



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA 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 LA CÁSCARA DE
TRES VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)”.**

Autora:

Denisse Stefania Bone Flores

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020



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



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

E.mail.info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

CASILLAS
Guayaquil : 10672
Quevedo: 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Denisse Stefania Bone Flores, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Denisse Stefania Bone Flores

AUTORA



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



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

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Denisse Stefania Bone Flores, realizó la tesis de grado, **“DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *IN SITU* DE LA CÁSCARA DE TRES VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)”**. Previo a la obtención del título de Ingeniería Zootécnica, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra
TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Acreditada

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



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

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

CASILLAS
 Guayaquil : 10672
 Quevedo: 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

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

URKUND

Document Information

Analyzed document URKUNDDENISSEBONE 97.doc (D78419223)
 Submitted 8/31/2020 8:47:00 PM
 Submitted by ITALO ESPINOZA
 Submitter email iespinoza@uteq.edu.ec
 Similarity 2%
 Analysis address iespinoza.uteq@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W URL: https://docsplayer.net/119070888-Sep-r-emf-200-1-200-1-500-emf-emf-emf-emf-emf-emf
 ...
 Fetched: 8/31/2020 8:48:00 PM 4

A través del presente extendiendo un cordial saludo, a la vez en calidad de tutor del trabajo de titulación de la investigación del Srta. **BONE FLORES DENISSE STEFANIA** con C.I. **1350190466**, estudiante de la **CARRERA DE INGENIERIA EN ZOOTECNIA**, tengo a bien comunicar que la Srta. Bone obtuvo un **2%** de similitud reportado por el Sistema URKUND, del trabajo de investigación titulado **“DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL IN SITU DE LA CÁSCARA DE TRES VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)”**.

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra
TUTOR 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:

“DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *IN SITU* DE LA CÁSCARA DE TRES VARIEDADES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)”.

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

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Bolívar Montenegro Vivas.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Guido Álvarez Perdomo.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Alexandra Barrera Álvarez.

**Mocache – Los Ríos – Ecuador
2020**

AGRADECIMIENTO

Primero le agradezco a Dios porque sin el este proyecto de investigación no hubiera sido posible, gracias a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad Ciencias Pecuaria por haberme permitido formarme en sus aulas, gracias a cada docente que hizo parte de este proceso integral de formación.

De manera especial al Dr. Ítalo Espinoza Guerra tutor del proyecto de investigación y a la Ing. Alexandra Barrera gracias por haberme brindado su apoyo y colaboración para la ejecución del proyecto de investigación.

Gracias a mis padres Segundo Bone y María Flores por sus consejos y motivación, por ser ellos mi apoyo constante en la realización de mis metas, no conozco a nadie en este mundo a quienes les deba más amor y agradecimiento, a mi hermana Jessenia Bone por brindarme sus conocimientos.

Stefania Bone Flores

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi Dios por ser el fundamento de mi vida, a mis padres y a mi hermana por ser mi ejemplo de perseverancia, de valores y principios que admiro, y jamás me cansare de darle las gracias porque sin su apoyo no hubiera llegado hasta la meta que tanto anhelaba.

Stefania Bone Flores

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la finca experimental “La Maria” Laboratorio de Rumiología y metabolismo nutricional (RUMEN), Universidad Técnica Estatal De Quevedo ubicada en el km 7 ½ vía Quevedo - El Empalme, Provincia de Los Ríos, a 01° 06’ 30’’ de latitud oeste y a una altura de 73msnm. Tuvo como objetivo determinar la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá (*passiflora edulis*), amarilla, roja y la mejorada (amarilla x roja). Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 repeticiones donde cada unidad experimental la conformo un toro fistulado en le rumen y tres tratamientos T1 CMA (Cáscara de maracuyá amarilla), T2 CMR (Cáscara de maracuyá roja) y T3 CMA x CMR (Cáscara de maracuyá amarilla x roja) y siete tiempos de incubación (0,3,6,12,24,48 y 72 horas) y para las diferencias entre las medias Tukey ($P \leq 0,05$). La degradación *in situ* de la materia seca de las tres variedades de cáscara de maracuyá determinaron un mejor porcentaje de degradabilidad a las 48h de incubación en el T2 cáscara de maracuyá roja con (66,37) seguido del T3 y el T1, la tasa de pasaje ($k0.02$) en el T2 (CMR) fue superior (46.03) a los demás tratamientos y con tasa de velocidad 5%.

Palabras claves: Maracuyá, rumiantes, alimentación, degradabilidad, cinética.

EXECUTIVE SUMMARY

This research was carried out in the experimental farm " La Maria " Laboratory of Rumiology and nutritional metabolism (RUMEN), Quevedo State Technical University located at km 7 ½ via Quevedo - El Empalme, Los Ríos Province, at 01 ° 06 '30' 'west latitude and at a height of 73msnm. Its objective was to determine the degradability and ruminal kinetics *in situ* of the peel of three varieties of passion fruit (*passiflora edulis*), yellow, red and improved (yellow x red). A completely randomized block design (DBCA) was applied with 4 repetitions where each experimental unit was made up of a fistulated bull in the rumen and three treatments T1 CMA (Yellow passion fruit peel), T2 CMR (Red passion fruit peel) and T3 CMA x CMR (yellow passion fruit shell x red) and seven incubation times (0,3,6,12,24,48 and 72 hours) and for the differences between the Tukey averages ($P \leq 0,05$). The *in situ* degradation of the dry matter of the three varieties of passion fruit peel determined a better percentage of degradability at 48 hours of incubation in the red passion fruit peel T2 with (66,37) followed by T3 and T1, the rate of passage ($k_{0.02}$) in T2 (CMR) was higher (46.03) than the other treatments and with a speed rate of 5%.

Keywords: Passion fruit, ruminants, food, degradability, kinetics.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.	4
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.1.1. Cáscara de maracuyá.	8
2.1.2. Degradabilidad.....	8
2.1.3. Cinética.....	8
2.1.4. <i>In situ</i>	8
2.2. Marco Referencial.....	9
2.2.1. Origen del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	9
2.2.2. El maracuyá en el Ecuador.	9
2.2.3. Variedades del maracuyá.....	10
2.2.5. Cáscara de maracuyá.....	10

2.2.6. La utilización del subproducto en la alimentación.....	11
2.2.7. Degradabilidad <i>in situ</i>	11
2.2.8. Cinética de degradación <i>in situ</i>	12
CAPÍTULO III.....	14
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.1. Localización.....	15
3.2. Tipo de investigación.	15
3.3. Método de investigación.....	16
3.4. Fuente de recopilación de información.	16
3.5. Diseño experimental.....	16
3.6. Instrumento de investigación.	17
3.6.1. Variables a evaluar.	18
3.6.1.1. Degradabilidad <i>in situ</i>	18
3.6.1.2. Cinética ruminal.	18
3.6.2. Procedimiento experimental.	19
3.7. Tratamientos de los datos.	19
3.8. Recursos humanos y materiales.	19
3.8.1. Talento humano.....	19
3.8.2. Materiales.....	20
CAPÍTULO IV.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Resultados y discusión.	23
4.1.1. Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca (DISMS).....	23
4.1.2. Cinética ruminal <i>in situ</i> de la MS (DISMS).	25
CAPÍTULO V	27

