



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* del botón de oro
(*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte”**

Autora:

Ponce Zamora Joselyn Lissette

Auspicio académico:

M.Sc. Adolfo Sánchez Laiño

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Ponce Zamora Joselyn Lissette**, 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.

Ponce Zamora Joselyn Lissette
CC. # 1206608075

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 Ponce Zamora Joselyn Lissette realizó el proyecto de investigación de grado titulado **“COMPOSICIÓN QUÍMICA, DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *IN SITU* DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) 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 INVESTIGACIÓN

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* DEL BOTON DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN DIFERENTES PERIODOS DE CORTE**” de autoría de la estudiante **JOSELYN LISSETTE PONCE ZAMORA**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 6%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	Josselyn Ponce.docx (D53959063)
Presentado	2019-06-18 15:46 (-05:00)
Presentado por	EMMA TORRES (etorres@uteq.edu.ec)
Recibido	etorres.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Josselyn Ponce Mostrar el mensaje completo 6% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 4 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 INVESTIGACIÓN

Título:

“COMPOSICIÓN QUÍMICA, DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL *IN SITU* DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) 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

Dra. Aimé Batista Casaco

MIEMBRO TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Bolívar Montenegro Vivas

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

Agradecida eterna e infinita a Dios por ser el pilar fundamental en nuestras vidas y forjar en mí que lo que se propone se cumple.

Por el apoyo incondicional que me brindaron cada día mis padres, mi familia, y mi esposo con ese apoyo infinito.

A mis docentes por la colaboración de ideas brindadas y su notable preparación en las aulas de clases en los años de estudio.

A mi querido y estimado el Ing. Adolfo Sánchez Laiño por la paciencia y dedicación que me tuvo durante la elaboración de mi Tesis de Grado.

DEDICATORIA

A Dios que nos ha dado la grata oportunidad de vivir día a día, de regalarnos una maravillosa familia, que son una guía principal en nuestra vida para llevarnos al camino correcto y así forjarnos a nuestras metas para conseguir el camino al éxito.

Dedicado a mis padres, que nos dieron la vida y a mi esposo que han estado a cada momento a mi lado, apoyándome para el progreso a diario en mis estudios profesional con sus consejos y motivaciones generando en mí la motivación de seguir adelante.

A los docentes, por incentivarlos con sus enseñanzas e impartir cada unidad de aprendizaje con preparación intelectual, y profesionalismo en sus cátedras y por ayudar aclarar cada una de nuestras dudas para mejorar cada día y forjar nuevos profesionales

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 (CQ), degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte (30; 45; 60; 75; 90 y 105 días) y en diferentes periodos de incubación (0; 6; 12; 24; 48; 72 y 96 horas). Para la determinación de la CQ se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y tres repeticiones. Para la degradabilidad *in situ*, un DCA con seis tratamientos y cuatro repeticiones y para establecer las diferencias entre medias Tukey ($P \leq 0,05$). La mayor ($P < 0,05$) composición química se registra a los 30 días de rebrote (PC: 16,09%. MS: 90,12%. MO: 86,52%. FDN: 67,24% y FDA: 45,85%). Observándose que en la medida que se incrementa la edad del forraje estos componentes disminuyen. La Degradabilidad *in situ* de la MS (DISMS) no se vio afectada ($P > 0,05$) por la edad de la planta ni por los periodos de incubación. Sin embargo, la DISMO, se vio afectada ($P < 0,05$) a los 90 días de corte y entre las 72 y 96 horas de incubación (93,12 y 95,02%). De igual manera, la DISFDN y la DISFDA, reportan el mayor porcentaje de degradabilidad. La Degradabilidad Efectiva para la MS (DEMS) no se vio afectada ($P > 0,05$) por los periodos de corte. Sin embargo, la DE a las 2 horas, para la MO, FDN y la FDA fue significativa ($P < 0,05$) a los 90 y 30 días de rebrote (92,12%; 89,95% y 72,55%, respectivamente). Convirtiéndose en una alternativa para la alimentación de rumiantes y monogástricos, en el litoral ecuatoriano, durante la época de seca.

Palabras claves: Botón de Oro, 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 71/2 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 (CQ), degradability and in situ ruminal kinetics of the Dry Matter (MS), Organic Matter (MO), Neutral Detergent Fiber (FDN) and Acid Detergent Fiber (FDA) of the Golden Button (*Tithonia diversifolia*) were evaluated. in different periods of cut (30; 45; 60; 75; 90 and 105 days) and in different periods of incubation (0; 6; 12; 24; 48; 72 and 96 hours). For the determination of the CQ, a completely randomized design (DCA) was applied with six treatments and three repetitions. For in situ degradability, one ACD with six treatments and four repetitions and to establish the differences between Tukey means ($P \leq 0,05$). The highest ($P < 0,05$) chemical composition is recorded at 30 days of regrowth (PC: 16,09%, MS: 90,12%, MO: 86,52%, NDF: 67,24% and FDA: 45,85%). Observing that as the age of the forage increases, these components decrease. The *in-situ* Degradability of DM (DISMS) was not affected ($P > 0,05$) by the age of the plant or by the incubation periods. However, DISMO was affected ($P < 0,05$) at 90 days of cut and between 72 and 96 hours of incubation (93,12 and 95,02%). Likewise, the DISFDN and the DISFDA report the highest percentage of degradability. Effective Degradability for MS (DEMS) was not affected ($P > 0,05$) by the cut-off periods. However, the ED at 2 hours, for the MO, NDF and the FDA was significant ($P < 0,05$) at 90 and 30 days of regrowth (92,12%, 89,95% and 72,55%), respectively). Becoming an alternative for the feeding of ruminants and monogastrics, in the Ecuadorian coast, during the dry season.

Key words: Golden button, ruminants, nutrition, feeding, degradability, kinetics.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
CAPITULO 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. Composición química.....	8
2.1.2. Proteína cruda (PC).	8
2.1.3. Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	8
2.1.4. Degradabilidad in situ	9
2.1.5. Cinética ruminal.	9
2.2. Marco referencial	9
2.2.1. Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	9
2.2.2. Clasificación taxonómica.	10
2.2.3. Nombres comunes.	10
2.2.4. Origen y distribución.....	10
2.2.5. Adaptación	11
2.2.6. Botánica.....	11
2.2.6.1. Usos.....	12
2.2.7. Propagación y siembra.	12
2.2.8. Densidad de siembra	14
2.2.9. Densidad de siembra de las eras.....	14

