



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

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Zootecnista.

Título del Proyecto de Investigación:

**“Composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la
caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte”**

Autora:

Vanessa Estefanía Díaz Romero

Auspicio académico:

M.Sc. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2019

DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Vanessa Estefanía Díaz Romero**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Vanessa Estefanía Díaz Romero

CC. # 0941629719

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, M.Sc. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Vanessa Estefanía Díaz Romero realizó el proyecto de investigación de grado titulado **“COMPOSICIÓN QUÍMICA, DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *IN SITU* DE LA CARACA (*Erythrina poeppigiana*) EN DIFERENTES PERIODOS DE CORTE”** previo a la obtención del título de Ingeniera Zootecnista, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

M.Sc. Adolfo Sánchez Laiño

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

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

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito M.Sc. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**COMPOSICIÓN QUÍMICA, DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL IN SITU DE LA CARACA (*Erythrina poeppigiana*) EN DIFERENTES PERIODOS DE CORTE**” de autoría de la estudiante **VANESSA ESTEFANIA DIAZ ROMERO**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 9%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.



URKUND

Documento	VANESA URKUND.doc (D49683378)
Presentado	2019-03-25 15:59 (-05:00)
Presentado por	YENNY TORRES (ytorres@uteq.edu.ec)
Recibido	ytorres.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	TESIS VANESSA Mostrar el mensaje completo

9% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.

Atentamente

M.Sc. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño
DIRECTOR PROYECTO INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

“COMPOSICIÓN QUÍMICA, DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL IN SITU DE LA CARACA (*Erythrina poeppigiana*) EN DIFERENTES PERIODOS DE CORTE”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniería Zootécnica.

Aprobado por:

PRESIDENTE TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Emma Torres Navarrete

MIEMBRO TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Alexandra Barrera Álvarez

MIEMBRO TRIBUNAL DE TESIS

Dr. Orly Cevallos Falquez

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

A Dios por ayudarme a lograr esta meta, la primera de muchas que espero alcanzar.

A mi tutor Msc. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño y colaboradores quienes me brindaron su apoyo para la realización de la tesis.

A mis amigos, Compañeros de aula gracias por su amistad y compartir momentos gratos

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador), y en su nombre al Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Rector de nuestra institución y especialmente a la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Al personal técnico del Laboratorio de Rumiología de la UTEQ por su soporte y colaboración técnica durante el proceso de esta investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias, gracias al aporte de sus conocimientos me forjaron como profesional.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, que ha significado para mí un gran esfuerzo, primero a Dios por todas las bendiciones que ha derramado sobre mí, porque me dio el don de inteligencia y sabiduría e iluminó mi camino para haber culminado con éxito mis estudios superiores, a mis padres y hermanos porque siempre me han dado todo su amor, cariño, confianza, comprensión, por sus consejos y sobre todo por su apoyo incondicional ya que sin ellos no lo hubiese podido lograr, de igual forma a mis amigos por siempre estar apoyándome en mis momentos de alegría y dificultades que se han manifestado en nuestras vida.

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se ejecutó en la finca experimental “La María” Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), ubicada en el km 7^{1/2} vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos, a 01° 06' 30" de latitud sur y 79° 29' 30" de latitud oeste y a una altura de 73 msnm. Se evaluó la composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in situ* (MS; PC; MO; FDN y FDA) de la de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte (30; 45; 60; 75; 90 y 105 días). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones y para las diferencias entre medias Tukey ($P \leq 0,05$). La MS; MO e MI no se vieron afectadas ($P > 0,05$) por los periodos de corte evaluados. De igual manera la degradabilidad *in situ* de la MS, no se vio afectada por los periodos de corte. La mayor degradabilidad ($P < 0,05$) de la MO se registró a los 45 días de edad de rebrote y a las 6 horas de incubación (97,20%). Sin embargo, los mayores valores para la degradabilidad *in situ* de la FDN se registran a los 30 días de edad del rebrote a las 48 horas de incubación (88,18%). los mayores valores para la degradabilidad *in situ* de la FDA se registra a los 30 días de rebrote a las 48 horas, (67,46%). La mayor ($P < 0,05$) Degradabilidad Efectiva (DE: 2; 5 y 8% / hora) de la MS y MO se registró a los 30 y 45 días de edad de rebrote (93,70; 92,06; 90,49 – 91,37; 88,82; 86,41%, en su orden), pero los mayores valores para la FDN y FDA se registraron a los 30 días de edad de rebrote (81,84; 77,30; 73,40 – 59,99; 57,47; 55,16%, en su orden).

Palabras claves: Caraca, rumiantes, nutrición, alimentación, degradabilidad, cinética

EXECUTIVE SUMMARY

The research was carried out in the experimental farm "La María" Rumiology and Nutritional Metabolism Laboratory (RUMEN) of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), Faculty of Animal Sciences (FCP), located at km 7^{1/2} via Quevedo - El Empalme, Province of Los Ríos, at 01° 06` 30 "south latitude and 79° 29` 30" west latitude and at an altitude of 73 masl. The chemical composition, degradability and ruminal kinetics *in situ* (MS, PC, MO, NDF and FDA) of the caracara (*Erythrina poeppigiana*) were evaluated in different cutting periods (30, 45, 60, 75, 90 and 105 days). A completely randomized design (DCA) was applied with four repetitions and for the differences between Tukey means ($P \leq 0.05$). The MS; MO e MI were not affected ($P > 0,05$) by the cut-off periods evaluated. Likewise, the *in situ* degradability of the MS was not affected by the cutting periods. The highest degradability ($P < 0.05$) of OM was recorded at 45 days of regrowth age and at 6 hours of incubation (97.20%). However, the highest values for *in situ* degradability of the NDF are recorded at 30 days of age of the regrowth at 48 hours of incubation (88.18%). the highest values for the *in situ* degradability of the FDA are registered at 30 days of regrowth at 48 hours, (67.46%). The highest ($P < 0.05$) Effective Degradability (SD: 2, 5 and 8% / hour) of the MS and MO was recorded at 30 and 45 days of regrowth age (93.70, 92.06, 90 , 49-91.37; 88.82; 86.41%, in order), but the highest values for NDF and ADF were recorded at 30 days of regrowth age (81.84, 77.30, 73 , 40-59.99, 57.47, 55.16%, in order).

Key words: Caraca, ruminants, nutrition, feeding, 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	4
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. Poró gigante (<i>E. poeppigiana</i>)	8
2.1.2. Proteína microbiana	8
2.1.3. Fibra en detergente neutra (FDN).....	8
2.1.4. Determinación de fibra en detergente acida (FDA)	8
2.1.5. Rumiantes	9
2.1.6. Degradabilidad.....	9
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Descripción botánica (<i>Erythrina poeppigiana</i>)	10
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	10
2.2.3. Distribución geográfica.....	11
2.2.4. Usos	11
2.2.5. Floración y fructificación.....	12
2.2.5.1. Condiciones climáticas	13
2.2.6. Propagación y requerimientos	14
2.2.7. Digestibilidad y degradabilidad de hoja del poro	14

2.2.8.	Fístulas en rumiantes.....	14
2.2.9.	Fisiología digestiva de los rumiantes.....	15
2.2.10.	Cinética de degradación <i>in situ</i>	16
2.2.11.	Degradación del alimento.....	16
2.2.12.	Degradación de la proteína.....	17
2.2.13.	Fermentación ruminal.....	17
2.2.14.	Digestibilidad.....	18
2.2.14.1.	Técnica <i>in vivo</i>	18
2.2.14.2.	Técnica <i>in situ</i>	18
2.2.14.3.	Técnica <i>in vitro</i>	19
2.2.15.	Digestión de proteínas.....	19
2.2.16.	Digestión de carbohidratos.....	19
2.2.17.	Trabajos de investigación en alimentación de poligástricos con <i>erythrina sp</i>	20
2.2.18.	Trabajos de investigación en alimentación de otras especies animales con <i>erythrina sp</i>	21
CAPÍTULO III.....		24
3.1.	Localización.....	25
3.1.1.	Mapeo del lugar donde se realizó la investigación.....	25
3.2.	Tipo de investigación.....	25
3.3.	Método de investigación.....	25
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	26
3.5.	Diseño de la investigación.....	26
3.5.2.	Tratamientos.....	27
3.6.	Instrumento de investigación.....	27
3.6.1.	Determinación de la materia seca (MS).....	28
3.6.2.	Determinación de la materia orgánica (MO).....	29
3.6.4.	Determinación de la proteína Cruda (PC).....	29
3.6.5.	Fibra en de Detergente Neutra (FDN).....	30
3.6.6.	Fibra en detergente acida (FDA).....	30
3.7.	Tratamiento de los datos.....	31
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	31
3.8.1.	Recursos humanos.....	31
3.8.2.	Materiales y equipos.....	31

3.8.3. Reactivos.....	32
CAPÍTULO IV	33
RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
4.1. Composición química de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de corte.....	34
4.1.1. Materia Seca (MS).....	34
4.1.2. Materia Orgánica (MO)	35
4.1.3. Materia inorgánica (MI).....	36
4.1.4. Proteína Cruda (PC).....	36
4.1.5. Fibra Detergente Neutra (FDN).....	37
4.1.6. Fibra Detergente Ácida (FDA)	38
4.2. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en diferentes tiempos de incubación.....	38
4.2.1. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Materia Seca (MS)	39
4.2.2. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Materia Orgánica (MO).....	40
4.2.3. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Fibra Detergente Neutra (FDN)	42
4.2.4. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Fibra Detergente Acida (FDA).....	43
CAPÍTULO V	45
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones.....	46
CAPÍTULO VI.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	47
CAPÍTULO VII	52
ANEXOS.....	52
7.1. Análisis de la varianza de la composición química de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.....	53
7.2. Análisis de la varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.....	53
7.3. Análisis de la varianza de la cinética ruminal <i>in situ</i> de la cacara (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.....	55

INDICE DE TABLAS

N.º		Pag.
1	Clasificación taxonómica de <i>E. poeppigiana</i>	10
2	Condiciones climáticas de <i>E. poeppigiana</i>	13
3	Esquema del ANDEVA. Composición química	26
4	Esquema del ANDEVA. Degradabilidad	27
5	Descripción de los tratamientos en estudio	27
6	Promedios, EE y significación estadística para la PC, MS, MO, FDN, FDA de la morera en seis periodos de corte	34
7	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Seca (MS) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) a diferentes tiempos de incubación.	40
8	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Orgánica (MO) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) a diferentes tiempos de incubación.	41
9	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) a diferentes tiempos de incubación.	43
10	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Fibra Detergente Acida (FDA de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) a diferentes tiempos de incubación.	44

INDICE DE FIGURAS

N.º		Pag.
1	<i>Flor de la E. Poeppigiana.</i>	12
2	<i>Fruto de la E. poeppigiana.</i>	12
3	<i>Frutos de la E. poeppigiana.</i>	13
4	<i>Mapa del lugar donde se realizó la investigación.</i>	25
5	Porcentaje de Materia seca (MS) de la caraca (<i>E. poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.	35
6	Porcentaje de Materia orgánica (MO) de la caraca (<i>E. poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.	35
7	Porcentaje de Materia inorgánica (MI) de la caraca (<i>E. poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.	36
8	Porcentaje de Proteína (PC) de la caraca (<i>E. poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.	37
9	Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) de la.	37
10	Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA).	38
11	Porcentaje de Materia seca (MS) de la	39
12	Porcentaje de Materia orgánica (MO) de la	41
13	Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN).	42
14	. Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (<i>E. poeppigiana</i>) en diferentes periodos de <i>corte</i>	44

INDICE DE ANEXOS

N.º		Pág.
1	Cuadrado medio y significación estadística para la composición química de la PC1; MS; MO; MI; FDN y FDA de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de corte	53
2	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Materia Seca (MS) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	53
3	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Materia Orgánica (MO) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	54
4	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	54
5	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	54
6	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Materia Seca (MS) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	55
7	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Materia Orgánica (MO) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	55
8	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	56
9	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en seis periodos de incubación	54
10	Tamizado de las muestras	57
11	Pesaje y registro de muestras	57
12	Preparación e ingreso de muestras para análisis bromatológico	58
13	Preparación de muestras para determinación de degradabilidad in situ	58
14	Ingreso de muestras en bovinos fistulados	59