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. Conclusiones.....	28
5.2. Recomendaciones.....	28
CAPÍTULO VI.....	29
BIBLIOGRAFÍA	29
5.1. Bibliografía.....	30
CAPÍTULO VII	38
ANEXO	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	9
Tabla 2. Condiciones meteorológicas. Finca "La María". Mocache.....	15
Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.	17
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.	17
Tabla 5. Degradación de la Materia Seca (%) de tres variedades de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) a diferentes tiempos de incubación.....	24
Tabla 6. Cinética ruminal in situ de tres variedades de cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	25

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Análisis de la varianza de la DISMS a la 0 hora.	39
Anexo 2. Análisis de la varianza de la DISMS a las 3 horas.....	39
Anexo 3. Análisis de la varianza de la DISMS a las 6 horas.....	39
Anexo 4. Análisis de la varianza de la DISMS a las 12 horas.....	39
Anexo 5. Análisis de la varianza de la DISMS a las 24 horas.....	40
Anexo 6. Análisis de la varianza de la DISMS a las 48 horas.....	40
Anexo 7. Análisis de la varianza de la DISMS a las 72 horas.....	40
Anexo 8. Análisis de la varianza de la fracción A de la materia seca.....	40
Anexo 9. Análisis de la varianza de la fracción B de la materia seca.....	41
Anexo 10. Análisis de la varianza de la fracción C de la materia seca.	41
Anexo 11. Análisis de la varianza de la fracción (A+B) de la materia seca.	41
Anexo 12. Análisis de la varianza de la degradabilidad efectiva 2% de la tasa de pesaje de la materia seca.....	41
Anexo 13. Análisis de la varianza de la degradabilidad efectiva 5% de la tasa de pesaje de la materia seca.....	42
Anexo 14. Análisis de la varianza de la degradabilidad efectiva 8% de la tasa de pesaje de la materia seca.....	42
Anexo 15. Recolección de los residuos de maracuyá (amarilla y roja).	43
Anexo 16. Colocación del residuo en la estufa por 48h.	43
Anexo 17. Subproductos después de haber pasado 48h en la estufa.	43
Anexo 18. Pesado y molido del subproducto.....	44
Anexo 19. Pesado y rotulación de las bolsitas Ankon.....	44
Anexo 20. Colocación de las bolsitas a 65° por 48h.	44
Anexo 21. Colocación de las muestras en las bolsitas.....	45
Anexo 22. Colocación de las bolsitas en los toros fistulados en el rumen.	45

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Degradabilidad y cinética ruminal <i>in situ</i> de la cáscara de tres variedades de maracuyá (<i>passiflora edulis</i>)”.				
Autora:	Bone Flores Denisse Stefania				
Palabras clave:	maracuyá	rumiantes	alimentación	degradabilidad	cinética
Fecha de Publicación:					
Editorial:					
Resumen	La presente investigación se realizó en la finca experimental “La Maria” Laboratorio de Rumiología y metabolismo nutricional (RUMEN), Universidad Técnica Estatal De Quevedo ubicada en el km 7 ½ vía Quevedo - El Empalme, Provincia de Los Ríos, a 01° 06’ 30’’ de latitud oeste y a una altura de 73msnm. Tuvo como objetivo determinar la degradabilidad y cinética ruminal <i>in situ</i> de la cáscara de tres variedades de maracuyá (<i>passiflora edulis</i>), amarilla, roja y la mejorada (amarilla x roja). Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 repeticiones y tres tratamientos T1 CMA (Cáscara de maracuyá amarilla), T2 CMR (Cáscara de maracuyá roja) y T3 CMA x CMR (Cáscara de maracuyá amarilla x roja) y siete tiempos de incubación (0,3,6,12,24,48 y 72 horas) y para las diferencias entre las medias Tukey ($P \leq 0,05$). La degradación <i>in situ</i> de la materia seca de las tres variedades de cáscara de maracuyá determinaron un mejor porcentaje de degradabilidad a las 48h de incubación en el T2 cáscara de maracuyá roja con (66,37) seguido del T3 y el T1, la tasa de pasaje ($k_{0.02}$) en el T2 (CMR) fue superior (46.03) a los demás tratamientos y con tasa de velocidad 5%.				
Descripción	60 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM				
URI:					

Introducción

El maracuyá también conocido como flor de la pasión, su nombre científico es *passiflora edulis*, puede subsistir en zonas tropicales y subtropicales, se aprecian más 500 géneros de *passiflora* (1), otro autor indica que la pasiflora es el género más fundamental (2), su ascendencia inicio en Brasil, para luego propagarse por el resto del mundo (3).

Según la FAO indica que en las próxima tres décadas incrementará el consumo de carne de bovino, por lo tanto, es impredecible el conocimiento científico y un manejo adecuado para la utilización eficiente de los residuos agrícolas para ser destinados en la alimentación de los rumiantes (4). Otra publicación menciona que se debe motivar a la utilización de subproductos de una manera eficiente y poder reducir el valor de la producción (5).

El total de la fruta de maracuyá que ha sido procesada bordea alrededor del 61 a 86% (6). Este residuo puede ser aplicado para la elaboración de productos que generen un valor agregado, y disminuir la contaminación ambiental por ser un residuo (7). Otros autores, mencionan que las industrias generan abundante tonelada de residuos al momento de la extirpación de la fruta, generando un desperdicio del 90% que incluye las semillas y las cáscaras (8). El subproducto de maracuyá se considera importante en la alimentación para rumiantes, el peso de la cascara es de 52%, por ende, este se puede emplear en la preparación de humus, obtención de pectina y fibra dietética (9).

Ecuador es uno de los países principales en exportar el zumo de la fruta, por tener un aroma y sabor inigualable que lo hace apetecible a nivel mundial, gracias a las condiciones climáticas tropicales que posee. En el año 2019 las hectáreas sembradas fueron 4.340 en el perfil costanero en Manabí (52,31%), Santo Domingo de los Tsáchilas (21,05%), Los Ríos (8,87) y Santa Elena (6,03%), con una producción total de 28.729 toneladas (10).

Por tal razón, es importante llevar a cabo esta investigación, de la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* del residuo agroindustrial del maracuyá, que puede constituir una fuente importante en la elaboración de las dietas para la alimentación de los rumiantes en época de escasez de forraje.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Ecuador posee diferentes productos agrícolas que tras el proceso de industrialización estos son desperdiciados, generando contaminación ambiental, una opción ante esta problemática es la utilización de dicho residuo para la alimentación de rumiantes, y con ello poder amenorar los efectos de polución, otro factor es un déficit de discernimiento del valor nutritivo y sus limitaciones en cuanto a la respuesta del animal, con su inclusión en la dieta.