2.2.9.1. Fertilización.....	14
2.2.9.2. Siembra directa de estacas.....	14
2.2.9.3. Propagación sexual.....	15
2.2.10. Contenido nutricional.....	15
2.2.11. Análisis de VAN SOEST como se realiza.....	16
2.2.12. Degradabilidad <i>in situ</i> de <i>Tithonia diversifolia</i>	16
2.2.13. Determinación de paredes celulares (Fibra Detergente Neutro FDN) y contenido celular..	17
2.2.14. Determinación de la Fibra por el método Acido Detergente.....	17
2.2.15. Alimentación en bovinos.....	17
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1. Localización.....	20
3.1.1. Mapeo del lugar donde se realizó la investigación.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	20
3.3. Método de investigación.....	20
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	21
3.5. Diseño de la investigación.....	21
3.5.1. Esquema del análisis de varianza (ANDEVA).....	21
3.5.2. Tratamientos.....	22
3.6. Instrumento de investigación.....	22
3.6.1. Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca (MS).....	24
3.6.2. Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia orgánica (MO).....	24
3.6.3. Digestibilidad <i>in situ</i> de la proteína Cruda (PC).....	24
3.6.4. Determinación de la proteína cruda (PC).....	24
3.6.5. Fibra en de Detergente Neutra (FDN).....	25
3.6.6. Fibra en detergente acida (FDA).....	25
3.7. Tratamiento de los datos.....	26
3.8.1. Recursos humanos.....	26
3.8.2. Materiales y Equipos.....	26
3.8.3. Reactivos.....	27

CAPITULO IV	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Composición química del botón de oro en seis periodos de corte.....	29
4.1.1. Proteína cruda (PC)	29
4.1.2. Materia seca (MS)	30
4.2. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> del botón de oro (<i>Tithonia Diversifolia</i>) en diferentes tiempos de incubación.....	34
4.2.1. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Materia Seca (MS).....	34
4.2.2. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Materia Orgánica (MO)	35
4.2.3. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Fibra Detergente Neutra (FDN).....	37
4.2.4. Degradación y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Fibra Detergente Acida (FDA)	38
CAPÍTULO V	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. CONCLUSIONES.....	41
5.2. RECOMENDACIONES	42
CAPITULO VI.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	43
CAPITULO VII	47
ANEXOS.....	47
7.1. Análisis de la varianza de la composición química del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	48
7.2. Análisis de la varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	48
7.3. Análisis de la varianza de la cinética ruminal <i>in situ</i> del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	50

ÍNDICE DE TABLAS

N.º		Pág.
1	Clasificación taxonómica del <i>T. diversifolia</i> .	10
2	Condiciones ideales de siembra del botón de oro <i>Tithonia diversifolia</i> .	13
3	Esquema del ANDEVA. Composición química	21
4	Esquema del ANDEVA. Degradabilidad	22
5	Descripción de los tratamientos en estudio	22
6	Promedios, EE y significación estadística para la PC, MS, MO, FDN, FDA del botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de corte	33
7	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Seca (MS) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes tiempos de incubación	35
8	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Orgánica (MO) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) a diferentes tiempos de incubación	36
9	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Fibra Detergente Neutra (FDN) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) a diferentes tiempos de incubación.	38
10	Parámetro de degradación ruminal in situ de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) a diferentes tiempos de incubación.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

N.º		Pág.
1	Mapa del lugar donde se realizó la investigación	20
2	Porcentaje de Proteína (PC) del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	29
3	Porcentaje de Materia Seca (MS) del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	30
4	Porcentaje de Materia Orgánica (MO) del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	31
5	Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	32
6	Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	33
7	Porcentaje de Materia seca (MS) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	35
8	Porcentaje de Materia orgánica (MO) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	36
9	Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) Del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	37
10	Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte	39

ÍNDICE DE ANEXOS

N.º		Pág.
1	Cuadrado medio y significación estadística para la composición química de la PC; MS; MO; FDN y FDA del Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de corte	48
2	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Materia Seca (MS) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	48
3	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Materia Orgánica (MO) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	49
4	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Fibra Detergente Neutra (FDN) del Botón de Oro (<i>Tithonia Diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	49
5	Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad in situ de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	50
6	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Materia Seca (MS) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	50
7	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Materia Orgánica (MO) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	51
8	Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en seis periodos de incubación	51

- 9 Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ 52
de la Fibra Detergente Neutra (FDN) del Botón de Oro (*Tithonia
diversifolia*) en seis periodos de incubación
- 10 Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal in situ 52
de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia
Diversifolia*) en seis periodos de incubación

Título:	Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in situ del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte.				
Autor:	Ponce Zamora Joselyn Lissette				
Palabras clave:	Botón de oro	Nutrición	Degradabilidad	Cinética	Rumiantes
Fecha de					
Editorial:					
	<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 7¹/₂ 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 (CQ), degradabilidad y cinética ruminal <i>in situ</i> de la Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en diferentes periodos de corte (30; 45; 60; 75; 90 y 105 días) y en diferentes periodos de incubación (0; 6; 12; 24; 48; 72 y 96 horas). Para la determinación de la CQ se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y tres repeticiones. Para la degradabilidad <i>in situ</i>, un DCA con seis tratamientos y cuatro repeticiones y para establecer las diferencias entre medias Tukey ($P \leq 0,05$). La mayor ($P < 0,05$) composición química se registra a los 30 días de rebrote (PC: 16,09%. MS: 90,12%. MO: 86,52%. FDN: 67,24% y FDA: 45,85%). Observándose que en la medida que se incrementa la edad del forraje estos componentes disminuyen. La Degradabilidad <i>in situ</i> de la MS (DISMS) no se vio afectada ($P > 0,05$) por la edad de la planta ni por los periodos de incubación. Sin embargo, la DISMO, se vio afectada ($P < 0,05$) a los 90 días de corte y entre las 72 y 96 horas de incubación (93,12 y 95,02%). De igual manera, la DISFDN y la DISFDA, reportan el mayor porcentaje de degradabilidad. La Degradabilidad Efectiva para la MS (DEMS) no se vio afectada ($P > 0,05$) por los periodos de corte. Sin embargo, la DE a las 2 horas, para la MO, FDN y la FDA fue significativa ($P < 0,05$) a los 90 y 30 días de rebrote (92,12%; 89,95% y 72,55%, respectivamente). Convirtiéndose en una alternativa para la alimentación de rumiantes y monogástricos, en el litoral ecuatoriano, durante la época de seca.</p> <p>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 (CQ), degradability and in situ ruminal kinetics of the Dry Matter (MS), Organic Matter (MO), Neutral Detergent Fiber (FDN) and Acid Detergent Fiber (FDA) of the Golden Button (<i>Tithonia diversifolia</i>) were evaluated. in different periods of cut (30; 45; 60; 75; 90 and 105 days) and in different periods of incubation (0; 6; 12; 24; 48; 72 and 96 hours). For the determination of the CQ, a completely randomized design (DCA) was applied with six treatments and three repetitions. For in situ degradability, one ACD with six treatments and four repetitions and to establish the differences between Tukey means ($P \leq 0,05$). The highest ($P < 0,05$) chemical composition is recorded at 30 days of regrowth (PC: 16,09%, MS: 90,12%, MO: 86,52%, NDF: 67,24% and FDA: 45,85%). Observing that as the age of the forage increases, these components decrease. The <i>in-situ</i> Degradability of DM (DISMS) was not affected ($P > 0,05$) by the age of the plant or by the incubation periods. However, DISMO was affected ($P < 0,05$) at 90 days of cut and between 72 and 96 hours of incubation (93,12 and 95,02%). Likewise, the DISFDN and the DISFDA report the highest percentage of degradability. Effective Degradability for MS (DEMS) was not affected ($P > 0,05$) by the cut-off periods. However, the ED at 2 hours, for the MO, NDF and the FDA was significant ($P < 0,05$) at 90 and 30 days of regrowth (92,12%, 89,95% and 72,55%), respectively). Becoming an alternative for the feeding of ruminants and monogastrics, in the Ecuadorian coast, during the dry season.</p>				
Descripción:	72 hojas: Dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:					

Introducción

El botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) es una especie que se distribuye naturalmente desde el sur de México hasta Centroamérica y el norte de Suramérica (Colombia, Ecuador y Venezuela), incluidas las Antillas, y ha sido introducida en Estados Unidos, las islas del Pacífico, Australia, África y Asia. Aunque en algunas regiones se considera una planta invasora, en otras es un recurso muy apreciado (1).