15	Secado de bolsas con muestras	59
16	Procesos para análisis de degradabilidad de las muestras	60

CODIGO DUBLIN

Título:	Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in situ de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte.			
Autor:	Diaz Romero Vanessa Estefanía			
Palabras clave:	Rumiantes	Nutrición	Degradabilidad	Cinética
Fecha de publicación:				
Editorial:				
Resumen:	<p>Resumen. La investigación se ejecutó en la finca experimental “La María” Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), ubicada en el km 7^{1/2} vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos, a 01° 06` 30” de latitud sur y 79° 29` 30” de latitud oeste y a una altura de 73 msnm. Se evaluó la composición química, degradabilidad y cinética ruminal <i>in situ</i> (MS; PC; MO; FDN y FDA) de la de la caraca (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en diferentes periodos de corte (30; 45; 60; 75; 90 y 105 días). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones y para las diferencias entre medias Tukey ($P \leq 0,05$). La MS; MO e MI no se vieron afectadas ($P > 0,05$) por los periodos de corte evaluados. De igual manera la degradabilidad <i>in situ</i> de la MS, no se vio afectada por los periodos de corte. La mayor degradabilidad ($P < 0,05$) de la MO se registró a los 45 días de edad de rebrote y a las 6 horas de incubación (97,20%). Sin embargo, los mayores valores para la degradabilidad <i>in situ</i> de la FDN se registran a los 30 días de edad del rebrote a las 48 horas de incubación (88,18%). los mayores valores para la degradabilidad <i>in situ</i> de la FDA se registra a los 30 días de rebrote a las 48 horas, (67,46%). La mayor ($P < 0,05$) Degradabilidad Efectiva (DE: 2; 5 y 8% / hora) de la MS y MO se registró a los 30 y 45 días de edad de rebrote (93,70; 92,06; 90,49 – 91,37; 88,82; 86,41%, en su orden), pero los mayores valores para la FDN y FDA se registraron a los 30 días de edad de rebrote (81,84; 77,30; 73,40 – 59,99; 57,47; 55,16%, en su orden).</p> <p>Executive summary. The research was carried out in the experimental farm "La María" Rumiology and Nutritional Metabolism Laboratory (RUMEN) of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), Faculty of Animal Sciences (FCP), located at km 7^{1/2} via Quevedo - El Empalme, Province of Los Ríos, at 01° 06` 30 "south latitude and 79° 29` 30" west latitude and at an altitude of 73 masl. The chemical composition, degradability and ruminal kinetics in situ (MS, PC, MO, NDF and FDA) of the caracara (<i>Erythrina poeppigiana</i>) were evaluated in</p>			

	<p>different cutting periods (30, 45, 60, 75, 90 and 105 days). A completely randomized design (DCA) was applied with four repetitions and for the differences between Tukey means ($P \leq 0.05$). The MS; MO e MI were not affected ($P > 0.05$) by the cut-off periods evaluated. Likewise, the <i>in situ</i> degradability of the MS was not affected by the cutting periods. The highest degradability ($P < 0.05$) of OM was recorded at 45 days of regrowth age and at 6 hours of incubation (97.20%). However, the highest values for <i>in situ</i> degradability of the NDF are recorded at 30 days of age of the regrowth at 48 hours of incubation (88.18%). the highest values for the <i>in situ</i> degradability of the FDA are registered at 30 days of regrowth at 48 hours, (67.46%). The highest ($P < 0.05$) Effective Degradability (SD: 2, 5 and 8% / hour) of the MS and MO was recorded at 30 and 45 days of regrowth age (93.70, 92.06, 90 , 49-91.37; 88.82; 86.41%, in order), but the highest values for NDF and ADF were recorded at 30 days of regrowth age (81.84, 77.30, 73 , 40-59.99, 57.47, 55.16%, in order). ; 77 89 - 60.15; 57.36; 54.82%, in order)</p>
Descripción:	81 hojas : Dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

Introducción

La ganadería bovina es una actividad que se desarrolla prácticamente en todo el Ecuador. Se la considera como una actividad socioeconómica de gran importancia para el buen manejo y desarrollo de las actividades del campo, pero, también es una de las actividades más cuestionadas por la baja productividad y el impacto ambiental que genera. En nuestro país, la actividad ganadera representa el 41,26% de la superficie agropecuaria nacional (1).

En la época seca la producción de leche/carne baja, por lo que el productor necesita buscar otras alternativas viables y a bajo costo, que cumplan con los requerimientos necesarios. ha llevado a trabajar en búsqueda de alternativas que resulten económicas y viables, siendo la leguminosa de rápido crecimiento adaptabilidad y alto contenido de proteína, se busca que el productor tenga buena productividad a bajo costo. Se tiene un nivel mínimo de conocimiento referente a la Caraca o Poro (*E. poeppigiana*) ya que los ganaderos comúnmente la utilizan como cercas vivas o árboles para brindar sombra a cierto cultivo, mas no como un suplemento de aporte alimenticio y de alto valor digestible para el ganado (1).

En Ecuador, la Universidad Técnica de Manabí, extensión Chone, están experimentado con las propiedades vitamínicas de varias plantas a las cuales está tratando de caracterizar harinas elaboradas con el forraje de plantas del medio, ya que en los potreros se encuentran especies como la caraca (*E. poeppigiana*), entre otras que pueden utilizarse para este fin y no son utilizadas debido a desconocimiento de las propiedades alimenticias, el grado de nutrición y digestibilidad que estas tienen (2).

La Caraca (*Erythrina poeppigiana*) es una leguminosa arbórea de uso múltiple, ampliamente distribuida en el trópico y cuyo follaje representa una fuente potencial de proteína para alimentar rumiantes. La *E. poeppigiana* se la encuentra en bosques húmedos, de ribera, tierras altas de las cuencas del Amazonas y regiones limítrofes del trópico. El valor nutritivo de *E. poeppigiana* es de 82,5% de Materia Orgánica; 20 - 24% de Proteína; 3,12% de N; 0,30% de P; 1,47% de K; 1,86% de Ca y 0,40% de Mg (4).

Esta especie se emplea comúnmente en sistemas agroforestales; como árbol de sombra, para controlar la excesiva radiación solar y mejorar la calidad de los frutos, también como mejorador del suelo por la incorporación de nitrógeno fijado por sus raíces que poseen nódulos bacterianos. Como forraje para el ganado por el alto contenido de proteína cruda en sus hojas (3).

La necesidad de aumentar la producción de la tierra disponible para actividades agropecuarias, obliga a los productores a recurrir a alternativas que aporten volumen pero que a su vez aportan calidad para la producción, por lo cual deben implementar forrajes manejados bajo un régimen de corte con el fin de suplir las necesidades diarias de los hatos. Una de las variedades de forraje a utilizada es el Poró este se caracteriza por tener una buena producción de biomasa de calidad nutricional aceptable. Para obtener un alto rendimiento de forraje y de productos animales (2).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Se tiene un nivel mínimo de conocimiento referente a la Caraca (*E. poeppigiana*) ya que los ganaderos comúnmente la utilizan como cercas vivas o árboles para brindar sombra a cierto cultivo, mas no como un suplemento de aporte alimenticio y de alto valor digestible para el ganado.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo influyen las edades de corte del (*Erythrina poeppigiana*) en la composición química y degradabilidad cinética en el rumiante?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la composición química de la caraca (*Erythrina poeppigiana*)?
- ¿Cuál es la degradabilidad de la caraca (*Erythrina poeppigiana*)?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición química bromatológica de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 días).
- Determinar la degradabilidad ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS), Orgánica (MO), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Acido (FDA) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 días).
- Determinar la cinética de degradación ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS), Orgánica (MO), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Acido (FDA) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 días).

1.3. Justificación

La *E. poeppigiana* tiene un crecimiento y desarrollo rápido y su reproducción se la puede realizar por semilla o de manera asexual, facilitan el manejo y su preservación. Los árboles de las *Erythras* se siembran como árboles protectores de suelos, de cuencas hidrográficas y por la calidad de su forraje son utilizados como alimento para animales domésticos en algunos países, pero en nuestra zona no es utilizada, ni conocen de los beneficios digestivos y proteicos que aporta este suplemento al ganado.

Las leguminosas tienen importancia particular en la alimentación animal (forraje), al igual que en la economía del nitrógeno del suelo, ya que la mineralización de sus residuos constituye un aporte de nitrógeno disponible, este se encuentra distribuido a nivel mundial en más de 115 especies y con una zona geográfica entre 1000 y 3600 metros sobre el nivel del mar.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo conocer el uso de la *Erythrina poeppigiana* como suplemento en bovinos, basados en los trabajos de investigación realizados con la especie para evaluar y plantear la edad adecuada del corte del forraje.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Poró gigante (*E. poeppigiana*)

Esta especie es comúnmente asociada como árbol de sombra en algunos cafetales, es de fácil adaptación, su manejo es muy fácil, al momento de tener esta especie en el terreno se libra de fertilizar debido a su beneficioso aporte de nitrógeno al suelo (4).

2.1.2. Proteína microbiana

Esta se forma en el rumen a partir del amoníaco producido por la degradación de la proteína degradable en rumen (PDR) e hidratos de carbono fácilmente disponibles como fuente energética. Las proteínas microbianas son las células de bacterias, hongos y protozoarios, que suministran más del 60% de la proteína total que alcanza el intestino delgado (5).

2.1.3. Fibra en detergente neutra (FDN)

Se determina mediante una muestra de alimento o forraje hirviendo durante una hora en una solución detergente neutra. La FDN ofrece una estimación más precisa del total de fibra o pared celular en el alimento, es una medida de la celulosa, hemicelulosa, lignina, cutina y sílica (6).

2.1.4. Determinación de fibra en detergente ácido (FDA)

La FDA es obtenida al hervir una muestra de alimento o forraje durante una hora en una solución detergente ácida. El ácido disuelve la hemicelulosa, así la FDA es una medida de la celulosa, lignina, cutina y sílica. Esta fracción se correlaciona negativamente con la digestibilidad de los alimentos (6).

2.1.5. Rumiantes

Utilizados para la producción de carne o leche el estudio del sistema o aparato digestivo es de importancia fundamental, ayuda a entender los procesos que conducen a la producción de comestibles de origen animal para el ser humano (7).

2.1.6. Degradabilidad

El conocimiento de la degradabilidad y la digestibilidad de los alimentos son fundamentales para establecer su valor nutritivo; y por lo tanto, para la formulación de raciones para rumiantes, es decir la degradabilidad se refiere a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos (8).

2.1.7. Composición química

Se refiere a sustancias que están presentes en las muestras en determinadas porciones, que se encuentran nutrientes orgánicos y minerales, así como factores o constituyentes que influyen a la disponibilidad de materia seca (MS) que es un parámetro de suma importancia para cubrir los requerimientos del animal (9).

2.1.8. Cinética ruminal

La cinética *in situ* de desaparición ruminal de un alimento se refiere a 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.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Descripción botánica (*Erythrina poeppigiana*)

Es una especie tropical, de 20 a 25 m de altura con diámetro de hasta 50 cm, su corteza es de color pardo-grisácea con espinas. Con hojas alternas compuestas de tres folíolos de 5-18 cm de largo y de 4 a 13 cm de ancho en forma de rombo; contiene un par de glándulas visibles en el peciolo. Sus flores son en forma de racimos densos en los extremos de las ramas y sus colores van de anaranjadas a rojas (10)

2.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *E. poeppigiana*

Nombre científico	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook.
Nombre común	Cámbulo, Písamo, Cachimbo
Descripción	Árbol grande que puede alcanzar hasta 35 m de altura. Presenta aguijones gruesos. Las flores son de color rojo-anaranjado y se presentan en racimos erectos. Los frutos son legumbres de hasta 25 cm de largo.
Usos	Produce gran cantidad de follaje que sirve como abono en cultivos y regenerador de suelos por ser fijador de nitrógeno. Es melífero. Se utiliza como sombrío en cafetales. En áreas urbanas es apropiado en lugares muy amplios por sus raíces fuertes y extendidas.
Origen	América tropical desde Guatemala hasta Perú. Brasil y Venezuela

Fuente: (11)

2.2.3. Distribución geográfica

Es nativo de Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela, fue introducido a América Central y varias islas del Caribe en el siglo XIX, y es ampliamente utilizado en Costa Rica, Trinidad y Tobago. Es la especie más extendida del género y la única que se da en tres continentes, dispersa por corrientes marinas; fue una de las primeras especies en colonizar la isla Krakatoa (Indonesia) después de la erupción cataclísmica en 1883 (12).

Las semillas se han encontrado en los Cayos de la Gran Barrera de Coral de Australia. En Colombia se encuentra en las zonas cálidas y templadas de ambientes secos y húmedos. Es una especie pionera, se encuentra en los márgenes exteriores de los pantanos en los sitios que no están permanentemente inundados. Se desarrolla bien en tierras bajas tropicales húmedas y subhúmedas, como los bosques ribereños y de tierras altas del Amazonas y las cuencas del Orinoco, pero los árboles cultivados y naturalizados se encuentran ahora en altitudes hasta de 2.000 msnm (12).

2.2.4. Usos

El uso más común es en sistemas agroforestales de todo tipo: agrosilvícolas, silvopastoriles y agrosilvopastoriles. En estos sistemas siempre hay evidencia de una mejora de la fertilidad del suelo tras plantar esta especie. En América Central es una de las especies más importantes para sombra en café, cacao y plantaciones de pimienta. También es valorada por la producción de abono verde y su capacidad de fijar nitrógeno y su gran tolerancia a podas frecuentes durante largo tiempo que permite ajustar la sombra del cultivo principal (13).

Se usa para intercultivos con frijol y maíz, puede cultivarse en asocio con pasto para producción de forraje y hacer a la vez de cercas vivas. Se emplea frecuentemente en cercas vivas, o como sombra o forraje en pastos para el ganado y cabras (13).

2.2.5. Floración y fructificación

Flores: Presentan floración en la época seca.



Figura 1. Flor de la *E. Poeppigiana*.

Frutos: Esta ocurre desde diciembre hasta marzo, son en forma de vainas que miden hasta 10 cm de largo con un promedio de hasta 10 semillas.



Figura 2. Fruto de la *E. poeppigiana*.