Diagnóstico.

Los residuos de cáscara de maracuyá se están desaprovechando por una limitada información sobre la degradabilidad de sus propiedades alimenticias.

Pronóstico.

El estudio de la degradabilidad de los subproductos de maracuyá generaría que existan bases de datos para la elaboración de las dietas.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál será el porcentaje de degradabilidad *in situ* de la materia seca de la cáscara de tres variedades de maracuyá?

¿Cuál de los sustratos en estudio permitirá obtener mayor parámetro de cinética de fermentación ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá?

1.2.Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Determinar la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*).

1.2.2. Objetivos específicos.

- Establecer la degradabilidad *in situ* de la materia seca de la cáscara de tres variedades de maracuyá.
- Evaluar la cinética de fermentación ruminal *in situ* de la materia seca de la cáscara de tres variedades de maracuyá.

1.3. Justificación.

La presente investigación tuvo como propósito conocer la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*), la cáscara de maracuyá son residuos vegetales de primordial importancia como fuente alternativa de alimentación para rumiantes, el volumen de dicho residuo representa innumerables toneladas que no es utilizado en su totalidad, añadiendo valor a este subproducto es de interés económicos, científicos y tecnológicos estudiarlos (11), por lo tanto, este residuo puede suplir en gran parte el volumen de las dietas en el periodo donde existe poca distribución de lluvia (sequia) (12).

La siguiente investigación tiene como objetivo conocer la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá, que, en la mayoría de los casos, este residuo se desaprovecha o son carbonizados por los productores.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Cáscara de maracuyá.

Las cáscaras de maracuyá poseen nutrientes esenciales (aminoácidos, proteínas, carbohidratos y pectina) (13).

2.1.2. Degradabilidad.

La degradabilidad se refiere a la cantidad de sustrato que se descompone en sus elementos integrantes, a través de procesos biológicos o químicos (14).

2.1.3. Cinética.

Es la cantidad de un sustrato que se degrada por unidad de tiempo a través de la estimación de las tasas de degradación o desaparición de dicha fracción en función del tiempo, es posible clasificar a los alimentos en fácilmente digeribles, de digestión lenta o en indigeribles (15).

2.1.4. *In situ*.

Este término suele utilizarse para designar un fenómeno observado en el lugar, o una manipulación realizada en el lugar.

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Origen del maracuyá (*Passiflora edulis*).

El maracuyá procede de Brasil y se cultivan en otros países como Australia, Sudáfrica, India, Perú, Ecuador, Venezuela y otros (16). Su nombre científico es *pasiflora edulis*, cuenta con más de 500 especies, se caracteriza por ser una planta trepadora, leñosa, vigorosas, tallos verdes y zarcillos axilares (1). Tras la mutación de la variedad morada dio como origen a la variedad amarilla (17). Su clasificación taxonómica se presenta en la Tabla 1. Se reproduce en regiones tropicales y subtropicales (18).

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

Clasificación táxonómica	
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Arquiclamídea
Orden	Passiflorales
Suborden	Flacourtiinae
Familia	Plassifloraceae
Genero	Passiflora
Especie	Edulis
Variedad	Purpúrea y Flavicarpa

Fuente: Citado (19).

2.2.2. El maracuyá en el Ecuador.

La superficie sembrada de *pasiflora edulis* en el Ecuador en el año 2018 fue de 5.898 ha con una producción de 30.761 toneladas. Las provincias que más producen son Manabí, Santa Elena, Guayas, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsachilas, sin embargo, Manabí

representa el 45,04% de la producción y con un rendimiento de 6,62 t/h (10). El periodo de producción de esta fruta es de enero a marzo y septiembre a octubre, comienza a producir a los 8-12 meses (19).

2.2.3. Variedades del maracuyá.

2.2.3.1. Maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*).

Esta fruta presenta su cáscara amarilla al madurar (20), su pulpa es ácida con semillas de color café y más grande (21), contiene 50-55 g de piel que se considera un residuo tras el proceso de industrialización (18).

2.2.3.2. Maracuyá rojo o morado (*Passiflora edulis* var. *púrpura*).

El maracuyá púrpura es redonda y ovalada tiene un diámetro de 50 a 55 mm, cuando está madura su piel es de color purpura oscuro, tiene un grosor de 3 mm, su cáscara es dura, su pulpa es amarilla-rojo, posee alrededor de 150 semillas negras (21), su sabor es menos ácido que el maracuyá amarillo (20).

2.2.5. Cáscara de maracuyá.

El subproducto de maracuyá contiene un importante contenido de nutrientes (22), tiene un espesor de 50 a 55 g, es considerada en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido de aminoácidos, fibra soluble como la pectina, carbohidratos y proteína (Valarezo, y otros, 2014).

El uso del subproducto de maracuyá es utilizado por los microorganismos ruminales presentes (23) en el rumen de los rumiantes. Estudios reportan el comportamiento de

digestibilidad, consumo y variables ruminales cuando se equilibra las raciones de rumiantes (24).

2.2.6. La utilización del subproducto en la alimentación.

La alimentación de los rumiantes es afectada por una baja producción de forraje, y por las condiciones climáticas en época de sequía, siendo una buena alternativa los residuos generados por el proceso de industrialización de productos agrícolas como cáscara, bagazo, y otros. Es necesario incluir en la dieta los subproductos de cosechas, para disminuir la contaminación ambiental, y reducir los costos de alimentación que se estiman en un 70% de los costos de producción (25). Por consiguiente, si se incorpora la cáscara de maracuyá en la alimentación animal sería una buena opción para los productores, debido a sus buenos resultados por suficiente valor nutritivo (26), igualmente, el residuo de maracuyá posee altos estándares de degradabilidad (27).

2.2.7. Degradabilidad *in situ*.

La degradabilidad se refiere al total de sustrato que se degrada por procesos químicos y biológicos suspendidos en líquido ruminal. La valoración de la degradabilidad *in situ* se aplica en todas las metodologías en el mundo, pues, tiene como objetivo evaluar ciertas características como la tasa y magnitud de la ingestión de alimentos (28).

Para evaluar la tasa de degradabilidad se conocen varias técnicas que determinan el valor nutritivo de los forrajes. Así, la técnica *in vitro* permite la evaluación rutinaria de la fermentación ruminal empleando fluido ruminal como en la técnica descrita por Tilley y Terry o alternativamente sin la utilización de fluido ruminal sino con la utilización de complejos enzimáticos (29). Estos métodos ofrecen una estimativa de la digestibilidad potencial de los alimentos sin considerar los procesos de la dinámica ruminal (30).