La ganadería constituye una de las principales fuentes de ingresos económicos en el sur de Ecuador, sin embargo, los productores al disminuir la productividad de sus tierras extienden la frontera agrícola hacia los bosques para mantener los niveles de productividad, causando desequilibrios ecológicos (2). Sin embargo, la superficie agropecuaria en el Ecuador se acentúa a 5.50 millones de hectáreas en las que se dividen en; 26.56% cultivos permanentes, 16.62% cultivos transitorios y barbecos, 15.53% pastos naturales, 41.28% pastos cultivados en los cuales la provincia de los Ríos ocupa el tercer lugar de superficie agropecuaria en pastos cultivados con 74.93 has (3).

La alimentación del ganado bovino en la Amazonia, sur del Ecuador se basa en el uso de forrajes en su mayoría gramíneas que no satisfacen los requerimientos nutricionales del ganado bovino en sus diferentes estados fisiológicos. Por lo que es necesario buscar alternativas que contribuyan a complementar su alimentación (3). El uso de la (*Tithonia diversifolia*) para la alimentación animal es cada vez más generalizado debido a su alta rusticidad, buen valor nutricional, alta digestibilidad de la materia seca y la presencia de aceites en sus hojas y flores; además, de la elevada tasa de producción de biomasa, alcanzando anualmente las 77 toneladas de carbono por hectárea (3).

Se debe ofrecer al animal antes de su floración, tiene un alto nivel de proteína, con concentraciones que van desde 18,9 % a 28,8 %, comparable con especies como el matarratón y la leucaena. Asimismo, tiene una buena degradabilidad en el rumen, bajo contenido de fibra y es rico en nitrógeno total. Su manejo versátil permite que pueda darse

de forma natural, ensilado con caña de azúcar o seco, aplicando métodos artesanales además, es una planta que funciona y se complementa en sistemas silvopastoriles. Cuando se usa como arbusto forrajero, el animal lo puede ramonear directamente y consumir su flor (2).

Cuando los animales consumen “Botón de Oro”, disminuyen las emisiones de metano, esta es una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después de su corte, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo. Asimismo, cuenta con un rápido crecimiento, este es poco exigente tanto en su manejo como en la utilización de insumos, en nuestro país se le conoce con otros nombres como “Falso Girasol”, “Girasolcillo” y “Tora Amarilla” Se corta entre los 45 a 55 días de la siembra, dependiendo de las condiciones agroecológicas de la zona. Puede ser utilizado en la alimentación de diferentes especies ya sea bovinos, porcinos, cuyes y conejos (2).

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador los ganaderos no cuentan con información suficiente en lo que se refiere al botón de oro ni suelen utilizar la edad adecuada para el corte de este y dar al ganado para que tenga, tanto un mejor aprovechamiento como una buena digestibilidad, sin saber que este es un pasto de fácil manejo y adaptación, así mismo de muy buen aprovechamiento, con un nivel de proteína alto, debido a esto se ven afectados en la producción tanto en leche como en carne.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo influyen las edades de corte del botón de oro en la composición química y degradabilidad en el rumiante?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la composición química del botón de oro (*T. diversifolia*)?
- ¿Cuál es la degradabilidad del botón de oro?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar la composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in situ* del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de cortes.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición química bromatológica del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) 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) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) 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) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 días).

1.3. Justificación

De acuerdo con observaciones preliminares, esta planta se adapta a diferentes condiciones agroecológicas y es bastante rústica sin presentar hasta el momento problemas fitosanitarios limitantes. Es utilizada en apiarios de la zona cafetera como fuente de néctar y polen, cerca de los cultivos es atrayente de insectos benéficos que controlan plagas.

Por estas características se constituye en un elemento importante en el diseño de sistemas sostenibles de producción para nuestro medio. Se requiere hacer estudios para determinar la edad adecuada del corte del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y así determinar su mejor degradabilidad y aprovechamiento de este.

Por lo tanto, esta investigación va a determinar cuál es la edad adecuada para el corte del botón de oro que nos brinde los mejores resultados tanto en el manejo como en la aceptabilidad del rumiante.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Composición química

La composición química indica la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes, así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la biodisponibilidad, Establecer el consumo de materia seca (MS), es un parámetro de suma importancia en nutrición debido a que este establece la cantidad de nutrientes disponibles para cubrir las demandas del animal. La estimación real o segura es importante para formulación de raciones, la prevención de deficiencias o excesos de consumo de nutrientes (5).

2.1.2. Proteína cruda (PC)

Las proteínas son compuestos químicos complejos que se encuentran en todas las células vivas, constituidas hasta por 20 aminoácidos distintos. A nivel elemental, las proteínas contienen 50-55% de carbono, 6-7% de hidrógeno, 20- 23% de oxígeno, 12-19% de nitrógeno y 0.2-3.0% de azufre. Las proteínas difieren en su valor nutritivo, a estas diferencias contribuyen varios factores, como contenido de aminoácidos esenciales, la digestibilidad de la proteína, la conformación proteica, factores anti-nutricionales, unión a otros componentes y el proceso a que son sometidos (5).

2.1.3. Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*)

Tithonia diversifolia es una planta herbácea de la familia Asterácea, originaria de Centro América (Nash, 1976). Es conocida por buena adaptándose fácilmente en cualquier tipo de suelos, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo. Es también una especie con producción de biomasa muy buena, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para ser cultivada (6).

2.1.4. Degradabilidad *in situ*

El método *in situ*, también denominado de la bolsa de nylon o *in situ*, tiene como objetivo fundamental medir la desaparición de materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanente en el saco dorsal de este órgano (7).

2.1.5. Cinética ruminal

Es importante porque con ella se determina la proporción de nutrimentos consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal, además de no describir sólo la digestión, sino que caracteriza las propiedades intrínsecas de los alimentos que limitan su disponibilidad para los animales a partir de modelos desarrollados con base en principios biológicos, clasificando a los alimentos en fácilmente digestibles, de digestión lenta o indigeribles (8).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

El género *Tithonia*, con más de 10 especies, es originario de Centroamérica, pero se encuentra ampliamente distribuido en el área tropical de diferentes continentes, lo que le confiere una gran plasticidad ecológica. *Tithonia diversifolia* es una planta herbácea o arbustiva robusta, conocida con diversos nombres comunes que identifican o manifiestan su amplitud de usos benéficos o características parecidas a otras plantas, como son árbol maravilla, falso girasol y árnica de la tierra, entre otros (9).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del *T. diversifolia*.