Semillas: Son uniformes, de color café oscuro, miden de 4 a 10 mm de largo y 2 a 3 mm de diámetro. Tienen una capa exterior dura y brillante y un contenido de humedad de hasta 18%. La semilla madura después de los 60 días luego de su polinización. La madurez es evidente cuando la vaina se vuelve color marrón oscuro, se seca y se abre (14).



Figura 3. Frutos de la *E. poeppigiana*.

2.2.5.1. Condiciones climáticas

Tabla 2. Condiciones climáticas de *E. poeppigiana*

Clima y suelo en condiciones naturales			Donde crece mejor	
Pluviometría	1000-4000 mm año	Suelos	Tolera diferentes, como aluviales, ferrasoles, volcánicos y ultisoles.	Puede crecer en septisoles, unisoles y oxisoles, Es capaz de tolerar suelos infértiles, sequia moderada y sombras.
Estación seca	0 – 6 meses			
Altitud	50-2400 m	Textura	Franco arcilloso a francos	
T máx. media mes más cálido	20 – 28°C	ph	Neutro y acido	
T min media mes más frio	16-21°C	Drenaje	Bueno o encharcamientos estacionales.	
T media anual	18-28°C	Pendiente	Libre e inundado estacionalmente.	

Fuente: (13)

2.2.6. Propagación y requerimientos

Con respecto a los métodos de propagación en *Erythrina* spp., han comprobado el alto porcentaje de germinación de las semillas y el prendimiento de las estacas, aunque investigaciones ya realizadas sugieren sumergir las semillas en agua durante 24 ó 48 horas como tratamiento pre germinativo, Para la propagación vegetativa se deben utilizar estacones largos (1-1,5 m) y de diámetros gruesos (6-10 cm). Es importante tener en consideración que la mejor época para la obtención de estacas, es después de la fructificación de esta manera se evitan daños en la fisiología del árbol que se pueden ocasionar cuando se obtienen estacas antes de la floración (15).

2.2.7. Digestibilidad y degradabilidad de hoja del poro

En el caso de las hojas de Poró su caracterización nutricional en términos de su digestibilidad, degradabilidad y tasa de pasaje es un área que ha sido poco estudiada. Pero investigaciones realizadas anteriormente determinan que en la digestibilidad *in situ* con bolsa de dacrón, se logran resultados con una alta tasa de digestión de la materia seca, de los constituyentes de la pared celular y una rápida degradabilidad del nitrógeno contenido en las hojas de Poró. Todos estos factores podrían contribuir a una alta tasa de recambio en el rumen (16).

2.2.8. Fístulas en rumiantes

La fístula ruminal es un método en el cual en una primera instancia es necesario realizar una cirugía la cual se hace mediante el uso de sedación, anestesia y analgesia, luego de esto, en la etapa de muestreo el animal no siente dolor alguno (17).

Se han efectuado diferentes modificaciones a la técnica de fistulación y desarrollado tantos modelos de cánulas como de necesidades de su uso. La utilización de bovinos fistulados en el rumen es parte insoslayable de aquellas investigaciones que tienen como objetivo determinar la composición botánica de las pasturas y del valor nutritivo de las dietas seleccionadas por animales en pastoreo, entre otros. En la práctica clínica estos animales permiten una rápida

obtención de líquido ruminal, utilizado frecuentemente en estudios sobre trastornos digestivos y en la docencia donde facilitan al estudiante un conocimiento más acabado de la anatomía y fisiología del rumen y retículo. La fístula ruminal es una ayuda importante para la evaluación nutritiva de los alimentos, en la determinación de la eficiencia fermentativa del rumen, en la respuesta fisiológica del órgano a variaciones dietarias, por citar algunas de sus aplicaciones. Las cánulas están constituidas por diferentes partes, de los materiales más diversos y desde las que poseen un gran tamaño hasta un sistema de microfístulas ruminales, adjuntas a una mochila colocada en el dorso del animal (17).

2.2.9. Fisiología digestiva de los rumiantes

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad de alimentarse con pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje como: celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies de estómago simple o no rumiantes. Basada en esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares. Por esta razón se debe tener presente que al alimentar a los rumiantes primero se alimenta a los microorganismos ruminales (17).

La digestión microbiana que tiene lugar en el rumen es la piedra angular de la fisiología digestiva del rumiante. En el rumen se modifica el alimento consumido, se degradan la celulosa y los carbohidratos solubles, se altera la secuencia de aminoácidos de las proteínas y se sintetizan algunas vitaminas del Complejo B. El hecho más sobresaliente de la digestión en los rumiantes es su capacidad para utilizar todas las formas de celulosa. La celulólisis falta en el reino animal, ningún mamífero segrega celulasa, que es la enzima que degrada la celulosa, pero las bacterias y los hongos celulolíticos, que conviven simbióticamente en el rumen, producen un complejo enzimático β -1-4 glucosidasas capaz de solubilizar entre 70 y 90% de la celulosa (17).

El rumen provee un ambiente apropiado, con un suministro generoso de alimentos, para el crecimiento y reproducción de los microorganismos. La ausencia de aire (oxígeno) en el rumen, favorece el crecimiento de bacterias, entre ellos las que pueden degradar las paredes de las células de plantas (celulosa), para producir azúcares sencillos como la glucosa (17).

2.2.10. Cinética de degradación *in situ*

La degradación de un alimento en rumen se puede valorar con la técnica de cinética de degradación *in situ* que ayuda a obtener el valor de los alimentos para la producción animal, con la finalidad de predecir su valor nutritivo del animal. Para empezar este análisis se utiliza la técnica de la bolsa de fibra artificial, la cual se expone a las condiciones ruminales por periodos de tiempo preestablecidos, lo que convierte a esta técnica como una de los mejores métodos disponibles para estimar la degradación ruminal de un ingrediente, con una aceptable correlación de resultados equivalentes *in vivo* (17).

La cinética *in situ* de desaparición ruminal de un alimento se refiere a 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, por lo que es posible clasificar a los alimentos en fácilmente digeribles, de digestión lenta o en indigeribles. Estos métodos *in situ* se pueden emplear para estimar la cinética de digestión de fracciones específicas del alimento, tales como la proteína o cada uno de los componentes de las paredes celulares. Es por todo esto que esta metodología inclusive ha sido incorporada a modelos de estimaciones de consumo voluntarios.

La digestión en los rumiantes es un proceso complejo que incorpora interacciones dinámicas entre la ración, la población microbiana y el animal. Conceptos como digestibilidad o eficiencia de conversión son coeficientes generalmente estadísticos e independientes del tiempo; sin embargo, ambos procesos van a depender del tiempo de retención y de la velocidad de reacción de nutrientes en el rumen (17).

2.2.11. Degradación del alimento

La desaparición del material de las bolsas de nylon a través del tiempo es un estimado de la degradabilidad del alimento por la actividad microbiana ruminal. La relación entre la

desaparición de materia seca, proteína, y fibra neutro detergente, de las bolsas con tiempo se puede describir por medio de una ecuación de primer orden del tipo $p=a+b(1-e^{-ct})$ (18).

2.2.12. Degradación de la proteína

En el caso de la proteína el grado en que se degrada una proteína depende de muchos factores por ejemplo su solubilidad. Esta degradación está en función del tiempo, lo que se ha evidenciado a través de técnicas *in vitro*, e *in situ*. Por otra parte, se considera la degradación de la proteína en el rumen en función de la actividad proteolítica de la flora microbiana (18).

La proteína que entra al rumen-retículo tiene la posibilidad de ser degradados en el rumen, por lo que pocos aminoácidos están disponibles para la absorción o pasaje del rumen-retículo (18).

2.2.13. Fermentación ruminal

La fermentación ruminal es la actividad metabólica de los microorganismos (m.o) presentes en el rumen. La digestión propia de la mayoría de los mamíferos ocurre en el estómago y el intestino delgado por enzimas producidas por el animal mismo. Esto se denomina ‘digestión autoenzimática’. En los rumiantes, la degradación de los sustratos moleculares por la acción de bacterias y otros (m.o.) se realiza por una hidrólisis enzimática igual que en la digestión glandular; la diferencia mayor es que las enzimas digestivas en la fermentación son de origen microbiano, por lo que se le denomina ‘digestión aloenzimática’ (19)

El rumen es una cámara de fermentación anaeróbica. La población microbiana se mantiene al ingerir y masticar alimentos con regularidad, añadiendo tampones y eliminando los ácidos producidos, arrastrando los residuos alimenticios no digeribles y los productos microbianos, manteniendo condiciones apropiadas de pH, temperatura y humedad para el crecimiento microbiano. Estos microorganismos dependen del rumiante para disponer de las condiciones óptimas para su crecimiento y el rumiante depende de los productos de fermentación anaeróbica del alimento fibroso que ingiere y de la actividad biosintética microbiana, para cubrir sus propias necesidades nutritivas (20).

2.2.14. Digestibilidad

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales (18).

Indica que la digestibilidad de un alimento se puede definir como la cantidad de alimento que ingiere el animal y no es eliminada con las heces, por lo que se presume que fue absorbida (18).

2.2.14.1. Técnica *in vivo*

Este procedimiento ha sido usado tradicionalmente para determinar la digestibilidad. La cantidad media diaria de nitrógeno aparentemente absorbido por el animal, se calcula por diferencia entre la cantidad de nitrógeno del alimento consumido y la cantidad excretada en las heces. Esa cantidad, expresada como porcentaje de lo ingerido es el coeficiente de digestibilidad. Puesto que las heces no se componen únicamente de alimentos indigestibles, sino que incluyen células descamadas y productos excretados al tracto digestivo, la diferencia entre lo ingerido y lo excretado determinada de esta forma se denomina digestibilidad aparente (17).

2.2.14.2. Técnica *in situ*

Define que el método *in situ* sirve únicamente para determinar la digestibilidad ruminal. Para ello se fistulan los animales a nivel del rumen. Se utiliza la técnica de la bolsa de nylon, en la cual se deposita una muestra seca finamente molida, de 1 mm para someterla a un proceso de digestión que tarde de 48 a 72 horas, luego de lo cual se evalúa la digestibilidad del alimento. También se puede utilizar la técnica del hilo de algodón, por medio de la cual se mide la actividad celulolíticas ruminal, representada por la pérdida de peso que sufre el hilo durante el proceso de digestión ruminal (17).

2.2.14.3. Técnica *in vitro*

Los estudios de digestibilidad son tan laboriosos de llevar a cabo que se han hecho numerosos intentos para reproducir en el laboratorio las reacciones que tienen lugar en el tracto digestivo del animal, con el objeto de poder determinar la digestibilidad de los alimentos. No es fácil reproducir, en su totalidad, la digestión de los animales monogástricos, pero la digestibilidad de las proteínas puede determinarse mediante las técnicas multienzimáticas y el ataque *in vitro* con pepsina y ácido clorhídrico (17).

2.2.15. Digestión de proteínas

En el rumen la proteína es degradada a cetoácidos y amoníaco, siendo este último la principal fuente de N para la síntesis microbiana. La intensidad de este proceso degradativo es variable y depende de la magnitud de la fracción potencialmente degradable y de su tiempo de retención en el rumen (21).

La proteína es particularmente vulnerable a la fermentación ruminal, debido a que está formada por carbonos, los cuales se pueden reducir todavía más que los carbohidratos para proveer energía a los microorganismos. Los microorganismos del rumen son capaces de sintetizar todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales para el hospedero (22).

2.2.16. Digestión de carbohidratos

Los carbohidratos de la dieta que entran al rumen son hidrolizados por enzimas extracelulares de origen microbiano. En el caso de los carbohidratos fibrosos, el ataque requiere de una unión física de las bacterias a la superficie de la partícula vegetal, la acción de las enzimas bacterianas libera principalmente glucosa y oligosacáridos hacia el líquido ruminal por fuera de los cuerpos celulares microbianos. Estos productos no son aprovechados por el rumiante, en su lugar, son rápidamente metabolizados por el microbiota ruminal (17).

Los carbohidratos tienen diferentes velocidades de fermentación, los carbohidratos solubles (sacarosa) se degradan rápidamente mientras la celulosa se degrada de manera más lenta. Las pectinas y los almidones tienen una velocidad de degradación intermedia, el almidón tiene como producto de su degradación la glucosa, la cual constituye un sustrato muy importante para la flora ruminal (17).

2.2.17. Trabajos de investigación en alimentación de poligástricos con *erythrina sp*

Cabras lactantes estabuladas fueron usadas para medir el efecto de la suplementación proteica con distintos niveles de hojas de Poró (*Erythrina poeppigiana*). Las 24 cabras usadas eran principalmente cruces de Nubiano x Criollo que en promedio al iniciar el experimento tenían 80 días de lactancia y una producción de 1 kg de leche por día. Se utilizó un diseño de sobrecambio dispuesto como Cuadrado Latino con periodo extra. Los periodos fueron de 21 días y la duración total del experimento de 105 días. Las cabras recibieron una dieta basal de pasto king grass (*Pennisetum purpureum*) picado *ad libitum* más una cantidad fija de banano verde de desecho (0.47 kg/d de MS). Esta dieta base fue suplementada con 0, 0.5, 1.0 y 1.5% del PV en MS con hojas de Poró. Se obtuvo respuestas significativamente lineales y cuadráticas a la suplementación, incrementándose la producción de leche de 326 g/d a 820 g/d a medida que se incrementó la proporción de Poró en la dieta. Esta respuesta estuvo altamente correlacionada ($r^2 = 0.95$) con el consumo total de materia seca que subió de 1.16 kg/d (2.96% PV) a 1.65 kg/d (4.43% PV). Se concluye que las hojas de Poró constituyen un valioso recurso para la alimentación de cabras lactantes (23).