La digestibilidad *in vivo* ha sido utilizada para determinar la degradabilidad aparente de los alimentos, sin embargo, esta técnica no permite cuantificar qué fracción del alimento ha sido degradada en el rumen y qué fracción ha sido degradada en el sistema digestivo posterior (30,31). Una segunda generación de métodos fue desarrollada incorporando las estimativas de la cinética de degradación en el retículo–rumen (32). Estas estimativas fueron realizadas a través de la técnica *in situ* o a través de la técnica de producción de gas (33). Estos métodos se utilizan para obtener el valor energético, proteico, potencial de ingestión y la presencia de factores antinutricionales en alimentos para rumiantes (34).

Se conoce como técnica *in situ* (*in sacco*), consiste en evaluar el alimento utilizando animales, tales como la digestibilidad o consumo voluntario (35). La técnica *in situ* o también llamada de la bolsa de nylon, permite estudiar la cinética de desaparición del alimento en el rumen de animales fistulados (36). El alimento se coloca dentro de bolsas de nylon cerradas y luego en el rumen de los animales, el retiro de distintas bolsas a lo largo del tiempo permite medir la cantidad de material que ha desaparecido (37). La fracción del alimento que no se recupera dentro de las bolsas se asume que ha sido degradado, de este modo se construye la curva de desaparición (38).

2.2.8. Cinética de degradación *in situ*.

La cinética *in situ* se entiende a la porción de un alimento que se degrada por unidad de tiempo por medio de la evaluación de la tasa de desaparición, estos alimentos se pueden clasificar en fácil digeribles - digestión lenta y ingeribles (39). Se utiliza este proceso para determinar la cinética de degradabilidad de un alimento determinado (proteína o cada uno de los elementos de la pared celular), también este método lo han incorporado a valoraciones de consumo voluntario (40). Los temas de mayor importancia para los nutricionistas son consumo y degradabilidad, el alimento que se le suministre debe ser aprovechado por el animal para evitar desperdicios de nutrientes por medio de sus deposiciones (41).

El proceso de digestión de los rumiantes es complejo, este abarca una variedad de interacción con la dieta, microorganismos y hospedador. Al desintegrar este proceso en diferentes elementos se permitirá entender el modelo matemático (34). El Puesto que la cinética como tal se describe mediante modelos matemáticos de regresión no lineal que se derivan de la degradación de los materiales nutricionales a diferentes tiempos de incubación en el rumen (40), esta fermentación microbiana se da en tres estados o fracciones obedeciendo a una fase inicial de digestión lenta, seguida de una fase de aceleración y otra de desaceleración hasta alcanzar un valor asintótico, al que se le ha llamado digestibilidad potencial (Mertens, 1993) citado por (42), conforme aumenta el tiempo de exposición en el rumen.

El ejemplo matemático permite el estudio y poder evaluar los datos que se expresa la naturaleza intrínseca de los alimentos y las interacciones de nutrientes que limita su digestión (34). El ejemplo matemático que se utiliza es de Ørskov y McDonald y otros autores (40,43,44,34,15,41).

$$P = A + B(1 - \exp^{-ct})$$

Dónde

P: Por ciento de degradación a tiempo t.

A: fracción soluble que se obtiene por lavado de las bolsas a la hora cero. Esta fracción se considera cero para la parte fibrosa, puesto que la fibra no se solubiliza por lavado.

B: fracción insoluble pero potencialmente degradable; **c:** tasa de degradación de B %h⁻¹;

t: tiempo de incubación.

A + B: Degradabilidad potencial de la muestra para t igual a 72 horas.

El cálculo adicional de mayor interés es la degradabilidad ruminal efectiva (45), esta permite conocer la simetría de la fracción de los nutrientes que desaparecen y otras que evaden la degradabilidad en el rumen (46). La valoración perfecta de la degradación ruminal efectiva en diferente fracción nutricional del alimento es esencial para el desarrollo de proyectos eficaz en la alimentación en rumiantes (15).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Rumiología en la finca experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) situada en el km 7 de la Vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se encuentra entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste. A una altura de 73 m sobre el nivel del mar. En la tabla 3 se observa las condiciones meteorológicas de la finca la María.

Tabla 2. Condiciones meteorológicas. Finca "La María". Mocache.

Parámetros	Valores promedios
Temperatura, °C	24.70
Humedad relativa, %	87.00
Precipitación, mm	2613.00
Heliofanía, (horas luz-1 año-1)	886.10
Evaporación promedio, mes	78.30
Topografía	Irregular
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical (BhT)

Fuente: (47).

3.2. Tipo de investigación.

El presente proyecto de investigación fue de tipo experimental, consistió en analizar la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá, cuya finalidad es obtener resultados favorables de cada una de las variedades.

3.3. Método de investigación.

El método de investigación que se empleó fue experimental con la determinación cuantitativa de la degradabilidad *in situ* del subproducto de maracuyá.

3.4. Fuente de recopilación de información.

La información recolectada para el proyecto de investigación fue de fuentes primarias (observación sobre el efecto de las variables estudiadas) y fuentes secundarias (artículos científicos, revistas científicas, tesis de grado, libros, entre otros) fuentes que contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

3.5. Diseño experimental.

En el presente estudio se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con (3) tratamientos de residuo agroindustrial del maracuyá y (4) repeticiones cada unidad experimental la conformó cuatro toretes de raza Brahman fistulado a nivel ruminal de 500 ± 25 de peso vivo. El criterio de bloqueo es la diferencia del porcentaje de digestibilidad de cada torete.

El análisis de datos se realizó mediante el ADEVA y las medias fueron separadas mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$). En la tabla 4, se indica el esquema de análisis de varianza, en la tabla 5 la descripción de los tratamientos, y el modelo estadístico del diseño que se utilizará, es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Modelo matemático.

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable de respuesta.

μ = promedio general de la población sobre la cual se está trabajando.

α_i = Efecto del tratamiento.

β_j = Efecto del bloque.

ε_{ij} = Error experimental.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	2
Bloque	(b-1)	3
Error Experimental	(t-1) (b-1)	6
Total	(t x b) – 1	11

Fuente: Autor.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T1	100% Cáscara de maracuyá amarilla.
T2	100% Cáscara de maracuyá roja.
T3	50% Cáscara de maracuyá amarilla+50% cáscara roja.

Fuente: Autor.

3.6. Instrumento de investigación.

Como instrumentos de investigación se analizó el efecto de las siguientes variables:

3.6.1. Variables a evaluar.

3.6.1.1. Degradabilidad *in situ*.

Se determinó la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de cada tratamiento en los siete tiempos de incubación y se utilizó la siguiente formula:

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

Donde:

$\%DIS_{MS;MO;MI}$: Porcentaje de degradación *in situ* de la MS.

M_{pre} : Materia pre-incubada.

M_{post} : Materia post-incubada.

