas de nylon colocadas en esrufa para ser secadas.



**Anexo 18.** Toma de muestras para obtener MS y MO