<i>División</i>	Spermatophyta
<i>Clase</i>	Dicotiledoneae
<i>Subclase</i>	Metaclamídeas
<i>Orden</i>	Campanuladas
<i>Familia</i>	Compositae
<i>Genero</i>	Tithonia
<i>Especie</i>	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray

Fuente: (10).

2.2.3. Nombres comunes.

El *T. diversifolia* tiene diferentes denominaciones dependiendo el país en el que se encuentra, y entre estos tenemos en Cuba conocida como Margaritoneladasa o Árnica de la tierra, en Guatemala como Quil amargo, en Colombia como Mirasol o botón de Oro por su tonalidad (10).

2.2.4. Origen y distribución

El árbol maravilla o *T. diversifolia* se encuentra en las áreas tropicales y subtropicales del Planeta y posee casi 15000 especies distribuidas por todo el mundo. A nivel de Centroamérica posee 10 especies y es comúnmente aceptado que su centro de origen es América Central o México, aunque tampoco se descarta que sea América del Sur (11).

2.2.5. Adaptación

Esta planta se desarrolla en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar hasta 2700 m, con precipitaciones que oscilan entre 800 y 500 mm y en diferentes tipos de suelos, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad. Además, es muy probable encontrar esta especie creciendo espontáneamente a orillas de caminos y ríos (12).

2.2.6. Botánica

El *Tithonia diversifolia* es una planta herbácea de 1,5 a 4,0m de altura, caracterizada por una amplia red radicular con ramas fuertes, su raíz principal cuenta con numerosas derivaciones secundarias finas con lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm y corolas de 8 mm de longitud su tallo es recto y contiene aproximadamente 24 a 36 haces vasculares colaterales lo que le permite un gran soporte a pesar de su escasa madera en los tejidos del parénquima, las ramas tiernas son recubiertas de pelos finos, pero estos desaparecen con el tiempo (13).

Las hojas son de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho, con un ápice acuminado, divididas en tres a cinco lóbulos, muy pilosas en el envés, con dientes redondeados en el margen y la base, que en ocasiones se presenta algo truncado y se hace muy angosto a lo largo del peciolo, en la que se amplían dos lóbulos pequeños la cara superior está cubierta de pelos (13).

la *Tithonia diversifolia* es beneficioso para el suelo ya que contiene un alto nivel de nitrógeno y rápida tasa de descomposición, condición que se refleja en el aumento del contenido de carbono orgánico y nitrógeno en los suelos a los seis meses de establecido el cultivo, con incrementos de 0,15 % y 0,002 %, respectivamente; el beneficio también se refleja en el mayor rendimiento de los cultivos de asociación con maíz o los que reciben incorporación de la biomasa de dicha planta, al ser comparados con los monocultivos o con aquellos que reciben fertilización química (13).

Es una planta resistente a la sequía gracias a su nivel de desoje que es de hasta el 95%. La planta restablece rápidamente la fertilidad y los nutrientes de los suelos degradados también

han observado que los suelos después de seis meses de siembra la *Tithonia diversifolia* aumentaron el contenido de nitrógeno en 191 kg/ha, de fósforo en 8,1 kg/ha, potasio en 271 kg/ha, calcio en 70 kg/ha y magnesio en 32 kg/ha (13).

Esta arbustiva se propaga fácilmente por semilla botánica, pero en campos de producción se recomienda la siembra a partir de material vegetativo. Pero aún no se conocen cultivos establecidos en sistemas agroforestales en los cuales se halla utilizando semilla sexual. Ya que su floración es durante todo el año y es una excelente planta melífera, se ha utilizado principalmente en la apicultura y la entomagroforestería como fuente de néctar y de atracción de insectos polinizadores, productores de miel y controladores biológicos (14).

2.2.6.1. Usos

Ha sido utilizada como abono verde y mejoradora del suelo por su rápida velocidad de descomposición y gran capacidad de movilizar el fósforo (P) del suelo se la utiliza tanto como planta medicinal y ornamental, así como para cercas o cortinas rompe vientos (14).

Es utilizada para la alimentación de diferentes especies animales, especialmente para la de los rumiantes esta es una de las plantas no leguminosas considerada como promisoria. Muchas de estas especies (no leguminosas) tienen valores nutricionales superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible que son más sostenidas en el tiempo que las del pasto bajo condiciones de cero fertilización (15).

2.2.7. Propagación y siembra

La siembra se lo realiza a partir de material vegetativo o estacas con al menos dos yemas germinales, tomadas del tercio inferior o intermedio de los tallos. Las estacas deben conservar un estado óptimo para ser empleado en propagación, ser un material maduro tampoco muy verde ni muy lignificado sino en punto intermedio de desarrollo, y se descartan las partes muy leñosas y las puntas de las ramas (15).

Las características de las estacas utilizadas en la siembra influyen sobre la producción de biomasa, que es mayor cuando estas están maduras.

- El tamaño puede variar entre 20 a 40cm de longitud.
- El corte debe ser fino, en bisel en ambos extremos y se debe hacer con una macheta bien afilada, un golpe seco para evitar desgarres y heridas, este material debe ser tratado cuidadosamente para evitar daños en los puntos germinales.
- Siembra de estacas en semilleros de enraizamiento
- Montaje de eras de propagación masiva: utilizar materiales disponibles en los predios como guadua y madera de segunda con el fin de darle firmeza a las rodillas del caballón e impedir la pérdida del sustrato, el cual se puede componer de: $\frac{3}{4}$ partes de arena. $\frac{1}{4}$ parte de material orgánico la densidad varía según la escala de producción. En la Tabla 2 se muestran las condiciones que se deben tomar para la siembra del botón de oro.

Tabla 2. Condiciones ideales de siembra del botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Rango altitudinal de adaptación	0 – 2.500 msnm
Precipitación	800 – 5.000 mm
Rango temperatura	14 – 30 grados centígrados
PH del suelo	4,5 a 8,0
Fertilidad del suelo	Baja a alta
Adaptación	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos. Suelos pesados con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fósforo.
Restricciones	Saturación con iones de aluminio, suelos encharcado

Fuente: (15)

2.2.8. Densidad de siembra

El establecimiento del botón de oro se realiza por medio de estacas de 25 – 40 cm de longitud, de alrededor de 1,5 – 2,5 cm de diámetro, que no sean ni muy tiernas ni muy leñosas (lignificadas). Es muy importante que las estacas se planten en las primeras 24 horas después de su cosecha, pues se deshidratan con gran rapidez lo que causa alta mortalidad (16).

2.2.9. Densidad de siembra de las eras

Se pueden sembrar a una distancia entre tres y cuatro centímetros con el fin de obtener densidades entre 700 y 1000 estacas enraizadas por metro cuadrado, se debe evitar el entrecruzamiento de las raíces de las estacas (17).

2.2.9.1. Fertilización

Durante los primeros 30 días después de la siembra se forman rebrotes precoces a partir de materiales almacenados en el tallo, que no se pueden asociar a la absorción de nutrientes del suelo debido a que el desarrollo radicular de la estaca es incipiente. Para promover el crecimiento de las raíces de la estaca antes de llevar a campo, se recomienda aplicar un abono foliar como estiércol fermentado o lombriabono (17).