3.6.1.2. Cinética ruminal.

Se empleó la función SOLVER de Microsoft EXCEL de acuerdo a lo descrito por varios autores (44,43,15), en base a la ecuación de Ørskov y McDonald (40) citado por los mismos autores.

$$P = A + B(1 - \exp^{-ct})$$

Donde:

P : Por ciento de degradación a tiempo t .

A : fracción soluble que se obtiene por lavado de las bolsas a la hora cero.

B : fracción insoluble pero potencialmente degradable.

c : tasa de degradación de B .

t : tiempo de incubación.

$A + B$: Degradabilidad potencial de la muestra para t igual a 72 horas.

3.6.2. Procedimiento experimental.

Para la presente investigación se procedió a la recolección del residuo de maracuyá que se obtuvo de la empresa TROPIFRUTAS S.A. (Quevedo, Ecuador), los subproductos fueron secados en estufa a 65° por 48 horas para determinar la materia seca parcial, posteriormente se molieron a 2 mm. Se utilizó cuatros bovinos de raza brahmán 500 ± 25 kg de peso vivo, castrados y fistulados en el rumen, en las pruebas *in situ* se utilizó las bolsas de nylon, previamente secadas a 65° por 48 horas, se adicionó 3 g de MS de las cáscaras de maracuyá para luego ser introducidas en el rumen en periodos de tiempos (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72) horas. Finalmente se retiraron las muestras para ser lavadas con agua corriente, y secadas en estufa a 65° por 48 horas. Para determinar los cálculos correspondientes (48).

3.7. Tratamientos de los datos.

La información obtenida se tabuló en Excel y luego pasaron al software estadístico “InfoStat” donde se evaluaron los tratamientos.

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Talento humano.

Se contó con la ayuda del docente en mención dedicado a investigación.

- Director del proyecto de investigación Dr. Ítalo Espinoza.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Denisse Stefania Bone Flores.

3.8.2. Materiales.

Para la siguiente investigación se utilizaron los siguientes materiales.

Residuo agroindustrial.

- Cáscara maracuyá amarillo.
- Cáscara maracuyá roja.
- Cáscara maracuyá amarillo y roja.

Materiales del laboratorio

- Fundas plásticas y de papel.
- Cintas adhesivas.
- Espátula.
- Pinza universal.
- Estufa Memmert.
- Balanza analítica.
- Desecador.
- Mufla.
- Molino Thomas Willey con cribas de 2 mm.
- Cisoles de porcelana con capacidad de 50 ml.
- Manga plástica.
- Guantes látex.
- Bolsitas Ankon 10x5cm.
- Bandeja de aluminio.
- Marcador de tela.

- Cadena de acero galvanizado 1m.
- Ligas.
- Piolas.
- 4 Bovinos Bramhan fistulados.
- Balde.

Materiales de oficina

- Libreta de campo.
- Marcadores.
- Lápices.
- Computadora.
- Impresora.
- Programa estadístico InfoStat.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión.

4.1.1. Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS).

La degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de las tres variedades de cáscara de maracuyá fue similar hasta las 24 horas de degradación ruminal, a partir de las 48 y 72 horas de incubación en el rumen, el tratamiento (T2) con cáscara de maracuyá color rojo (100%) superó ($p<0,05$) a los demás tratamientos con 66,37 y 54,06% respectivamente, del aprovechamiento ruminal debido a su alto contenido de carbohidratos digestibles, (Tabla 7). Este resultado concuerda con el rendimiento y digestibilidad de subproductos de maracuyá fresco alimentados a novillos, donde el subproducto de la fruta de la pasión proporciona altos niveles de ingesta, altos coeficientes de digestibilidad de materia seca, y altas ganancias de peso (49). Mientras, otra investigación, considera que los aportes nutricionales de las cáscaras de maracuyá, puede ser utilizado en la alimentación de rumiantes, principalmente en animales que consumen altos niveles de suplementación con granos (50).

La degradabilidad de la MS fueron superiores a los reportados por (51) quienes reportan valores de 62.38 a las 72 h, con una tasa de pasaje de 4.8%/h, al evaluar los parámetros de degradación y cinética ruminal de los residuos de tres variedades de cascara de maracuyá (amarilla, roja y amarilla + roja), de igual manera superan los resultados realizada por otros autores al evaluar la valoración nutricional *in situ* de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*) (52).

Tabla 5. Degradación de la Materia Seca (%) de tres variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*) a diferentes tiempos de incubación.

Horas de incubación	T1 CM amarilla (100%)	T2 CM roja (100%)	T3 CM amarilla (50%)+cm roja (50%)	EEM	Prob.
0	11,4 a	7,09 b	9,63 ab	0,83	0,0364
3	16,94 a	12,13 a	14,77 a	1,26	0,0907
6	19,50 a	18,62 a	19,13 a	0,41	0,3661
12	32,29 a	29,97 a	28,69 a	1,98	0,4752
24	39,14 a	44,07 a	40,17 a	1,25	0,0683
48	54,75 b	66,37 a	57,76 ab	2,66	0,0498
72	49,27 b	54,06 a	50,98 ab	1,06	0,0487

CM=Cáscara de maracuyá. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autor.

En la figura 1 se observa la dinámica de degradación ruminal de la materia seca de tres variedades de maracuyá, con mayor porcentaje de degradabilidad de MS para el T2 CM roja, le sigue con la misma tendencia (amarilla y amarilla-roja).

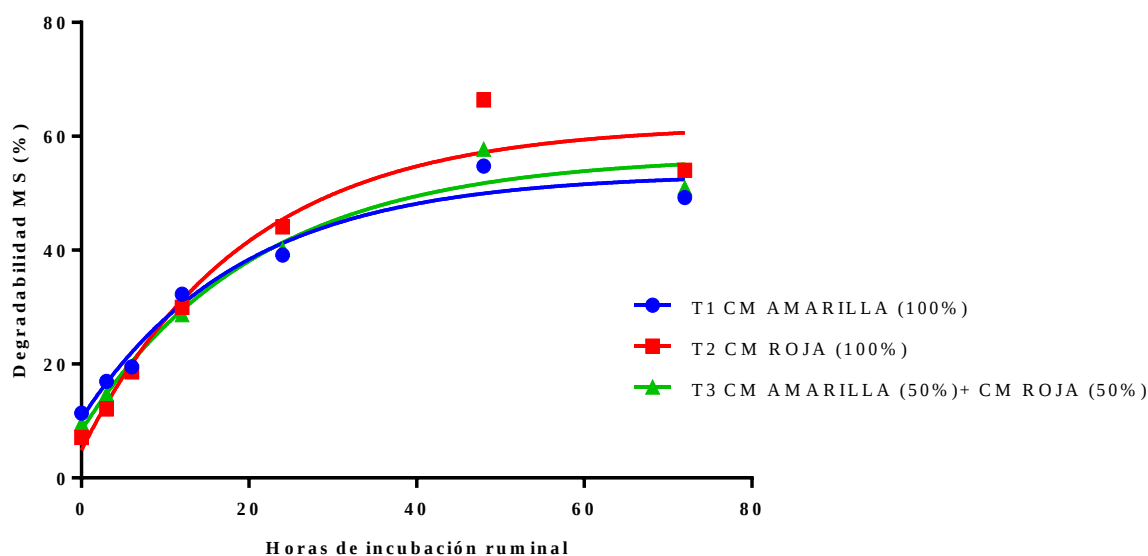


Figura 1. Degradabilidad ruminal *in situ* de la MS (%) de tres variedades de cáscaras de maracuyá (*Passiflora edulis*) en diferentes tiempos de incubación.