Para lograr los mejores niveles de producción de leche en cabras, se utilizó 2 kg de plátano verde con 2 kg de biomasa de poró y 8 kg de king grass; para obtener 1,27 kg de leche en cabras de 45 kg de peso vivo. Primero suministró la cantidad diaria de plátano picado más las hojas de Poró. Una vez que estos alimentos fueron consumidos, ofreció el pasto king grass picado *ad libitum* y en cantidades tales, que, al día siguiente, recogiera como rechazo, al menos 25% de la

materia ofrecida. El autor concluye que las hojas de Poró constituyen un valioso recurso para la alimentación de cabras lactantes (24).

El follaje de poro es un alimento muy consumido por las cabras; al comparar el consumo de poró con el *Dolichos lablab* en cabras secas estabuladas, encontraron consumos de 3,3% del peso corporal, cuando se utilizó el poró como dieta única; lo que indica que una cabra de 40 kilos de peso consumía 1,32 kg de materia seca o 6,6 kg de material verde (25).

En un estudio acerca de la ganancia de peso en terneros de lechería, se demostró la factibilidad económica de sustituir el 67% de la proteína, aportada por la harina de soya (en raciones ofrecidas en el período postdestete) por proteína proveniente del follaje de poró, registró ganancias de peso de 294, 366 y 372 g/día (100; 33,33 y 66,67% de sustitución) (25).

2.2.18. Trabajos de investigación en alimentación de otras especies animales con *erythrina* sp

En un estudio se evaluó, el efecto de diferentes raciones (concentrado + forraje verde) en el crecimiento de cuyes. Utilizaron un total de 32 animales (16 machos y 16 hembras), de una edad promedio de 25 días y un peso promedio de 235 g después del destete bajo el diseño DCA. Se formó cuatro tratamientos conformados por 8 animales cada uno, y se alimentaron de la siguiente manera: T1) Cascara de papa *ad libitum* + concentrado. T2) Hoja de plátano *ad libitum* más concentrado. T3) *Erythrina* + concentrado. T4) Pasto Camerún + concentrado. El concentrado utilizado fue el comercial Purina - Conejina, dado en una cantidad de 15g/animal/día para los cuatro tratamientos. Se obtuvieron los siguientes resultados a los 56 días de experimentación, los incrementos de peso promedio/tratamiento de: 273,7; 315; 330 y 336,3 g para los tratamientos 1; 2; 3 y 4 respectivamente; que al análisis de variancia no hubo significación estadística (26).

El trabajo realizado en la granja zootécnica de la UNAS, fue determinar el efecto de la *Erythrina*, suplementada con yuca fresca y concentrado comercial; y evaluar el efecto económico del sistema. Las variables evaluadas fueron consumo total de alimento, ganancia de peso, C.A. y

análisis económico. El trabajo tuvo una duración de 63 días, usaron 50 cuyes destetados, con un peso promedio de 257,8 g, bloqueados por sexo y distribuidos en 5 tratamientos de 10 animales cada uno. Emplearon DBCA, cada animal recibió en el tratamiento T1 concentrado en forma libre, los tratamientos T2, T3, T4 y T5 se les ofreció *Erythrina ad-libitum*, suplementados con 32,1 g, 38,5 g, 44,9 g, 52,3 g. de yuca fresca y 9,9 g, 7,0 g, 4,1 g, 0,0 g. de concentrado respectivamente. La variable consumo total de alimento no mostró diferencia estadística entre tratamientos; en la ganancia de peso que los tratamientos T2, T3 y T4 fueron los mejores con 5,7 g, 5,4 g y 5,6 g respectivamente, los mejores índices de conversión alimenticia lo obtuvieron los tratamientos T3 (7,91 g), T2 (7,99 g) y T4 (8,10 g). Los análisis económicos mostraron que el costo por kg de cuy vivo, fue menor para el tratamiento T4, el mejor beneficio neto lo obtuvo el tratamiento T2. Se concluye que se puede usar la *Erythrina* suplementada con yuca y concentrado en el crecimiento de cuyes por ser estos los tratamientos que tuvieron mejor ganancia de peso, conversión alimenticia y beneficio neto; la *erythrina* suplementada solo con yuca fresca no mostró ser buen alimento para la crianza de cuyes (27).

En un estudio sobre el comportamiento productivo de cuyes, bajo el efecto del consumo de kudzu (*Pueraria phaseoloides*), caraca (*Erythrina poeppigiana*) y 3 niveles de banano maduro (40; 60 y 80 g/animal/día) suplementados con 15 g de balanceado. Utilizo un arreglo factorial 2 (leguminosas) x 3 (niveles de banano maduro) + 1 (testigo, en base a pasto saboya + balanceado), empleándose un DBCA con tres repeticiones. Se utilizaron 42 gazapos de 21 días de edad con un peso promedio de 225g. Para determinar diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($P < 0.05$), y la rentabilidad de los tratamientos que determina a través de la relación beneficio/costo. El kudzu fue la leguminosa de mayor consumo (3223 g) con respecto a la caraca, sin embargo, esta última leguminosa, reporta la C.A. más eficiente (7.6). En la ganancia de peso y en el rendimiento a la canal, no se registraron diferencias estadísticas. Los niveles de banano maduro no registraron diferencias estadísticas significativas, para el consumo de forraje, ganancia de peso, conversión alimenticia, sin embargo, estos presentaron diferencias estadísticas con relación al testigo (28).

En otro estudio utilizaron 25 cuyes machos de 28 días de edad. Los animales fueron alimentados con cinco niveles de harina de hojas de *erythrina* (0, 6, 12, 18 y 24%), distribuidos bajo el diseño

completamente al azar (DCA). Le brindó 100 g de forraje verde (king grass morado) por animal/día y concentrado Ad libitum. Las variables dependientes evaluadas fueron: nivel óptimo de inclusión de harina de eritrina, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, beneficio económico y evaluación histológica del hígado. No se registraron diferencias significativas para los parámetros productivos evaluados a excepción de consumo diario de forraje para la fase de acabado y periodo total, los cuyes alimentados con ración incluida de 12% de harina de hojas de *erythrina* consumieron mayor cantidad de forraje (85.38 g y 80.63 g) respectivamente comparado a los demás tratamientos. Los análisis económicos mostraron que a un nivel de 6 y 24% de inclusión de harina de *erythrina* en la ración concentrada obtuvo mayor beneficio neto y merito económico (14.30, 13.30 s/. y 40.11, 40.04%) respectivamente (29).

El trabajo de investigación tuvo lugar en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, con el objetivo de evaluar el efecto del pisonay (*erythrina sp*) en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) del destete a la saca. Un autor evaluó la ganancia de peso vivo (GPY), Índice de conversión alimenticia (ICA) y rendimiento de carcasa (RC). Formaron 4 tratamientos (TO, TI, T2 Y T3) de 10 cuyes mejorados machos cada uno, destetados a los 15 días de nacido distribuidos al azar a cada uno de los tratamientos. Se les ofreció dietas isoproteicas (17%) e isoenergeticas (3200 kcal/kg) con 0, 12, 20 y 32% respectivamente para cada uno de los tratamientos de hojas y peciolos de pisonay (*erythrina sp*) a una edad de corte de 120 días; el experimento tuvo una duración de 6 semanas, desde la segunda hasta la octava semana de vida, el suministro de alimento tuvo dos frecuencias correspondientes al 9% de peso vivo, y agua a libre disposición. Los resultados fueron analizados con el programa estadístico SPSS. La GPY mostro diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) (30).

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se ejecutó en el Laboratorio de Rumiología en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo de la Facultad de Ciencias Pecuarias, la misma que está ubicada en el km 7 vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 01° 06` 30” de latitud sur y 79° 29` 30” de latitud oeste y a una altura de 73 metros sobre el nivel del mar.

3.1.1. Mapeo del lugar donde se realizó la investigación

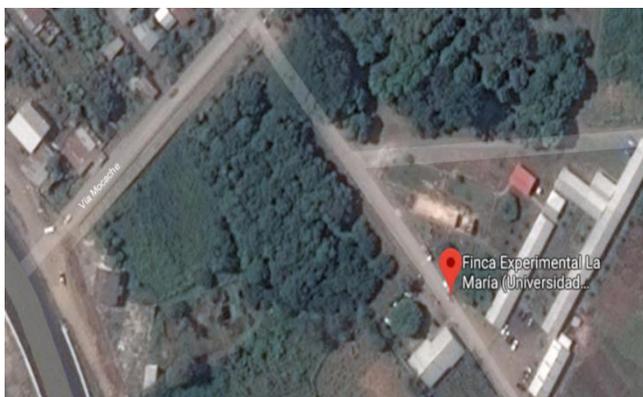


Figura 4. Mapa del lugar donde se realizó la investigación.

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo exploratoria porque dependió del grado de degradabilidad de la MS, MO, FDN y FDA de la *E. poeppigiana*. Se aplicó un diseño experimental como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos

3.3. Método de investigación

El proyecto de investigación tuvo un método exploratorio e inductivo por medio de las cuales se evaluó los efectos de las variables estudiadas, mediante la aplicación del análisis estadístico

y se determinará la composición química y la cinética de degradación ruminal *in situ* de la especie bajo estudio.

3.4. Fuentes de recopilación de información

La información se recolecto de fuentes primarias (análisis) y fuentes secundarias como (libros, artículos, páginas web y otros.) que contribuirán al desarrollo de esta investigación.

3.5. Diseño de la investigación

Para la determinación de la composición química se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con seis tratamientos (6) y tres repeticiones (3), mientras que para la determinación de la cinética de degradación ruminal *in situ* se aplicó un DCA, con seis tratamientos (6) y cuatro (4) repeticiones y para establecer la diferencia entre medias la prueba de TUKEY ($P \leq 0.05$). El modelo matemático utilizado se detalla a continuación.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = media general de una población

τ_i = efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = efecto aleatorio (error experimental)

3.5.1. Esquema del análisis de varianza (ANDEVA)

Tabla 3. *Esquema del ANDEVA. Composición química*

F de V		GL
Trat	t-1	5
E. Exp.	t (r-1)	12
Total	t.r-1	17

Elaboración: Vanessa Diaz Romero

Tabla 4. Esquema del ANDEVA. Degradabilidad

F de V		GL
Trat	t-1	5
E. Exp.	t (r-1)	18
Total	t.r-1	23

Elaboración: Vanessa Diaz Romero

3.5.2. Tratamientos

Tabla 5. Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T1	<i>E. poeppigiana</i> a los 30 Días
T2	<i>E. poeppigiana</i> a los 45 Días
T3	<i>E. poeppigiana</i> a los 60 Días
T4	<i>E. poeppigiana</i> a los 75 Días
T5	<i>E. poeppigiana</i> a los 90 Días
T6	<i>E. poeppigiana</i> a los 105 Días

3.6. Instrumento de investigación

Para la recolección de los datos y estudio de cada una de las variables se utilizó una libreta de campo y una vez hecho los análisis se procedió a la aplicación de los datos en una hoja electrónica (Excel- Solver) y al software estadístico InfoStat.

Se utilizaron cuatro toros con un peso de 450,3±35.2 kg, provistos de una cánula ruminal (cuatro pulgadas de diámetro interno, Bar Diamond, Parma, Idaho, EEUU). Los animales se alojaron en corrales individuales y fueron alimentados con una dieta a base de pasto saboya (*Panicum maximun*) y king grass (*Pennisetun purpureun*) y se les proporcionó agua *ad libitum*.

Para determinar la composición química se utilizaron 36 fundas F57 (Trat x Repet x 2).

La degradación ruminal *in situ*, se determinó mediante la técnica de la bolsa de nylon en el rumen. En cada animal se colocaron dos bolsas con 10,0 g MS de cada tratamiento y se incubaron por 0; 6; 12; 24; 48; 72 y 96 h. Con un total de 168 fundas (6 bolsas por cada tiempo

de corte X los 7 periodos de incubación en los 4 fistulados). Por cada tiempo de incubación se incluyeron dos bolsas vacías, que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado.

Al término de los periodos de incubación, las bolsas fueron removidas, lavadas con agua corriente y secadas en la estufa a 65 °C, hasta obtener peso constante y luego se registraron los pesos para su análisis e interpretación. Las bolsas empleadas para medir la pérdida por lavado (0 h) no se incubaron en el rumen y solo se lavaron con agua corriente, hasta obtener un efluente transparente. La desaparición de la MS se ajustó a la ecuación $p=a+b \times (1-e^{-ct})$ donde p es la desaparición de la MS a tiempo t , a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la h 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación de b (h^{-1}). La degradabilidad efectiva (DEMS y la DEP) se calculó para tres tasas de paso ruminal (k): 0,02, 0,05 y 0,08 h^{-1} , de acuerdo con la ecuación $DEMS = a + [(b \times c) / (c+k)]$, donde a , b , c y k se han descrito anteriormente.