2.2.9.2. Siembra directa de estacas

Esta solo se recomienda cuando se garantice que el establecimiento de la semilla se realice en un transcurso de tiempo no superior a 48 horas entre la cosecha y la siembra definitiva. El método sugerido es la siembra de las estacas horizontales a 45 (acostadas en chorizo sin traslape) preferiblemente con estacas de toda la longitud que se pueda aprovechar y sin trozarla, para reducir los riesgos de pérdida por deshidratación (18).

2.2.9.3. Propagación sexual

Esta se debe realizar en germinador, se prepara de la siguiente manera: Se repica el suelo y se agrega materia orgánica para mejorar la condición de fertilidad del mismo y se mezclan, luego se remoja el suelo del germinador y se prepara para recibir la semilla, luego se construye la era para la germinación del botón de oro, debe tener una altura de 20cm, luego el material vegetal del botón de oro con floración en sus diferentes estados de desarrollo, junto con parte de las ramas se extiende por toda la superficie del terreno preparado; se mantiene la humedad por intermedio del riego, luego se debe cubrir con cualquier material vegetal como pasto de corte entre otros, sin dejar de sostener la humedad, se debe revisar constante mente para detectar los primeros rebrotes de las semillas se procede a acudir las semillas que se encuentran adheridas a las flores y se retira la cobertura para facilitar el desarrollo de las plántulas (18).

2.2.10. Contenido nutricional

El *T. diversifolia* tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal, entre las que se pueden mencionar su fácil establecimiento, resistencia al corte frecuente, tolerancia a suelos pobres. Puede producir hasta 275 toneladas de material verde (unas 55 toneladas de materia seca) por hectárea por año (19).

Es muy resistente y puede ser cortada hasta el nivel del suelo sin presentar ningún problema también soporta niveles de temperatura fuertes, dentro de las especies arbóreas y arbustivas por su capacidad para la producción de forraje y de adaptación a condiciones tropicales se destaca el *T. diversifolia* (Hemsl) Gray (Botón de oro). En lo referente a la composición bromatológica, en base seca, investigaciones pasadas indican que los porcentajes de proteína cruda son de 25.6, energía bruta de 16.2 KJ/g MS, contenidos de FDN de 38.4 y valores de cenizas de 14.9 por ciento (19).

2.2.11. Análisis de VAN SOEST como se realiza

Van Soest hace una clasificación los alimentos en cuanto a su contenido de fibra. El método usado por muchos años de agrupar los carbohidratos en FC y ELN permitía separar los alimentos en dos grandes categorías: Los forrajes con gran cantidad de FC y los concentrados con menor cantidad de Fibra. Como los ELN se determinan por diferencia, la Fibra cruda es un valor poco descriptivo porque su digestibilidad en un mismo alimento a veces es mayor que la del ELN, quedando sin valor la separación de los carbohidratos en grupos de mayor o menor digestibilidad. El método de Van Soest divide los carbohidratos por su disponibilidad nutricional, describiéndolos así en forma más real y práctica desde el punto de vista de la utilidad de los carbohidratos (20).

2.2.12. Degradabilidad *in situ* de *Tithonia diversifolia*

Investigaciones antes realizadas en la degradabilidad *in Sacco* de especies arbóreas y arbustivas, entre ellas *Tithonia diversifolia*, determinaron que el 33% de la materia seca del follaje de esta especie fue completamente soluble en agua, la mitad se degradó a las 24 horas y el 90% estuvo degradada a las 48 horas *Tithonia diversifolia* fue una de las especies que presentó mayor degradabilidad en la evaluación. Los valores encontrados de la degradabilidad del follaje de *Tithonia diversifolia* a las 48 horas son superiores a los reportados por la FAO en *Leucaena leucocephala* (79%), *Gliricidia sepium* (82.1%) y *Enterolobium cyclocarpum* (87.6 %) (21).

En una prueba realizada de degradabilidad *In Sacco* del follaje de (*Tithonia diversifolia*), encontraron una degradabilidad de la materia seca del 72% a las 24 horas y una degradabilidad de la proteína del 79%. Estos resultados indican que más del 50% de la materia seca del follaje se degrada a las 24 horas, coincidiendo con los resultados varias investigaciones (21).

Los resultados anteriores indican que las hojas de *Tithonia diversifolia* presentan una buena degradabilidad tanto de la materia seca como de la proteína ya que en un corto período de tiempo de permanencia en el rumen logran ser degradadas en un alto porcentaje (21).

2.2.13. Determinación de paredes celulares (Fibra Detergente Neutro FDN) y contenido celular

Este método se utiliza para determinar la pared celular o sea la fibra total de los alimentos vegetales fibrosos, pero no es aplicable para análisis de concentrados bajos en fibra con alto contenido de proteína, igualmente separa de la MS los constituyentes nutricionales solubles y accesibles, de los que no son aprovechables totalmente o que dependen de la fermentación ruminal microbiana para su aprovechamiento. La muestra tratada con detergente neutro deja un residuo que se seca y se pesa, el residuo de fibra recuperada representa las paredes celulares (PC). El contenido Celular se calcula sustrayendo el valor de Pared Celular de 100 (15).

2.2.14. Determinación de la Fibra por el método Acido Detergente

Este método determina la Lignocelulosa en los alimentos, aunque en esta fracción aparece el Sílice. La diferencia entre los valores de PC y Fibra Detergente Acido (FDA) da una estimación de la Hemicelulosa que también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. Este método FDA es un paso preliminar en la determinación de Lignina. La muestra tratada con Detergente Acido se filtra en un crisol, se lava, se seca y pesa (15).

2.2.15. Alimentación en bovinos

La *Tithonia diversifolia* (botón de oro) se ha venido posicionando, debido a su buen aporte de nutrientes junto con la presencia de metabolitos secundarios. Estas características pueden mejorar el balance ruminal de energía y proteína, así como disminuir el impacto ambiental por concepto de emisión de GEI (22).

La suplementación nutricional en bovinos con ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), ha demostrado tener cierto potencial para disminuir la producción de metano entérico, debido a que los AGPI son utilizados por las bacterias ruminales como una alternativa para la captación de H₂ a nivel ruminal, evitando así que gran parte del H₂ sea utilizado por los microorganismos metanogénicos también se ha evidenciado que los AGPI tienen un efecto tóxico sobre las poblaciones metanogénicas (22).

El uso de ciertas especies forrajeras y arbóreas tropicales en la alimentación de bovinos han mostrado una tendencia a disminuir la síntesis de CH₄, debido a la presencia de un grupo de compuestos llamados metabolitos secundarios (MS), los cuales al parecer tienen cierto efecto antimetanogénico, además de que aumentan el consumo y la velocidad de paso de los alimentos, mostrando así una importante disminución en la producción de CH₄ por unidad de forraje digerido (22).