4.1.2. Cinética ruminal *in situ* de la MS (DISMS).

En la tabla 6 se observa los parámetros de degradación por regresión no lineal, los tratamientos presentaron valores significativos ($p < 0,05$) en la fracción soluble (A) con el T1 CM amarilla (10,09), pero potencialmente degradable en (B), donde presento valores superiores ($p < 0,05$) en el T2 CM roja (57,27), en la tasa de velocidad de degradación ruminal (c), siendo de tránsito rápido, presentó valores similares (0,50) en todos los tratamientos.

Tabla 6. Cinética ruminal *in situ* de tres variedades de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*).

Tiempo de incubación, h	Tratamientos Evaluados					EEM	CV	Prob.
	T1 CM amarilla (100%)	T2 CM roja (100%)	T3 CM amarilla (50%)+CM roja (50%)					
A (rápidamente soluble)	10,09 a	4,74 b	8,33 a			0,63	22,98	0,0001
B (degradabilidad efectiva)	43,46 b	57,27 a	48,39 b			1,36	7,77	<0,0001
c (tasa de velocidad)	0,50 a	0,50 a	0,50 a			2,70	14,83	0,2631
A+B (Degradab potencial)	53,55 b	62,01 a	56,73 b			1,20	5,91	0,0007
DE (Degradabilidad efectiva estimada a tasa de paso (h ⁻¹) de:								
k 0.02	41,57 b	46,03 a	42,40 b			0,71	4,63	0,0013
k 0.05	32,46 a	33,88 a	31,95 a			0,57	4,89	0,0761
k 0.08	27,47 a	27,26 a	26,41 a			0,54	5,62	0,3622

^{abcd} Medias con letras diferentes entre filas difieren ($p < 0,05$). 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%

Fuente: Autor.

En el potencial de degradación ruminal (A+B) presentaron valores superiores ($p < 0,05$), el T2 CM roja (62,01) seguido del T3 CM amarilla + roja y T1 CM amarilla con (56,73 y 53,55). La desaparición del alimento en el rumen ocurre por el proceso combinado entre las velocidades de degradación y tránsito por el retículo-rumen, la tasa de pasaje (k0.02) en el (T2) fue superior a los demás tratamientos.

La eficiencia del rumiante para digerir un alimento, en el proceso de fermentación, depende de dos aspectos críticos: la velocidad de fermentación o tasa de degradación y la velocidad de paso o tasa de pasaje (Fox et al., 2000; Van Soest, 1994), citados por (53). Para el cálculo de la degradabilidad efectiva (DE) se consideró una tasa de pasaje baja (2%/hora), media (5%/hora) y alta (8%/hora) (54). Cabe señalar que a mayor tasa de pasaje menor degradabilidad, debido a que disminuye el tiempo de fermentación microbiana o acción enzimática en el rumen (55).

No obstante, los valores altos de degradabilidad están asociados con la capacidad que poseen los rumiantes para mantener niveles adecuados de producción, ya que es un indicativo de la capacidad de un alimento para aportar nutrientes a la flora ruminal (56). Empero, los valores obtenidos de degradabilidad de la cáscara de maracuyá roja (T2 CM roja 100%), fue superado por la combinación de la cáscara roja y amarilla (50 y 50%), seguido del 100% cáscara de maracuyá amarilla, influyendo posiblemente por el mayor contenido de fibra soluble en la cáscara roja (57). Además del mayor contenido de pectina en la cáscara de maracuyá roja, también se ha encontrado mayor contenido de almidón en esta variedad roja que la amarilla (58). Pues, los hidratos de carbono representan el componente más abundante en la dieta de los rumiantes, los polisacáridos de reserva como el almidón, o estructurales como la celulosa, hemicelulosa y pectinas (59).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- La degradabilidad de la materia seca fue superior con la cáscara de maracuyá color roja, tuvo un incremento suficiente para alcanzar valores máximos en la degradabilidad a las 72 horas de incubación ruminal.
- El incremento del nivel de inclusión de cáscara de maracuyá fue directamente proporcional en la cinética de degradación, siendo relevante en la degradación efectiva de la cáscara de maracuyá color roja (100%), respecto a las velocidades de degradación y tránsito por el retículo–rumen.

5.2. Recomendaciones.

En base a las conclusiones se recomienda:

Los parámetros de degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la materia seca de los residuos de maracuyá pueden ser usados como componentes en las raciones para rumiantes y los residuos de las tres variedades de cascara de maracuyá estudiadas poseen semejanza en varios aspectos nutricionales, pudiendo ser usadas cualquiera de ellas para alimentación de rumiantes.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

5.1. Bibliografía

1. Ayres A, Araújo L, Soares T, Costa G, Reginatto F, Ramos F, et al. Comparative central effects of the aqueous leaf extract of two populations of *Passiflora edulis*. Rev. Bras. Farmacogn. 2015; 25(5): p. 499-505.
2. Miranda D, Fischer G, Carranza C, Magnitskiy S, Casierra-Posada F, Piedrahíta W, et al. Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Primera ed. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas; 2009.
3. Nakasone H, Paull RE. Tropical fruits. CAB international, Wellington, U.K. 1998;: p. 270-291.
4. HLPE. Desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria y la nutrición: ¿Qué función desempeña la ganadería? ; 2016.
5. Garcia M, Darren H, Tessa S, Jefferson B, Ruiz MM, Jennifer C, et al. Nutrición animal en sistemas tropicales: Uso de residuos agrícolas en la producción animal. 2015.
6. Malacrida C, Neuza J. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* F. flavicarpa): Physical and chemical characteristics. Braz Arco Biol Technol. 2012; 55(1): p. 127-134.
7. Leao K, Sampayo K, Pagani A, Da Silva m. Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressed oil from industrial passion fruit. Ind Crop Prod. 2014; 58: p. 280-286.
8. Lousada J, Costa J, Neiva J, Rodríguez N. Caracterización físico-química de subproductos de frutas tropicales para uso en alimentación animal. Rev Ciênc Agron. 2006; 37(1): p. 268-272.