Todos los análisis estadísticos se hicieron con InfoStat Los datos se analizaron con el procedimiento GLM y las medias de mínimos cuadrados se compararon con el test de Tukey ($P \pm < 0.05$). Los parámetros de la cinética de degradación se calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER de Microsoft EXCEL[®]. Las variables evaluadas fueron:

3.6.1. Determinación de la materia seca (MS)

Esta variable se determinó mediante la desaparición y diferencia de peso de la materia seca de los tratamientos y para ello se usará la siguiente formula:

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

3.6.2. Determinación de la materia orgánica (MO)

Para determinar el contenido de materia orgánica (MO) se empleó el método gravimétrico para poder conocer la porción de mineral o inorgánica de las muestras evaluadas utilizando la siguiente formula:

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

Dónde:

MO= Materia orgánica

3.6.3. Determinación de la materia inorgánica (MI)

Se obtuvo por diferencia después de haber determinado la materia orgánica (MO) utilizando la siguiente formula:

$$\text{MS} (\%) = \text{PF} - \text{Pi}/\text{Pm} * 100$$

Dónde:

MI= Materia inorgánica

Pf= Peso final

Pi= Peso inicial

Pm= peso de la muestra

3.6.4. Determinación de la proteína Cruda (PC)

Se realizó mediante el método de Kjeldahl y utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Proteína cruda} (\%) = \text{Nitrógeno en la muestra} * 6.25$$

3.6.5. Fibra en de Detergente Neutra (FDN)

Se realizó con base al método establecido por ANKOM Technology con la siguiente formula:

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

Dónde:

FDN= Porcentaje de la fibra en detergente neutra.

W₁= Peso de la bolsa.

W₂= Peso de la muestra.

W₃= Peso posterior a la extracción.

MS (%) = Porcentaje de la materia seca.

3.6.6. Fibra en detergente acida (FDA)

Se realizó con base al método establecido por ANKOM Technology con la siguiente formula:

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

Dónde:

FDN= Porcentaje de la fibra en detergente acida.

W₁= Peso de la bolsa.

W₂= Peso de la muestra.

W₃= Peso posterior a la extracción.

MS (%) = Porcentaje de la materia seca.

3.7. Tratamiento de los datos

En época de invierno se realizó un corte de igualación a 30 cm desde la superficie del suelo, de las parcelas establecidas sin fertilización, luego se realizó la cosecha del forraje verde a partir de los 30 días y se procedió a realizar el corte cada 15 días (30, 45, 60, 75, 90, 105).

Para la toma de las variables se utilizaron los instrumentos mencionados en recursos humanos y materiales, según la variable a evaluar se aplicó el método proximal de WEENDE para; Materia seca (MS), materia orgánica, (MO), materia inorgánica, (MI), proteína cruda (PC) y el método de VANSOEST Para fibra en detergente neutra (FDN) y fibra en detergente acida (FDA).

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Ing. Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño Director del proyecto de investigación
- Díaz Romero Vanessa Estefanía Autora del proyecto de investigación

3.8.2. Materiales y equipos

- Estufa.
- Bolígrafo
- Tijera de podar
- Libreta de apuntes
- Cámara
- Libro de campo
- Computadora
- Bovinos fistulados Brahman
- Fundas Nylon Ankom (10 x 19 cm. Tamaño de poro 50 micras).

- Fundas Ankom F57.
- Bolsas *in situ* para análisis
- Balanza analítica
- Destilador
- Mufla
- Digestor FDN – FDA
- Crisoles
- desecador

3.8.3. Reactivos

- Acid Detergent Dry Concentrate, para diluir en 20 L de H₂O destilada. Marca: Ankom.
- Neutral Detergent Dry Concentrate, para diluir en 20 L de H₂O destilada. Marca: Ankom.
- Cloruro de sodio Marca: Merk.
- Normal Sulfuric Acid.
- Pastillas catalizadoras.
- Ácido bórico.
- Sulfito de sodio.
- Alphasilasa
- Acetona
- Agua destilada
- Verde bromacresol

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Composición química de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de corte

Los resultados de la composición química de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) evaluada en diferentes periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90 y 105 días de edad), se reportan en la tabla 6, Figuras 5, 6, 7, 8, 9,10 y Anexo 1.

Los alimentos aportan nutrimentos requeridos por el cuerpo animal para desarrollar diferentes funciones. Tradicionalmente se ha empleado terminología variada para describir la utilidad de un alimento como valor nutritivo y este puede ser estimado a partir de su composición química (31).

4.1.1. Materia Seca (MS)

No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T6 (105 días de cosecha) obtuvo la mayor cantidad de MS, estos resultados son consistentes a los reportados por Paillacho (32) obtuvo mejores resultados a los 17 días de cosecha posiblemente estuvo relacionado con el crecimiento de la planta, ya que a medida que la célula de la planta madura, ocurren cambios químicos, anatómicos e incremento de la pared celular. Eirin (33) menciona que al aumentar los días a la cosecha de los forrajes se incrementa el contenido de materia seca.

Tabla 6. Promedios, EE y significación estadística para la PC, MS, MO, FDN, FDA de la morera en seis periodos de corte

Periodo Corte (d)	Variables					
	MS	MO	MI	PC	FDN	FDA
30	90,17±0,3b	89,30±0,8a	10,70±0,84a	15,79±0,71b	58,63±0,40a	26,66±3,65bc
45	90,44±0,1b	90,99±0,8a	9,01±0,82a	18,69±0,12a	58,03±0,41b	24,47±0,94bc
60	90,45±0,12b	88,42±0,4a	11,58±0,40a	15,21±0,17b	56,21±0,23c	29,93b±0,28ab
75	90,84±0,10ab	89,18±0,8a	10,82±0,81a	15,09±0,16b	59,60±0,21a	34,97±0,28a
90	90,64±0,13b	88,45±0,6a	11,55±0,62a	14,33±1,19b	54,27±0,26d	29,76±0,16ab
105	91,92±0,46a	90,58±0,83a	9,42±0,83a	16,80±0,29ab	49,29±0,35e	21,46±0,70c
R ²	0,71	0,47	0,47	0,74	0,98	0,79

EE= Error Estándar. *PC*= Proteína Cruda. *MS*= Materia Seca. *MO*= Materia Orgánica. *MI*= Materia Inorgánica. *FDN*= Fibra Detergente Neutra. *FDA*= Fibra Detergente Acida. *R*²= Coeficiente de Determinación. Promedios con letras diferentes son significativos según Tukey (P<0.005).

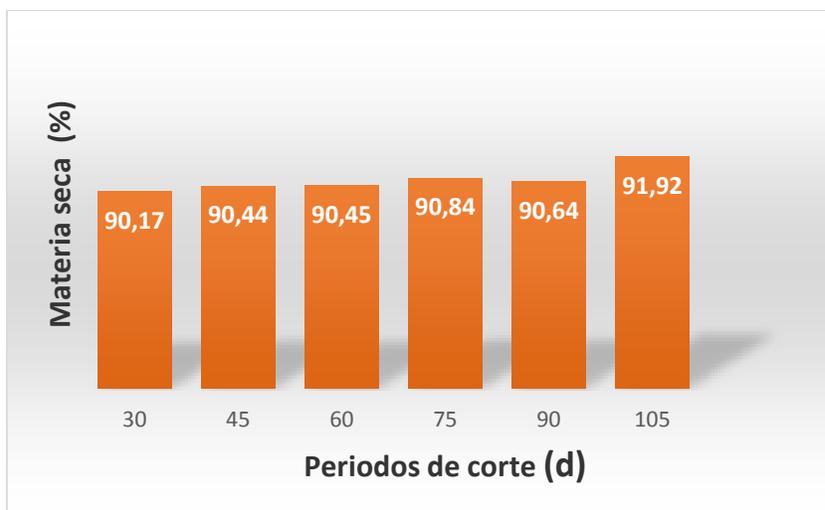


Fig. 5. Porcentaje de Materia seca (MS) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

4.1.2. Materia Orgánica (MO)

La MO no se vio afectada por la edad o periodo de corte de la caraca, sin embargo, a los 45 días de cosecha se obtuvieron mayores resultados ($90,99 \pm 0,82$). García (25) obtuvo valores inferiores en *E. poeppigiana* hallando contenidos de 82,5% de Materia Orgánica.

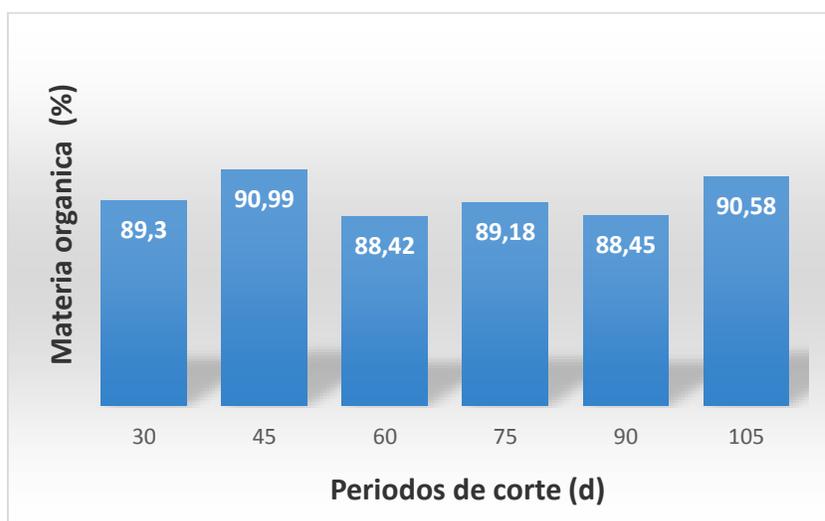


Fig. 6. Porcentaje de Materia orgánica (MO) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

4.1.3. Materia inorgánica (MI)

La MI no se vio afectada por la edad o periodo de corte de la caraca, sin embargo, a los 60 días de cosechas se obtuvieron mejores resultados ($11,58 \pm 0,40$). Estos resultados son inferiores a los reportados por Sánchez (30) quien reporta 13,4 en *Erythrina* y superiores a los de Eirin (34) reportando valores de 8,65 de materia inorgánica.

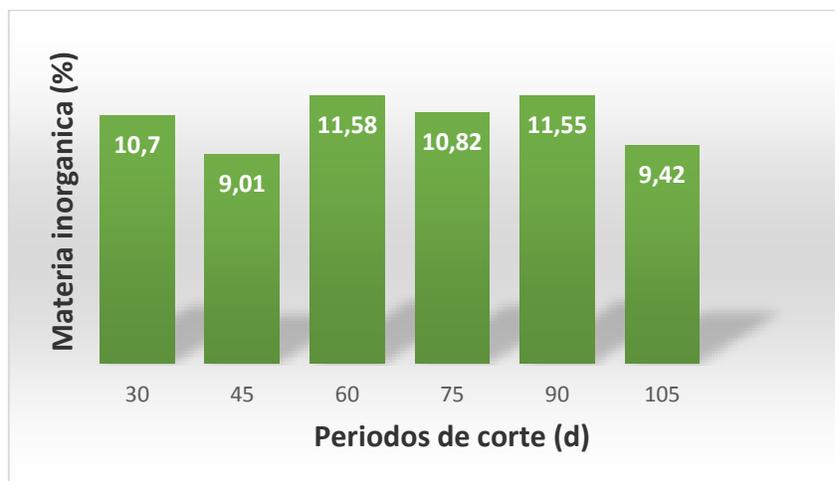


Fig. 7. Porcentaje de Materia inorgánica (MI) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

4.1.4. Proteína Cruda (PC)

El mayor ($P < 0,05$) porcentaje de PC, se registró a los 45 días de edad de la planta ($18,69 \pm 0,12$) con un grado de asociación positivo ($R^2 = 0,74$). Coincidiendo con Eirin (34) Cuando se realizan cortes tempranos se obtiene menor cantidad de MS y mayor cantidad de proteína, cuando los cortes son tardíos la MS es mayor y la calidad nutricional se reduce ligeramente. Sin embargo, Martínez (18), quienes al evaluar follaje comestible (hojas + tallos finos) de *erythrina* (3 meses de rebrote) obtuvieron un contenido de PC (23,5%). Valores próximos a otras especies arbóreas del mismo género, 22,8% en *E. goldmanii* 23% en *E. berteriana* y 27% en *E. variegata*, 26,5% en *E. ediles*, 18% en *E. glauca* y 29,2 a 22,8% a los 30 y 90 días de rebrote en *E. variegata*. Estos valores proteicos resultan ventajosos para el uso de esta especie arbustiva como suplemento para ganado al pastoreo en un sistema silvo-pastoril.