Por otra parte, se considera que la suplementación con ácidos grasos, principalmente aquellos poliinsaturados, puede constituir una alternativa dietaria encaminada a disminuir la metanogénesis ruminal. Esto ha sido relacionado principalmente a que los lípidos tienen un efecto tóxico sobre las bacterias metanogénicas y los protozoos, además captan ciertas cantidades de H₂ durante el proceso de biohidrogenación ruminal. La baja calidad de las pasturas en el trópico hace que el uso de follaje de especies forrajeras, arbustivas y arbóreas en la alimentación de bovinos represente una alternativa para el desarrollo de sistemas ganaderos, ambiental y económicamente sostenibles (22).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se ejecutó en el Laboratorio de Rumiología en la ca 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

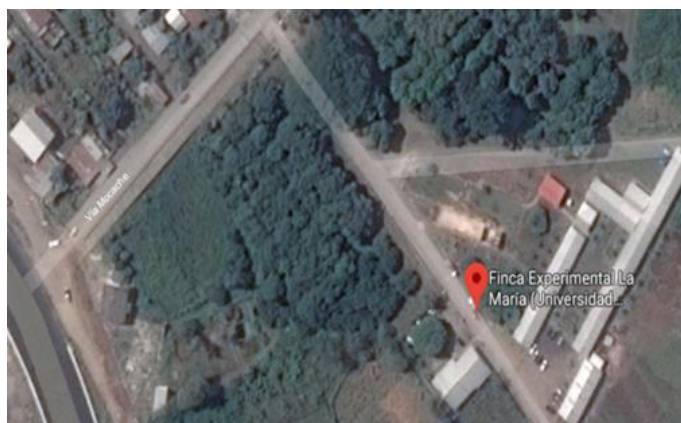


Figura 1. Mapa del lugar donde se realizó la investigación

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue tipo exploratoria porque dependió del grado de degradabilidad de la MS, MO, FDN y FDA de la *Tithonia diversifolia*. 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 determinó 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 la recolecto de fuentes primarias (análisis) y fuentes secundarias como (libros, artículos, páginas web, etc.) que contribuyeron 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) cuatro repeticiones (3), mientras para la determinación de la cinética de degradación ruminal *in situ* se aplicó Un (DCA), son seis tratamientos (6) y cuatro (4) repeticiones y para establecer la diferencia entre medias se aplicará la prueba de TUKEY ($P \leq 0.05$). El modelo matemático utilizado se detalla a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = media general de una población

τ_i = efecto del tratamiento

ξ_{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: Joselyn Ponce Zamora.

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

3.5.2. Tratamientos.

Se evaluaron 6 periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90 y 105 días) de *Tithonia diversifolia*, a continuación, se detallan los tratamientos bajo estudio.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Descripción
T1	<i>Tithonia diversifolia</i> a los 30 Días
T2	<i>Tithonia diversifolia</i> a los 45 Días
T3	<i>Tithonia diversifolia</i> a los 60 Días
T4	<i>Tithonia diversifolia</i> a los 75 Días
T5	<i>Tithonia diversifolia</i> a los 90 Días
T6	<i>Tithonia diversifolia</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 maximum*) y King grass (*Pennisetum purpureum*) y se les proporcionó agua *ad libitum*.

La degradación ruminal *in situ*, se la determinó mediante la técnica de la bolsa de nylon en el rumen. En cada animal se colocaron dos bolsas, conteniendo las bolsas de nylon con 10,0 g MS de cada tratamiento y se incubaron por 0; 6; 12; 24; 48; 72 y 96 h. 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 secada 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. Digestibilidad *in situ* 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 usó la siguiente formula:

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

3.6.2. Digestibilidad *in situ* 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:

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

Dónde:

MO = Materia orgánica

3.6.3. Digestibilidad *in situ* de la proteína Cruda (PC).

Esta variable se obtuvo con los resultados de los tratamientos que se utilizaron en la investigación y tuvo lugar en el laboratorio de ruminología.

3.6.4. Determinación de la proteína cruda (PC)

Se realizó mediante el método de Kjeldahl 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:

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

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:

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

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

Se realizó un corte de igualación a 30 cm desde la superficie del suelo; de las parcelas establecidas, 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), proteína cruda (PC), materia orgánica, (MO), y el método de VANSOEST para fibras; fibra en detergente neutra (FDN), fibra en detergente acida (FDA).

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Ing. Adolfo Sánchez director del proyecto de investigación
- Ponce Zamora Joselyn Lissette 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
- Bolsas *in situ* para análisis

- Balanza analítica
- 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.
- Fundas Nylon Ankom (10 x 19 cm. Tamaño de poro 50 micras).
- Fundas Ankom F57.
- Normal Sulfuric Acid.
- Pastillas catalizadoras
- Acido borico
- Sulfito de sodio.
- Alphamilasa
- Acetona
- Agua destilada
- Verde bromacresol

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química del botón de oro en seis periodos de corte

Los resultados de la composición química del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) evaluados en diferentes periodos de corte (30, 45, 60, 75, 90 y 105 días de edad), se reportan en la tabla 6. Figuras 2, 3, 4, 5 y 6.

4.1.1. Proteína cruda (PC)

El mayor ($P < 0,05$) porcentaje de PC, se registró a los 30 días de edad de la planta (16,09 \pm 0,31) con un grado de asociación positivo ($R^2 = 0,91$). Según Mahecha *et al* (2007) hallaron valores de PB (28%) y señalaron que la planta presenta características deseables para su uso en la alimentación de los bovinos, y que a medida que aumenta la edad disminuyen los porcentajes de proteína y se incrementan los de fibra (21).

Según (Wanjau *et al.*, 1998). El follaje de *Tithonia* varía en su calidad nutritiva, en dependencia del estado vegetativo en que se encuentre. En los estados de crecimiento avanzado (30 días) y prefloración (50 días), se encontraron los valores más altos de proteína. Se encontró que el contenido de proteína bruta (base seca) varió desde 28,5% a los 30 días de edad hasta 14,8% a los 89 días (23). En otro estudio realizado con *Tithonia* (Rosales, 1992) obtuvo 24,3% de proteína (20).

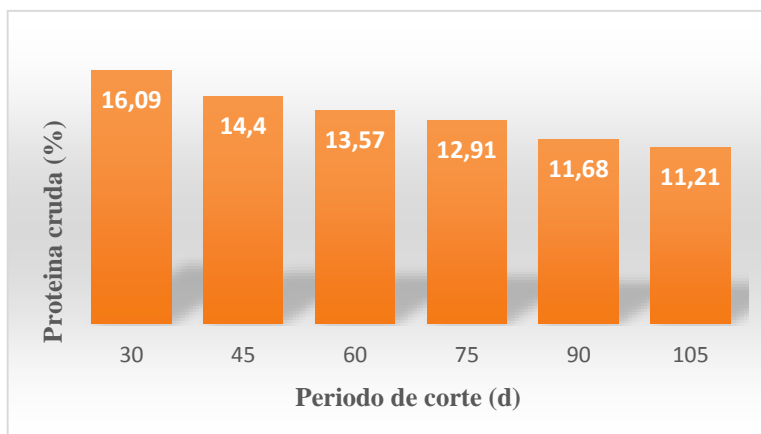


Figura 2. Porcentaje de Proteína (PC) del Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

4.1.2. Materia seca (MS)

Se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T1 (30 días de cosecha) obtuvo el mayor porcentaje de MS (90,12%). Según gallegos la producción de biomasa proyectada, al considerar la densidad de siembra utilizada de 1,8 plantas por metro cuadrado, la MS hallada para el forraje en cada uno de los métodos de siembra y los 6,52 posibles cortes/año, fue de 20,74 MS (24). En otro estudio realizado con *Tithonia* (Rosales, 1992) se encontraron valores de 23% de materia seca (20).