9. Yepes S, Montoya L, Orozco F. Agroindustrial waste valorization-fruits-in Medellín and the south of Valle de Aburrá, Colombia. Rev. Fac. Nal. Agro. 2008; 61(1): p. 4422-4431.
10. MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ficha de cultivo de maracuyá (*passiflora edulis* L.). Quito:; 2018.
11. Ferrari R, Colussi F, Ayub R. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá- aproveitamento das sementes. Rev. Bras. Frutic. 2004; 26(1): p. 101-102.
12. Azevêdo J, Filho S, Pina D, Detmann E, Valadares R, Pereira L, et al. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. Revista Brasileira de Zootecnia. 2011; 40(5): p. 1052-1060.
13. Carvajal L, Tubay S, Álvarez L, Rodríguez A. Functional and nutritional properties of six species of *Passiflora*(*Passifloraceae*). Caldasia. 2014; 36(1): p. 1-15.
14. Ariza-Rosales E, Delgado-Lincon E, Carrete-Carreón F, Medrano-Roldán H, Solís-Soto A, Murrillo-Ortiz M, et al. Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adiocionados con melaza. Avances en Investigación Agropecuaria. 2013; 17(2): p. 76-96.
15. Correa H. Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos. Rev Colomb Cienc Pecu. 2009; 22: p. 19-24.
16. Cañizares A, Jaramillo E. El Cultivo del Maracuyá en Ecuador. Primera ed. Machala: UTMACH; 2015.
17. García A. Guía técnica del cultivo de maracuyá. El Salvador:; 2010.

18. Kulkarni S, Vijayanand P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.). *LWT - Food Science and Technology*. 2010; 43(7): p. 1026-1031.
19. Valarezo A, Valarezo O, Mendoza A, Álvarez H, Vásquez W. El cultivo de maracuyá: Manual técnico para su manejo en el Litoral ecuatoriano. 1st ed. Quito: INIAP; 2014.
20. Lucker C. Agroindustria y mercadeo del maracuyá. Colombia; 2010.
21. Calzada B. 143 Frutales nativa. El maracuyá Lima-Perú: San Borja; 1970.
22. Espinoza I, Medina M, Barrera-Alvarez A, Montenegro L, Sánchez A, Romero M, et al. Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). *Cien Tecn UTEQ*. 2017; 10(2): p. 63-67.
23. Espinoza I, Montenegro B, Rivas J, Romero MI, García A. Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*passiflora edulis*). *Revista Científica*. 2017; XXVII(4): p. 241-248.
24. Vieira C, Vasquez H, Coelho J. Composição químico-bromatológica e degradabilidade In Situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá. *R. Bras. Zootec*. 1999; 28(5): p. 1148-1158.
25. Giordani R, Cavali J, Oliveira M, Ferreira E, Stachiw R. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira Ciencia Amazônica*. 2014; 3(1): p. 93-104.
26. Torres E, Sánchez A, Díaz R, Solórzano M, Barrera A, Jácome G. Composición química de productos y subproductos agrícolas utilizados en alimentación

- animal por pequeños productores de la zona de Quevedo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 2017; 6(3): p. 217-229.
27. Montenegro L, Espinoza I, Sánchez A, Barba C, García A, Requena F, et al. Composición química y cinética ruminal de degradación in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. *Revista Científica, FVC-LUZ*. 2018; 28(4): p. 306-312.
28. Razz R, Clavero T, Vergara J. Cinética de degradación in situ de la leucaena *leucocephala* y *panicum maximum*. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 2004; 14(5): p. 424-430.
29. Marten G, Barnes R. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme system. In Pidgen J, Balch C, Graham M. *Standardization of Analytical Methodology for Feeds*. Ottawa, Canada: IDR; 1980. p. 61-71.
30. Bochi-Brum O, Carro M, Valdés C, González J, López S. Digestibility of forages and concentrates: effect of the diet of donor animals. *Arch. Zootec.* 1999; 48: p. 51-61.
31. Rosero R, Posada S. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2007; 2(20): p. 174-182.
32. Rendón M, Noguera R, Posada S. Rendón, ME.; Noguera, RR.; Posada, SL. 2014: Vinaza de caña como aditivo acidificante en la elaboración de ensilaje de maíz (*Zea mays*). *Livestock Research for Rural Development*. 2014; 26(1): p. 1-13.
33. Packett L, McCune R. Packett, LV.; McCune, RW. 1965 Determination of steam-volatile organic acids in fermentation media by gas-liquid chromatography. *Applied Microbiology*. 1995; 13: p. 22-27.

34. Rosero R, Posada S. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine)*. 2007; 2(20): p. 174-82.
35. Giraldo L. Estandarización de la técnica de la biodegradación ruminal in situ para evaluar forrajes tropicales. *Revis Colom Cien Pecua*. 1997; 9: p. 59-64.
36. Ørskov E, Hovell DeB F, Mould F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *trop. Anim. Prod.* 1980; 5(3): p. 195.
37. Nocek J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. *Journal of Dairy Science*. 1988; 71(8): p. 2051-2069.
38. AFRC. Agricultural and Food Research Council: Technical commite on responses to nutrients: Nutritive requeriments of ruminant animal protein. *Nutr Abs Rev*. 1992; 68: p. 65-71.
39. Mertens D. Rate and extent of digestion. In Forbes J, France J. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. UK: CAB International; 1993. p. 13-51.
40. Orskov E, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agr Sci*. 1979; 92: p. 499-503.
41. Navarro C, Díaz J, Roa M, Cuellar E. Comparación de la técnica de digestibilidad in vitro con la in situ de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. *Rev Sist Prod Agroecol*. 2011; 2(2): p. 2-24.
42. Naranjo J, Cuartas C, Correa H. Comparación de cuatro modelos matemáticos para la caracterización de la cinética de degradación ruminal de algunos recursos forrajeros. *Livestock Research for Rural Development*. 2009; 17(9): p. 1-15.

43. Correa H. RUMENAL: procedimiento para estimar los parametros de cinética ruminal mediante la funcion SOLVER de Microsoft EXCEL. Rev. Col. Cienc. Pec. 2004; 17(3): p. 250-254.
44. Fernández H. Un procedimiento simple para estimar parámetros de funciones en produccion animal usando SOLVER de EXCEL. Rev. Arg. Prod. Anim. 2004; 24(1-2): p. 75-81.
45. Kristensen E, Moller P, Hvelplund T. Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate. Acta Agr Scand. 1982; 32(1): p. 123-127.
46. Nozière P, Michalet-Doreau B. In sacco methods. In Forbes J, France J. Farm animal metabolism and nutrition. Wallingford (UK): CAB International; 2000. p. 450.
47. INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Información Agrometeorológica de la Finca Experimental "La María". ; 2016.
48. AOAC. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, Virginia; 1990.
49. Alves G, Fontes C, Processi E, Fernandes A, Oliveira T, Glória L. Performance and digestibility of steers fed by-product of fresh passion fruit or sorghum silage, with and without concentrate supplementation. Revista Brasileira de Zootecnia. 2015; 44(9): p. 314-320.
50. Noguera R, Valencia S, Posada S. Efecto de diferentes aditivos sobre la composición y el perfil de fermentación del ensilaje de cáscaras de Maracuyá (*Passiflora edulis*). Livestock Research for Rural Development. 2014; 26(168): p. 1-10.