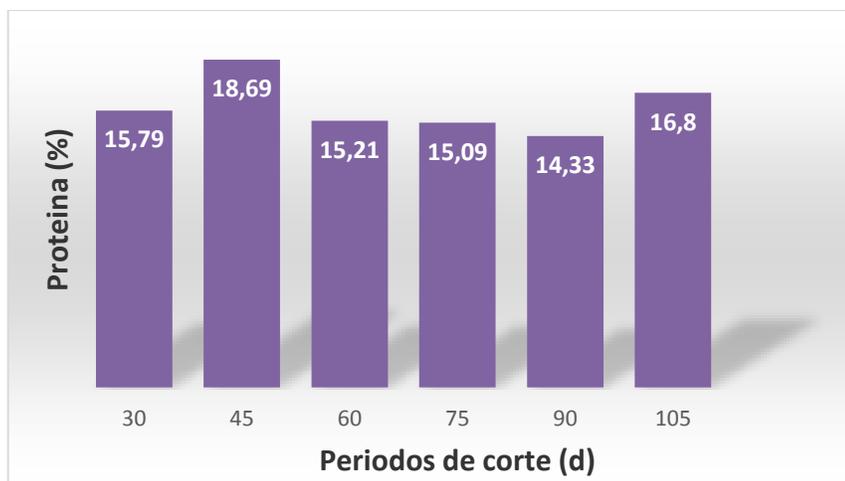


Fig. 8. Porcentaje de Proteína (PC) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

4.1.5. Fibra Detergente Neutra (FDN)

El mayor porcentaje de FDN se registró a los 75 días de edad o periodo de corte ($59,60 \pm 0,21$) de la caraca, siendo estadísticamente diferente ($P < 0,05$) al resto de periodos evaluados. Con un grado de asociación positivo ($R^2 = 0,73$). Estos resultados son inferiores a los reportados por Meza (35) que señala que en el análisis proximal del follaje henificado de las arbóreas y arbustivos, la mayor parte de la FDN lo registro la caraca (52.19%).

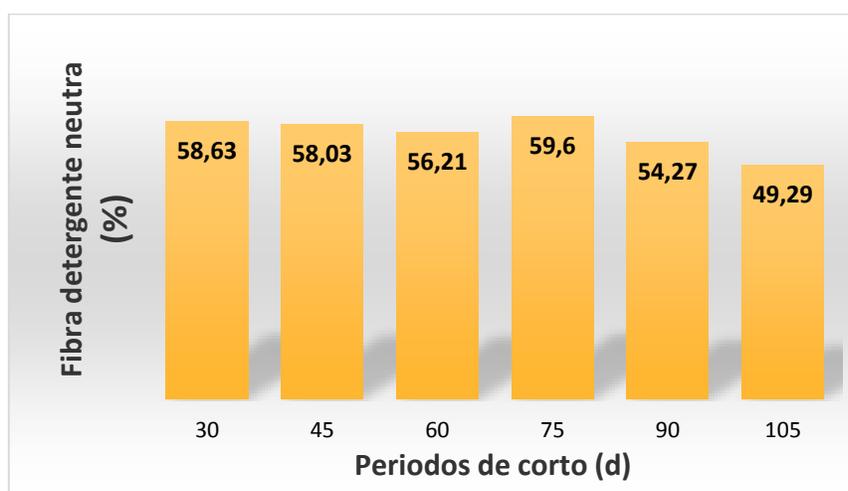


Fig. 9. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

4.1.6. Fibra Detergente Ácida (FDA)

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en la FDA se reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) con un valor alto a los 75 días de corte ($34,97 \pm 0,28$). Estos resultados son superiores a los de Álvarez (36) quien obtuvo valores de 17,9 en FDA. Mientras que la composición química del Erythrina en el valle interandino de Abancay a los 120 días de rebrote para la FDA fue de 35,9% García (25).

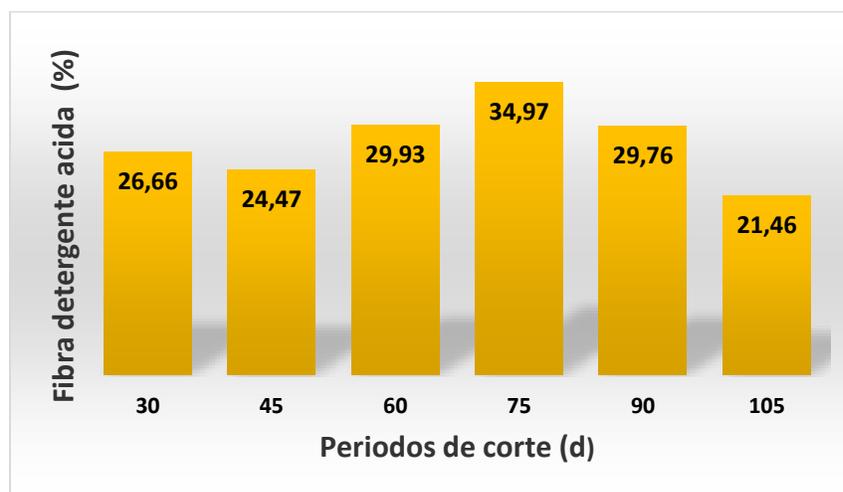


Fig. 10. Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

4.2. Degradación y cinética ruminal *in situ* de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes tiempos de incubación

La estimación de la degradabilidad *in situ*, tiene como objetivo evaluar algunas características como la tasa y magnitud de la ingestión de alimentos, las cuales están relacionadas con la calidad nutritiva de los forrajes y puede dar un indicativo del aporte de nutrientes de las diferentes fuentes alimenticias utilizadas en los rumiantes (31).

4.2.1. Degradación y cinética ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS)

El mayor ($P < 0,05$) porcentaje de degradabilidad de la MS la registro el periodo de corte a los 30 días, a las 6, 12 y 96 horas de incubación (95,48; 96,20 y 95,24 %, respectivamente) (Tabla 7 y Fig. 11). Valores cercanos a los de Fuentes (37) , con una degradabilidad de la MS del 86,73 y 90,09%. Roe (38) nos da valores de 26,9; 44,6 y 51;1 a las 24, 48 y 72 horas respectivamente, de igual manera la mayor ($P < 0,05$) Degradabilidad Potencial (DP) y Degradabilidad Efectiva (DE) a las 2; 5 y 8 horas (94,83; 93,70; 92,06 y 90,49%, en su orden).

Bautista (39) evaluó la Cinética ruminal y degradabilidad efectiva (DE) de la (MS) en *Erythrina* para tres edades de rebrote, entre los parámetros de la cinética ruminal de la MS se tiene que, la fracción soluble (a) a los 135 días de rebrote fue de 24.6 y mejor que en los otros dos tiempos de rebrote. Además, la tasa de degradabilidad efectiva (DE) fue superior (41.3% en MS) a los 105 días respecto a 120 y 135 días del rebrote.

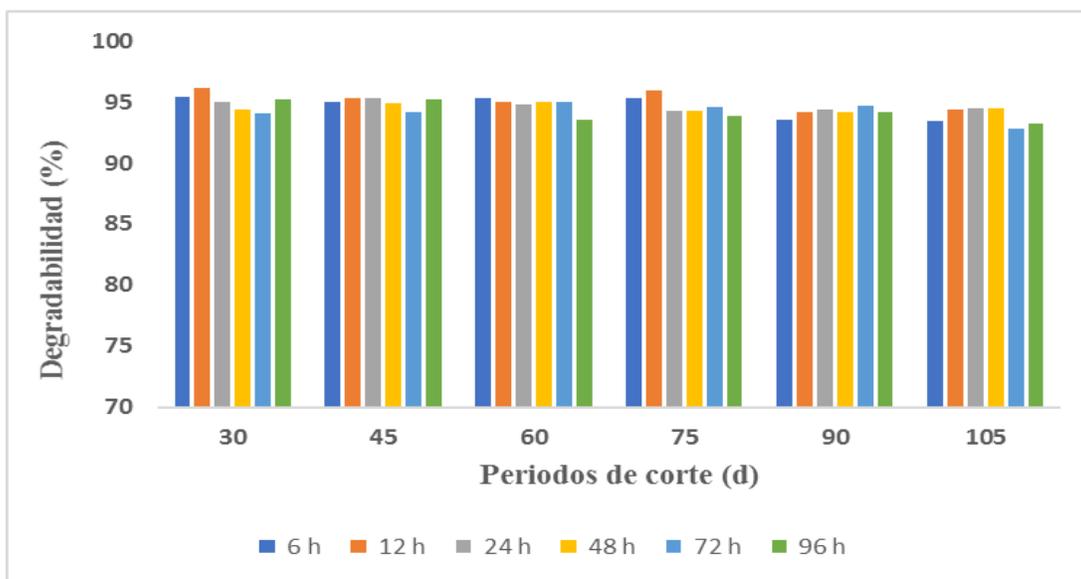


Fig. 11. Porcentaje de Materia seca (MS) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

Tabla 7. Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Seca (MS) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) a diferentes tiempos de incubación.

Horas Incubación	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	95,48a	94,98ab	95,30ab	95,29ab	93,54ab	93,48b	0,43	0,0079
12	96,20a	95,38a	95,06a	95,95a	94,22a	94,43a	0,61	0,1276
24	94,98a	95,29a	94,86a	94,34a	94,36a	94,45a	0,49	0,6860
48	94,41a	94,94a	95,06a	94,29a	94,19a	94,45a	0,99	0,9833
72	94,06a	94,14a	95,01a	94,60a	94,69a	92,79a	0,62	0,2160
96	95,24a	95,21a	93,55b	93,89b	94,15ab	93,28b	0,28	0,0002
Cinética de degradación (%)								
a	0,05a	0,18ab	0,46a	0,36ab	0,27ab	0,26ab	0,07	0,0207
b	94,79a	94,63ab	93,09c	93,54bc	93,85abc	93,02c	0,27	0,0004
c	1,89a	1,73a	0,93a	1,01a	1,04a	1,02a	0,34	0,2134
DP	94,83a	94,81a	93,55b	93,89ab	94,11ab	93,28b	0,25	0,0010
DE(2h)	93,70a	93,35ab	91,60c	92,05bc	92,29bc	91,47c	0,29	0,0001
DE(5h)	92,06a	91,26ab	88,82c	89,41bc	89,69bc	88,90c	0,48	0,0005
DE(8h)	90,49a	89,27ab	86,20b	86,91b	87,24b	86,46b	0,69	0,0016

EEM: Error Estándar de la Media; *a*: fracción soluble; *b*: fracción potencialmente degradable; *c*: tasa de degradación de *b*; *DP*: Degradabilidad Potencial (a+b); *DE*: Degradabilidad Efectiva a tasas de paso ruminal (2; 5 y 8 h). Promedios con letras diferentes son significativos según Tukey ($P < 0.005$).

4.2.2. Degradación y cinética ruminal *in situ* de la Materia Orgánica (MO)

El mayor ($P < 0,05$) porcentaje de degradabilidad de la MO fue registrado en el periodo de corte a los 45 días, a las 6, 12 y 24 horas de incubación (97,20; 95,00 y 95,73%, respectivamente), de igual manera la mayor ($P < 0,05$) Degradabilidad Potencial (DP) y Degradabilidad Efectiva (DE) a las 2; 5 y 8 horas (93,15; 91,37; 88,82 y 86,41%, en su orden) (Tabla 8 y Fig. 12).

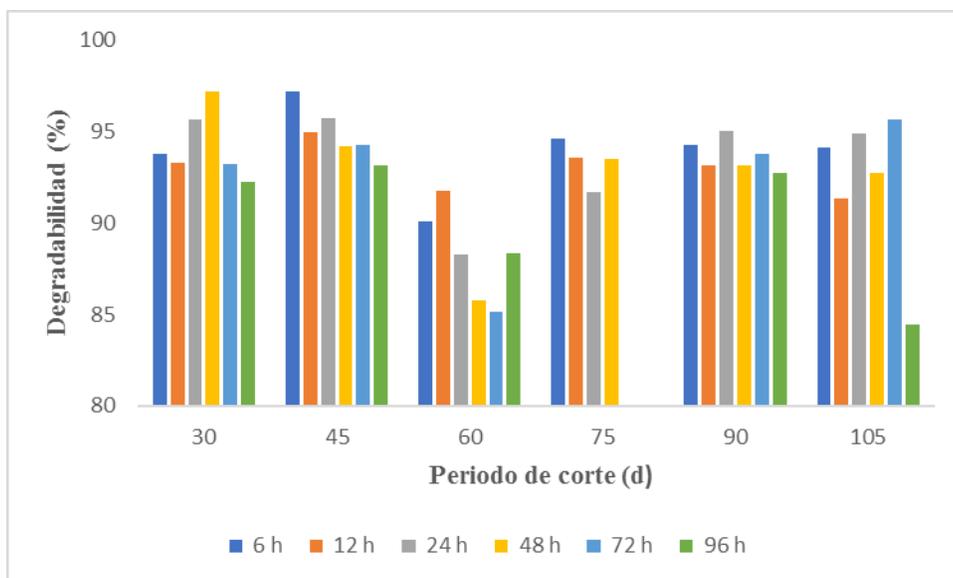


Fig 12. Porcentaje de Materia orgánica (MO) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte

Tabla 8. Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Orgánica (MO) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) a diferentes tiempos de incubación.