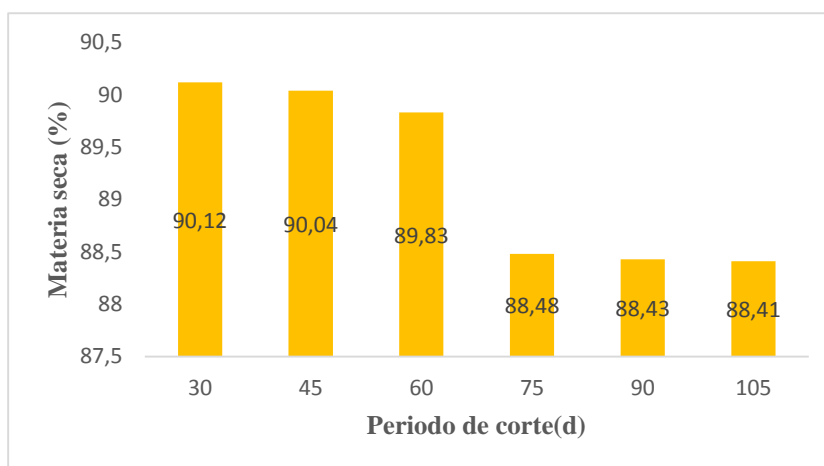


Figura 3. Porcentaje de Materia Seca (MS) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

4.1.3. Materia orgánica (MO)

La MO no se vio afectada por la edad o periodo de corte del Botón de oro, sin embargo, a los 30 días de cosecha se obtuvieron mayores resultados ($86,52 \pm 0,82$). En otro estudio realizado con *Tithonia* (Rosales, 1992) se encontraron valores de 78,6% de materia orgánica (25).

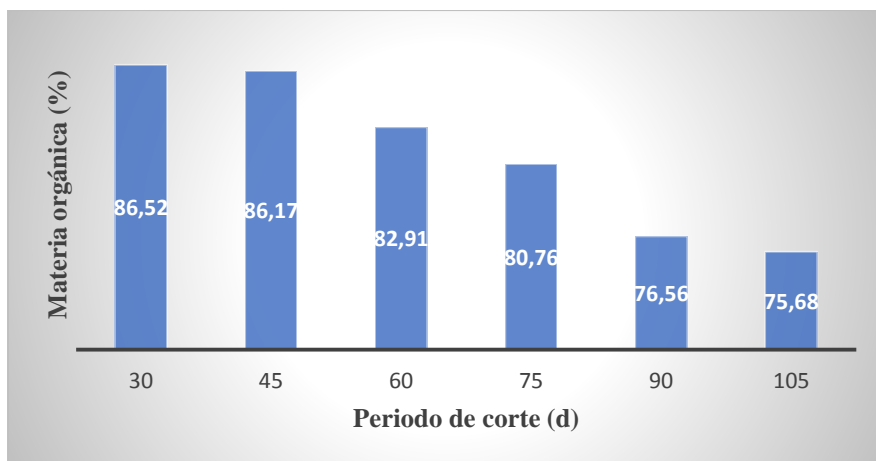


Figura 4. Porcentaje de Materia Orgánica (MO) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

4.1.4. Fibra Detergente Neutra (FDN)

El mayor porcentaje de FDN se registró a los 30 días de edad o periodo de corte ($67,24 \pm 0,94$) de la *Tithonia diversifolia* siendo estadísticamente diferente ($P < 0,05$) al resto de periodos evaluados. Con un grado de asociación positivo ($R^2 = 0,95$). Estos resultados son superiores a los que señala, Quintero *et al* (2007) caracterizaron nutricionalmente el botón de oro en estado de prefloración y encontraron niveles de FDN (41%). concluyeron que a mayor edad de la planta los niveles de fibra aumentan, la misma tendencia la encontraron Medina *et al* (2009) al evaluar el estado inicial de crecimiento de *T. diversifolia* y mencionan niveles de fibra de 27,4 y 33,3% para FDN, respectivamente. De igual forma, Ríos (1999) menciona que *Tithonia diversifolia* se caracteriza por presentar bajo porcentaje de FDN (26).

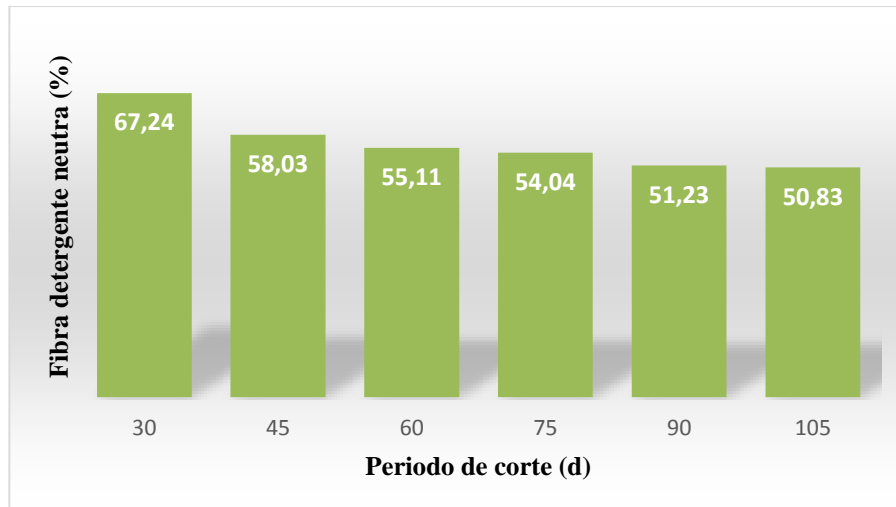


Figura 5. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte.

4.1.5. Fibra Detergente Acida (FDA)

El mayor porcentaje de FDN se registró a los 30 días de edad o periodo de corte ($45,85 \pm 1,65$) de la *Tithonia Diversifolia* siendo estadísticamente diferente ($P < 0,05$) al resto de periodos evaluados. Con un grado de asociación positivo ($R^2 = 0,91$). Estos resultados son superiores a los que señalan Quintero *et al.*, (2007), quienes caracterizaron nutricionalmente el botón de oro en estado de prefloración y encontraron niveles de FDA (31%) en este trabajo concluyeron que a mayor edad de la planta los niveles de fibra aumentan, la misma tendencia la encontraron Medina *et al* (2009) al evaluar el estado inicial de crecimiento de *T. diversifolia* y mencionan niveles de FDA del 27%,4. De igual forma, Ríos (1999) menciona que *Tithonia diversifolia* se caracteriza por presentar bajo porcentaje de FDA (27).