51. Villela C, Maldonado H, Coeldo F, Magno A. Parâmetros da degradação e cinética ruminal da digestão de resíduos (casca) de três variedades de maracujá (*Passiflora* spp.). Arch Latinoam Prod Anim. 1997; 5(1): p. 202-204.
52. Sánchez A, Torres E, Espinoza I, Montenegro L, Barba C, García A. Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). Rev Inv Vet Perú. 2019; 30(1): p. 149-157.
53. Abadía B, Arreaza L, Sánchez D. Degradabilidad ruminal de Fracciones de Carbohidratos en Forrajes Tropicales determinada por Métodos in vitro e in situ. Scielo. 2012 Julio; 6(1).
54. Jayme D, L S, Guimarães Jr R, Gonçalves L, Maurício R, Pereira L, et al. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milheto. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2011 Marzo; 60(5).
55. Pond W, Church D. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales Mexico, DF.: Limusa; 1990.
56. Preston T, Leng R. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición en el trópico. Círculo de Impresores Ltda. Cali, Colombia. 1990;: p. Preston, T.; Leng, R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y apli310-312.
57. Veliz A. Caracterización química y estabilidad aeróbica de tres variedades de cáscara de maracuyá. Teis de pregrado. Quevedo; 2017.
58. Pruthi JS. Physiology, chemistry and technology of passion fruit. Advances Food Research. 1963; 12: p. 149–180.

59. Díaz L, Padilla C, Sepúlveda C. Identificación del Principal Pigmento Presente en la Cáscara del Maracuyá Púrpura (*Passiflora edulis*). Información tecnológica. 2006; 17(6): p. 75-84.

CAPÍTULO VII

ANEXO

7.1. Análisis de la varianza de las variables estudiadas.

Anexo 1. Análisis de la varianza de la DISMS a la 0 hora.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV
Tratamiento	2	33,44	16,72	6,05	0,0364	17,89
Repetetición	3	27,98	9,33	3,38	0,0954	
Error	6	16,57	2,76			
Total	11	77,99				

Fuente: Autor

Anexo 2. Análisis de la varianza de la DISMS a las 3 horas.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV
Tratamiento	2	46,46	23,23	3,68	0,0907	17,2
Repetetición	3	12,81	4,27	0,68	0,5978	
Error	6	37,92	6,32			
Total	11	97,2				

Fuente: Autor

Anexo 3. Análisis de la varianza de la DISMS a las 6 horas.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV%
Tratamiento	2	1,57	0,79	1,19	0,3661	4,25
Repetetición	3	1,44	0,48	0,73	0,5712	
Error	6	3,95	0,66			
Total	11	6,96				

Fuente: Autor

Anexo 4. Análisis de la varianza de la DISMS a las 12 horas.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV%
Tratamiento	2	26,59	13,3	0,84	0,4752	13,09
Repetetición	3	80,09	26,7	1,7	0,2663	
Error	6	94,48	15,75			
Total	11	201,17				

Fuente: Autor.

Anexo 5. Análisis de la varianza de la DISMS a las 24 horas.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV%
Tratamiento	2	54,02	27,01	4,34	0,0683	6,07
Repetetición	3	0,87	0,29	0,05	0,9855	
Error	6	37,34	6,22			
Total	11	92,23				

Fuente: Autor.**Anexo 6.** Análisis de la varianza de la DISMS a las 48 horas.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV%
Tratamiento	2	290,9	145,45	5,15	0,0498	8,91
Repetetición	3	109,3	36,43	1,29	0,3603	
Error	6	169,4	28,23			
Total	11	569,59				

Fuente: Autor.**Anexo 7.** Análisis de la varianza de la DISMS a las 72 horas.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor	CV%
Tratamiento	2	47	23,5	5,21	0,0487	4,13
Repetetición	3	8,26	2,75	0,61	0,6321	
Error	6	27,05	4,51			
Total	11	82,31				

Fuente: Autor.**Anexo 8.** Análisis de la varianza de la fracción A de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	2	119,01	59,51	18,91	0,0001
Repetetición	7	49,1	7,01	2,23	0,0957
Error	14	44,07	3,15		
Total	23	212,18			

Fuente: Autor.

Anexo 9. Análisis de la varianza de la fracción B de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	2	783,39	391,69	26,29	<0,0001
Repetetición	7	224,74	32,11	2,15	0,1049
Error	14	208,58	14,9		
Total	23	1216,71			

Fuente: Autor.**Anexo 10.** Análisis de la varianza de la fracción C de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	2	292,01	146,01	12,68	0,0007
Repetetición	7	136,62	19,52	1,7	0,1896
Error	14	161,17	11,51		
Total	23	589,8			

Fuente: Autor.**Anexo 11.** Análisis de la varianza de la fracción (A+B) de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	2	292,03	146,01	12,68	0,0007
Repetetición	7	136,58	19,51	1,69	0,1898
Error	14	161,19	11,51		
Total	23	589,79			

Fuente: Autor.**Anexo 12.** Análisis de la varianza de la degradabilidad efectiva 2% de la tasa de pesaje de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	2	89,81	44,9	11,14	0,0013
Repetetición	7	37,96	5,42	1,35	0,3005
Error	14	56,41	4,03		
Total	23	184,17			

Fuente: Autor.

Anexo 13. Análisis de la varianza de la degradabilidad efectiva 5% de la tasa de pesaje de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	16	2	8	3,11	0,0761
Repetetición	24,11	7	3,44	1,34	0,303
Error	35,99	14	2,57		
Total	76,09	23			

Fuente: Autor.

Anexo 14. Análisis de la varianza de la degradabilidad efectiva 8% de la tasa de pesaje de la materia seca.

F.V.	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F -Valor	P- Valor
Tratamiento	2	5,05	2,53	1,09	0,3622
Repetetición	7	23,6	3,37	1,46	0,2591
Error	14	32,37	2,31		
Total	23	61,02			

Fuente: Autor.

Anexo 15. Recolección de los residuos de maracuyá (amarilla y roja).



Anexo 16. Colocación del residuo en la estufa por 48h.



Anexo 17. Subproductos después de haber pasado 48h en la estufa.



Anexo 18. Pesado y molido del subproducto.



Anexo 19. Pesado y rotulación de las bolsitas Ankon.



Anexo 20. Colocación de las bolsitas a 65° por 48h.



Anexo 21. Colocación de las muestras en las bolsitas.



Anexo 22. Colocación de las bolsitas en los toros fistulados en el rumen.