	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	93,81ab	97,20a	90,10b	94,65ab	94,31ab	94,15ab	1,17	0,0159
12	93,27a	95,00a	91,76a	93,58a	93,15a	91,32a	1,09	0,2467
24	95,66a	95,73a	88,27b	91,69ab	95,04a	94,88a	1,07	0,0004
48	97,23a	94,18a	85,74b	93,49a	93,16a	92,71a	1,38	0,0006
72	93,20a	94,30a	85,12b	94,57a	93,77a	95,70a	1,30	0,0002
96	92,25a	93,15a	88,34a	93,36a	92,73a	84,45a	2,57	0,1349
Cinética de degradación (%)								
a	0,46a	0,41a	0,35a	0,23a	0,41a	17,37a	6,84	0,4298
b	91,79a	92,74a	87,37a	92,66a	91,65a	67,08a	9,19	0,3485
c	0,94a	1,03a	1,20a	1,79a	1,03a	0,72a	0,25	0,1223
DP	92,25a	93,15a	87,72a	92,89a	92,06a	84,45a	2,47	0,1192
DE(2h)	90,33a	91,37a	86,27a	91,60a	90,27a	83,05a	2,33	0,1065
DE(5h)	87,59a	88,82a	84,19a	89,74a	87,71a	81,07a	2,16	0,0900
DE(8h)	85,02a	86,41a	82,21a	87,96a	85,30a	79,21a	2,04	0,0786

EEM: Error Estándar de la Media; **a:** fracción soluble; **b:** fracción potencialmente degradable; **c:** tasa de degradación de b; **DP:** Degradabilidad Potencial (a+b); **DE:** Degradabilidad Efectiva a tasas de paso ruminal (2; 5 y 8 h). Promedios con letras diferentes son significativos según Tukey (P<0.005).

4.2.3. Degradación y cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN)

La mayor ($P < 0,05$) degradabilidad de la FDN se registró en el periodo de corte a los 30 días de edad de la caraca y a las 24, 48 y 96 horas de incubación (86,39; 88,18 y 86,15%, respectivamente). De igual manera, el periodo indicado registra la mayor ($P < 0,05$) DE, a las 2; 5 y 8 horas (85,33; 81,84; 77,30 y 73,40 %, en su orden) (Tabla 10 y Fig. 13). Estos valores superan a los de Cárdenas (31), quien reporta que la fracción potencialmente degradable de la FDN fue de 42% a los 105 días y disminuye ($P > 0,05$) a 21% a los 135 días de edad del rebrote. Roa (38) reporta valores de 58,7% a las 72 horas. Choque (40), reporta valores significativos entre las 0 y 48 horas ($P < 0,05$), a los 120 días de rebrote la degradabilidad a las 0 horas fue menor en 7,6% con respecto a los 365 días y fue superior a las 48 horas en 3,9%. La degradabilidad ruminal a las 3, 6, 12 y 24 horas fue similar en ambos días de rebrote ($P > 0,05$).

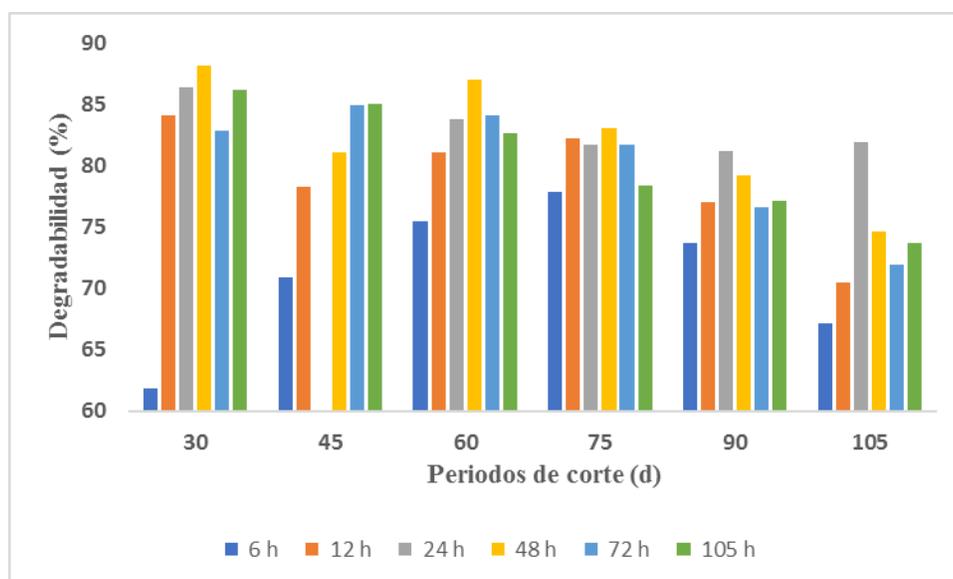


Fig. 13. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte.

Tabla 9. Parámetro de degradación ruminal in situ de la Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) a diferentes tiempos de incubación.

	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	61, 79a	70, 90a	75, 49a	77, 88a	73, 73a	67, 18a	6,97	0,6190
12	84,09a	78,31bc	81,09abc	82,25ab	77,03c	70,50d	1,08	<0,0001
24	86, 39a	83, 18a	83, 73a	81, 70a	81, 14a	81, 92a	2,80	0,7950
48	88, 18a	81,03abc	87,04ab	83,05abc	79,16bc	74,59c	1,95	0,0010
72	82, 82a	84, 91a	84,09a	81, 65a	76,57b	71,88b	1,06	<0,0001
96	86, 15a	85,05a	82,60ab	78,32bc	77,08bc	73,73c	1,37	<0,0001
Cinética de degradación (%)								
a	0, 16a	0, 11a	0,02a	0, 58a	0, 24a	0, 31a	0,16	0,2372
b	85, 17a	82, 92a	82,4ab	77,74bcd	76,61cd	72,87d	1,32	<0,0001
c	0, 64a	0, 62a	3, 28a	0, 84a	0, 86a	0, 75a	0,64	0,0601
DP	85, 33a	83,03ab	82,51ab	78,32bc	76,86c	73,18c	1,21	<0,0001
DE(2h)	81, 84a	80,41ab	81,27ab	76,50bc	75,11cd	71,24d	1,16	<0,0001
DE(5h)	77,30ab	76,77ab	79, 52a	73,92abc	72,64bc	68,52c	1,47	0,0008
DE(8h)	73,40ab	73,46ab	77, 89a	71,51ab	70,33ab	66,00b	1,86	0,0080

EEM: Error Estándar de la Media; **a:** fracción soluble; **b:** fracción potencialmente degradable; **c:** tasa de degradación de b; **DP:** Degradabilidad Potencial (a+b); **DE:** Degradabilidad Efectiva a tasas de paso ruminal (2; 5 y 8 h). Promedios con letras diferentes son significativos según Tukey (P<0.005).

4.2.4. Degradación y cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA)

La mayor (P<0,05) degradabilidad de la FDA se registró en el periodo de corte a los 30 días de edad de la caraca y a las 24; 48 y 96 horas de incubación (65,97; 67,46; 63,86%, respectivamente). De igual manera, la mayor DE, a las 2; 5 y 8 horas (61,80; 59,99; 57,47 y 55,16%, en su orden) (Tabla 11 y Fig. 14). Choque (40), reporto valores de una mayor degradabilidad significativa a los 120 días de rebrote (P<0,05) entre las 12 y 48 horas con respecto a los 365 días, así mismo la degradabilidad de la FDA entre las 0 y 6 horas fue similar (P>0,05) en ambos días de rebrote.

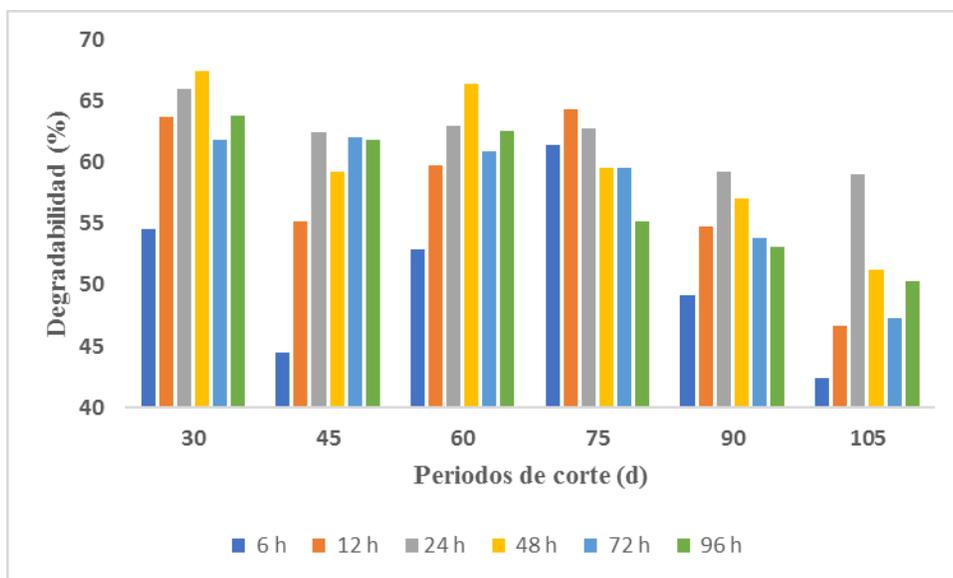


Fig. 14. Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (*E. poeppigiana*) en diferentes periodos de corte

Tabla 10. Parámetro de degradación ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) a diferentes tiempos de incubación.

	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	54,52ab	44,43b	52,87ab	61, 43a	49,16ab	42,40b	3,04	0,0014
12	63,67ab	55,15bcd	59,75abc	64, 31a	54,80cd	46,62d	1,96	<0,0001
24	65, 97a	62, 52a	63,03a	62, 82a	59, 26a	59,02a	3,83	0,7975
48	67, 46a	59,28ab	66, 40a	59,58ab	57,09ab	51,24b	1,46	0,0019
72	61, 81a	62, 10a	60, 96a	59,60ab	53,83b	47,26c	1,34	<0,0001
96	63, 86a	61,88ab	62,59ab	55,22bc	53,08c	50,32c	1,70	<0,0001
Cinética de degradación (%)								
a	0, 29a	0,08a	0, 24a	12, 16a	0, 43a	0,06a	4,93	0,4651
b	61, 51a	60, 47a	61, 94a	43,07a	52, 65a	50, 41a	6,17	0,2436
c	0, 67a	0, 44a	0, 61a	0, 60a	0, 68a	0, 54a	0,09	0,5130
DP	61, 80a	60,55ab	62, 18a	55,22abc	53,08bc	50,48c	1,65	0,0004
DE(2h)	59, 99a	57,90ab	60, 15a	54,15abc	51,54bc	48,69c	1,49	0,0003
DE(5h)	57, 47a	54,33ab	57, 36a	52,65abc	49,40bc	46,23c	1,31	0,0001
DE(8h)	55, 16a	51,18ab	54, 82a	51,25ab	47,43bc	44,01c	1,17	<0,0001

EEM: Error Estándar de la Media; **a:** fracción soluble; **b:** fracción potencialmente degradable; **c:** tasa de degradación de b; **DP:** Degradabilidad Potencial (a+b); **DE:** Degradabilidad Efectiva a tasas de paso ruminal (2; 5 y 8 h). Promedios con letras diferentes son significativos según Tukey (P<0.005).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados se plantean las siguientes conclusiones:

- ✓ La Materia Seca (MS); Orgánica (MO) e Inorgánica (MI) no se ven afectadas por la edad o los periodos de corte evaluados.
- ✓ El mayor porcentaje de Proteína Cruda (PC) y Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (*E. poeppigiana*) se registra a los 45 y 75 días de rebrote. De igual manera la degradabilidad *in situ* de la MS, no se vio afectada afectadas por la edad o los periodos de corte evaluados.
- ✓ La mayor degradabilidad de la Materia Orgánica (MO) se registra a los 45 días de edad de rebrote de la caraca y a partir de las 6 horas, hasta las 24 horas de incubación. Sin embargo, los mayores valores para la degradabilidad *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) se registra a los 30 días de rebrote a partir de las 24 horas, hasta las 96 horas de incubación.
- ✓ La mayor Degradabilidad Efectiva (DE: 2; 5 y 8% / hora) de la MS y MO se registró a los 30 y 45 días de edad del rebrote. Sin embargo, los mayores valores se registran para la FDN y FDA a los 30 días de edad del rebrote.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

- ✓ Utilizar la caraca (*E. poeppigiana*) para la alimentación de rumiantes y no rumiantes entre los 30 y 45 días de rebrote por que se obtiene el mayor porcentaje de proteína.
- ✓ Los valores obtenidos en la cinética ruminal *in situ* de la caraca (*E. poeppigiana*) permite que esta pueda ser incluida como una alternativa en planes de alimentación que requieran incorporar los valores energéticos de los alimentos y la energía disponible para el animal de este tipo de recursos alimenticios.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Mahecha L. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. [Online].; 2002 [cited 2019. Available from: <file:///C:/Users/Diaz/Downloads/Dialnet-SituacionActualDeLaGanaderiaDeCarneEnColombiaYAlte-3242901.pdf>.
2. EDIASA. La implementación de nuevos métodos orgánicos de alimentación de los bovinos y porcinos se investiga en Chone. 2017 Octubre 29..
3. Ovalles L. Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas. [Online]. Available from: <http://diversidadbiologica.minamb.gob.ve/especies/ficha/8/23893/>.
4. Somarriba E. Diagnostico y diseño agroforestal. [Online].; 1998 [cited 2019. Available from: https://www.researchgate.net/publication/323946142_Diagnostico_y_diseno_agroforestal.
5. Quintero M, Noguera R, Angel M. Digestion of dry matter, crude protein and amino acids of the diet dairy cows. Agron, Mesoam. 2017 Mayo- Agosto; 28(2).
6. Cruz M, Sanchez J. la fibra en la alimentacion del ganado lechero. Nutricion animal tropical. 2000; 6(1).
7. Abner A, Rodriguez C, Valencia C. El estómago del pequeño rumiante. RUMINANTIA. 2007; 3(2).
8. Rosales A, et al Segura H. Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz, manzana adiccionados con melaza. Avances en Investigación Agropecuaria. 2013; 17(2).
9. Molano M. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE FORRAJES TROPICALES. tesis para obtencion del titulo de magister. Palmira- Valle: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA; 2012.
10. Flores Y. CLAVE DENDROLOGICA PARA LA IDENTIFICACION DE LOS PRINCIPALES ÁRBOLES DE LA REGION UCAYALI. [Online].; 2016 [cited 2019. Available from: https://www.researchgate.net/publication/309907852_Clave_dendrologica_para_la_identificacion_de_los_principales_arboles_de_la_Region_Ucayali.
11. Morales L, Varon T. Elementos de manejo de plantas ornamentales. [Online].; 2006.
12. Farfan F. Erytrina Sp para sistemas agroforestales con café. CENICAFE. .
13. A.Barrance JBDHBJCJGDBFGGMGJGMHJHCHMIRLFMMMCREJSJ. Descripciones de especies de árboles nativos de América Central; (Arboles de Centroamérica un Manual para el Extensionista). [Online].; 2010 [cited 2019. Available from: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2393>.

14. Farfan VBBMFSA. Sistemas agroforestales. 2016 Febrero; 464(8).
15. Fernandez R. importancia y ventajas de la Erythrina poeppigiana en sistemas agroforestales.. ; 2010.
16. Esnaola M, Rios C. hojas de Poro E. poeppigiana. ; 2(1).
17. Mirabá RCC. "CINÉTICA DE DEGRADACIÓN Y DIGESTIBILIDAD DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (Zea maíz) EN CABRAS CRIOLLAS EN SANTA ELENA, ECUADOR". TRABAJO DE TITULACIÓN. La Libertad: UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA; 2015.
18. Martínez PR. Caracterización nutricional del gandul (canajus cajan), basado en sus componentes químicos, desaparición in situ de cinética digestiva. Tesis, para obtener el grado de Maestra en Ciencias Pecuarias. Colima: Universidad de Colima; 2002.
19. Van LE, Regueiro M. Digestión en Reticulo-Rumen. Montevideo: Universidad de La Republica, DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL Y PASTURAS; 2008.
20. Rotger CA. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo. Tesis El rumen es una cámara de fermentación anaeróbica. La población microbiana se mantiene al ingerir y masticar alimentos con regularidad, añadiendo tampones y eliminando los ácidos producidos, arrastrando los residuos doctoral. Barcelona: UNIVERSITAT AUTÓNOMA DE BARCELONA, Departament de Ciència Animal i dels Aliments; 2003.
21. Guada J. EFECTOS DEL PROCESADO SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE PROTEÍNA Y ALMIDÓN. Barcelona: Facultad de Veterinaria de Zaragoza, Producción Animal y Ciencia de los Alimentos; 1993.
22. Nava CC, Díaz CA. Producción Animal. [Online].; 2001 [cited 2018. Available from: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/79-introduccion_a_la_digestion_ruminal.pdf.
23. Benavides J. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. [Online].; 1994. Available from: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/bnvdes23.htm>.
24. Esnaola M. Hojas de "Poró"(Erythrina poeppigiana) como suplemento proteico para cabras lactantes. [Online].; 1990 [cited 2019. Available from: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/lrrd/lrrd2/1/esnaola.htm>.
25. García G. USO DE LA Erythrina sp. EN LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE. [Online].; 2014 [cited 2019. Available from: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1915/Garcia%20Balbin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

26. Barreros A. "EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE PROTEÍNA DE HARINA DE. [Online].; 2017 [cited 2019. Available from: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26401/1/Tesis%20102%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20523.pdf>.
27. Cruz E. "EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE BIOESTIMULANTE Y RECONSTITUYENTE ORGÁNICO. [Online].; 2015 [cited 2019. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5247/1/TESIS%20JAVIER%20CRUZ.pdf>.
28. Sánchez A ZDTEM. FORRAJERAS TROPICALES Y BANANO MADURO (Musa paradisiaca) EN EL ENGORDE. [Online].; 2012 [cited 2019. Available from: http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo057_AICA 2012.pdf.
29. Páucar ESDLC, Huaynate RAR, López DP. Inclusión de diferentes niveles de harina de hojas de eritrina (*Erythrina fusca*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de crecimiento y acabado. [Online].; 2014 [cited 2019. Available from: <https://www.unas.edu.pe/web/content/inclusi%C3%B3n-de-diferentes-niveles-de-harina-de-hojas-de-eritrina-erythrina-fusca-en-la>.
30. Sanchez Pariona CZ. Efecto del pisonay (*erythrina sp*) en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) del destete saca. [Online].; 2018 [cited 2019. Available from: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMB_ed3e3ef30c00cc8d24636a83e6c55b55.
31. Villanueva LAC, Pampa JLB, Zegarra JL, Zuñiga RR. DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA FIBRA DEL FOLLAJE PISONAY. [Online].; 2013 [cited 2019. Available from: [file:///C:/Users/Vanesa/Downloads/41687-57904-2-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Vanesa/Downloads/41687-57904-2-PB%20(2).pdf).
32. Cruz NRPDL. Composición química y cinética de degradación ruminal de forraje verde hidropónico de avena a cuatro tiempos de cosecha. [Online].; 2017 [cited 2019. Available from: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25720/1/Tesis%2084%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20488.pdf>.
33. EIRIN M. EFECTOS DEL MOMENTO DE ASIGNACIÓN DIARIA DE LA PASTURA Y. [Online]. [cited 2019. Available from: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/33937/Documento_completo.pdf?sequence=1.
34. CONDOR NTR. NIVELES SÉRICOS DE CREATININA Y UREA EN CUYES (*Cavia porcellus*) ALIMENTADOS CON PISONAY (*Erythrina sp*) EN TAMBURCO, APURÍMAC. [Online].; 2017 [cited 2019. Available from:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5271/Rodrigo_Condori_Noemi_Teresa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

35. G. A. Meza NJL. INCLUSIÓN DE HARINAS DE FOLLAJES ARBÓREOS Y ARBUSTIVOS. [Online].; 2014 [cited 2019. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v61n3/v61n3a05.pdf>.
36. Grefa LAA. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA EN TRES. [Online].; 2009 [cited 2019. Available from: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/55/1/TESIS%20DE%20LUIS%20ALONSO%20ALVAREZ%20GREFA.pdf>.
37. QUISAGUANO OGF. CARACTERIZACION NUTRICIONAL DEL POROTON. [Online].; 2018 [cited 2019. Available from: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14894/1/T-ESPE-057961.pdf>.
38. Roa M. Evaluación de la degradabilidad in situ en bovinos. [Online].; 2011 [cited 2019. Available from: <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-171/V17N1A13.pdf>.
39. Pampa JLB, Zegarra-Paredes JL, Ramos-Zuniga R, Gómez-Quispe OE, Barreto-Carbajal JS. Degradabilidad in situ de la Materia Seca y Proteína Cruda de las. [Online].; 2015 [cited 2019. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v27n1/a05v27n1.pdf>.
40. Durand HC, Patiño AH, Villanueva LAC, Zuñiga RR. Efecto de la edad del rebrote en la degradación ruminal del pisonay. [Online].; 2018 [cited 2019. Available from: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n2/a04v20n2.pdf>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Análisis de la varianza de la composición química de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte

Anexo 1 Cuadrado medio y significación estadística para la composición química de la PC1; MS; MO; MI; FDN y FDA de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de corte

F. V	G. L	Variables					
		MS	MO	MI	PC	FDN	FDA
Tratat	5	1,15**	3,48ns	3,48ns	7,28**	43,22**	67,43**
E. Exp.	12	0,20	1,64	1,64	1,04	0,31	12,04
Total	17						
CV (%)		0,49	1,43	12,17	6,38	0,99	9,79

¹PC= Proteína Cruda. MS= Metería Seca. MO= Materia Orgánica. MI= *Materia Inorgánica*. FDN= Fibra Detergente Neutra. FDA= Fibra Detergente Acida. ²ns= No significativo. **Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

7.2. Análisis de la varianza de la degradabilidad *in situ* de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte

Anexo 2 Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Materia Seca (MS) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	3,36**	2,93ns	0,60ns	0,51ns	2,46ns	2,78**
E. Exp.	18	0,75	1,47	0,97	3,90	1,56	0,31
Total	23						
EE		0,43	0,61	0,49	0,99	0,66	0,28
R ²		0,43	0,18	0,00	0,00	0,11	0,63

¹ns= no significativo según Tukey (P<0,05).

Anexo 3. Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Materia Orgánica (MO) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	20,82**	7,05ns	35,64**	57,58**	59,04**	51,45ns
E. Exp.	18	5,48	4,78	4,54	7,64	6,78	26,33
Total	23						
EE		1,17	1,09	1,07	1,38	1,30	2,57
R ²		0,38	0,09	0,60	0,59	0,63	0,17

¹ns= No significativo. **Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

Anexo 4. Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	139,30ns	93,79**	14,69ns	102,71**	102,80**	95,50**
E. Exp.	18	194,29	4,70	31,39	15,21	4,49	7,47
Total	23						
EE		6,97	1,08	2,80	1,95	1,06	1,37
R ²		0,00	0,80	0,00	0,56	0,83	0,72

¹ns= No significativo. **Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

Anexo 5. Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	195,98**	176,44**	27,29ns	145,83**	139,54**	128,90**
E. Exp.	18	30,71	15,33	58,75	24,18	7,19	11,50
Total	23						
EE		2,77	1,96	3,83	2,46	1,34	1,70
R ²		0,54	0,70	0,00	0,52	0,80	0,69

¹ns= No significativo. **Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

7.3. Análisis de la varianza de la cinética ruminal *in situ* de la cacara (*Erythrina poeppigiana*) en diferentes periodos de corte

Anexo 6. Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS) de la cacara (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		a	b	c	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	3,55*	8,08**	1,59ns	6,79**	9,89**	7,74**	6.20**
E. Exp.	18	0,02	0,28	0,45	0,24	0,34	0,92	1,91
Total	23							
EE		0,07	0,27	0,34	0,25	0,29	0,48	0,69
R ²		0,36	0,61	0,11	0,56	0,66	0,59	0,53

¹ns= No significativo. **Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

Anexo 7. Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Materia Orgánica (MO) de la cacara (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		a	b	c	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	1,03ns	1,20ns	2,03ns	2,25ns	2,14ns	2,28ns	2,39ns
E. Exp.	18	186,96	337,46	0,25	24,38	21,75	18,71	16,60
Total	23							
EE		6,84	9,19	0,25	2,47	2,33	2,16	2,04
R ²		0,01	0,04	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23

¹ns= No significativo. **Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

Anexo 8. Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		a	b	c	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	1,51 ^{ns}	12,31 ^{**}	2,62 ^{ns}	14,14 ^{**}	12,85 ^{**}	7,11 ^{**}	4,46 ^{**}
E. Exp.	18	0,10	7,02	1,65	5,83	5,42	8,70	13,91
Total	23							
EE		0,16	1,32	0,64	1,21	1,16	1,47	1,86
R ²		0,10	0,71	0,26	0,74	0,72	0,57	0,43

¹ns= No significativo. ^{**}Altamente significativo según Tukey (P<0,05).

Anexo 9. Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) de la caraca (*Erythrina poeppigiana*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		a	b	c	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	0,97 ^{ns}	1,49 ^{ns}	0,88 ^{ns}	8,23 ^{**}	8,93 ^{**}	10,29 ^{**}	11,91 ^{**}
E. Exp.	18	97,26	152,05	0,03	10,83	8,93	6,84	5,46
Total	23							
EE		4,93	6,17	0,09	1,65	1,49	1,31	1,17
R ²		0,00	0,10	0,00	0,62	0,64	0,68	0,71

¹ns= No significativo. ^{**}Altamente significativo según Tukey (P<0,05).



Foto 1. *Tamizado de muestras*



Foto 2. *Tamizado de muestras*



Foto 3. *Registro de peso de muestras*



Foto 4. *Registro de peso de muestras*



Foto 5. *Muestras en crisoles*



Foto 6. *Determinación de MS*



Foto 7. *Muestras para el rumen*



Foto 8. *Preparación de muestras*



Foto 9. *Ingreso de muestras en bovinos fistulados*



Foto 10. *Ingreso de muestras en bovinos fistulados*



Foto 11. *Secado de las bolsas*



Foto 12. *Preparación de muestras*



Foto 13. *Determinación de fibra*

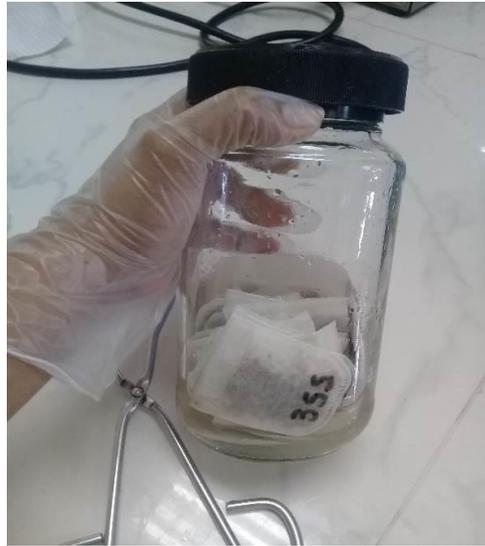


Foto 14. *Muestras en acetona*



Foto 15. *Identificación fundas*