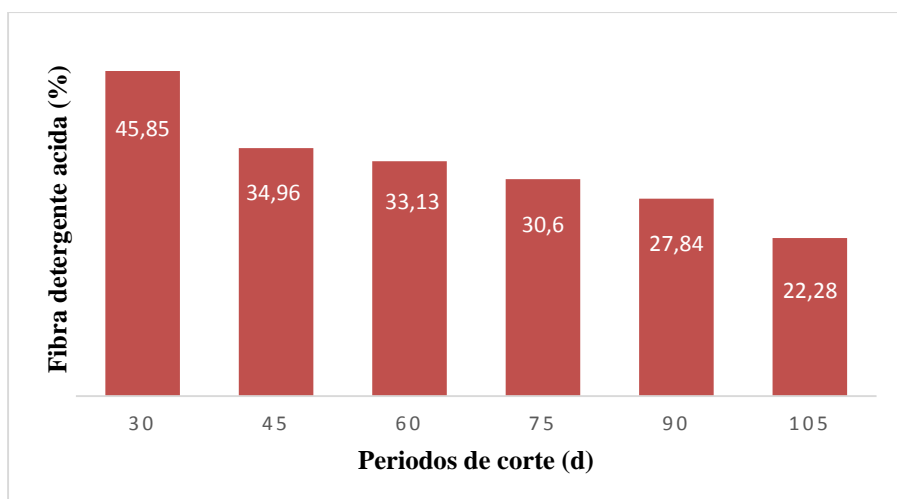


Figura 6. Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 6. Promedios, EE y significación estadística para la PC, MS, MO, FDN, FDA del botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de corte

Periodo Corte (d)	Variables				
	PC	MS	MO	FDN	FDA
30	16,09±0,31a	90,12±0,24a	86,52±0,82a	67,24±0,94a	45,85±1,65a
45	14,40±0,31b	90,04±0,24a	86,17±0,82a	58,03±0,94b	34,96±1,65b
60	13,57±0,31bc	89,83±0,24a	82,91±0,82a	55,11±0,94bc	33,13±1,65b
75	12,91±0,31cd	88,48±0,24b	80,76±0,82b	54,04±0,94bc	30,60±1,65b
90	11,68±0,31de	88,43±0,24b	76,56±0,82bc	51,23±0,94c	27,84±1,65bc
105	11,21±0,31e	88,41±0,24b	75,68±0,82c	50,83±0,94c	22,28±1,65c
R²	0,91	0,84	0,91	0,95	0,91

EE= Error Estándar. *PC*= Proteína Cruda. *MS*= Materia Seca. *MO*= Materia Orgánica. *MI*= Materia Inorgánica. *FDN*= Fibra Detergente Neutra. *FDA*= Fibra Detergente Acida. *R²*= Coeficiente de Determinación. Promedios con letras diferentes son significativos según Tukey ($P < 0.005$).

4.2. Degradación y cinética ruminal *in situ* del botón de oro (*Tithonia Diversifolia*) en diferentes tiempos de incubación

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

El mayor porcentaje de degradabilidad de la MS la registro el periodo de corte a los 75 días, a las 12, 24 y 48 horas de incubación (97,98; 98,64 y 97,63 % respectivamente). De igual manera la Degradabilidad Potencial (DP) y Degradabilidad Efectiva (DE) a las 2; 5 y 8 horas (97,39; 96,32; 96,01 y 95,79%, en su orden), pero sin establecerse diferencias estadísticas. Según Mupangwa *et al.* (2003), los valores de degradabilidad efectiva de la MS para diferentes constantes de velocidad de recambio ruminal (k) no tuvieron un comportamiento similar en todos los materiales vegetales, y oscilaron desde 26.29 hasta 86.55 %, estos resultados están en el rango de valores para plantas tropicales (23).

La evolución en la dinámica de degradación ruminal *in situ* de la MS mostró aumento progresivo en el tiempo de tipo asintótico hasta el último horario de incubación para todos los ecotipos. Este comportamiento pudiera estar relacionado, en gran medida, con lo referido por Barry y Manley (1986), planteando que el tipo y cantidad de compuestos fenólicos presentes en algunas plantas tropicales pueden limitar o favorecer la degradabilidad ruminal de los nutrientes. Aunque esto no se ha demostrado en *Tithonia diversifolia*, se debe destacar que los tenores de taninos son inferiores a los valores medios informados en la fracción comestible de esta especie (25).

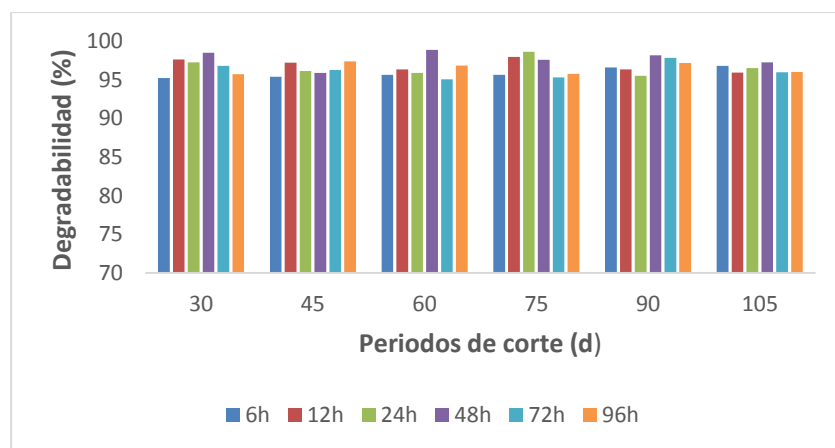


Figura 7. Porcentaje de Materia seca (MS) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte.

Tabla 7. Parámetro de degradación ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes tiempos de incubación.

Horas Incubación	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	95,25a	95,44a	95,65a	95,65a	96,61a	96,83a	1,07	0,8619
12	97,67a	97,23a	96,36a	97,98a	96,36a	95,96a	0,9	0,5529
24	97,28a	96,17a	95,91a	98,64a	95,56a	96,54a	1,15	0,4683
48	98,52a	95,91a	98,89a	97,63a	98,18a	97,27a	1,21	0,5769
72	96,83a	96,27a	95,08a	95,33a	97,88a	96,00a	0,72	0,1257
96	95,75a	97,39a	96,86a	95,78a	97,22a	96,06a	1,17	0,8456
Cinética de degradación (%)								
A	93,00ab	94,60a	90,94ab	93,57ab	94,68a	94,76a	0,81	0,0261
B	2,75a	2,79a	5,52a	1,86a	2,54a	1,30a	1,16	0,2146
C	0,27a	0,07a	1,07a	0,15a	0,02a	0,04a	0,25	0,0686
DP	95,75a	97,39a	96,46a	95,42a	97,22a	96,06a	1,13	0,7769
DE(2h)	95,65a	96,32a	96,27a	95,30a	96,16a	95,51a	0,89	0,9406
DE(5h)	95,50a	95,80a	96,01a	95,14a	95,60a	95,35a	0,80	0,9775
DE(8h)	95,38a	95,56a	95,79a	95,01a	95,35a	95,26a	0,77	0,9865

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 porcentaje de degradabilidad de la MO la registro el periodo de corte a los 90mdías, a las 48, 72y 96 horas de incubación (92,55; 93,12 y 95,02 %, respectivamente), de igual

manera la mayor Degradabilidad Potencial (DP) y Degradabilidad Efectiva (DE) a las 2; 5 y 8 horas (94,79; 92,12; 91,10 y 91,10 %, en su orden), sin registrarse diferencias estadísticas.

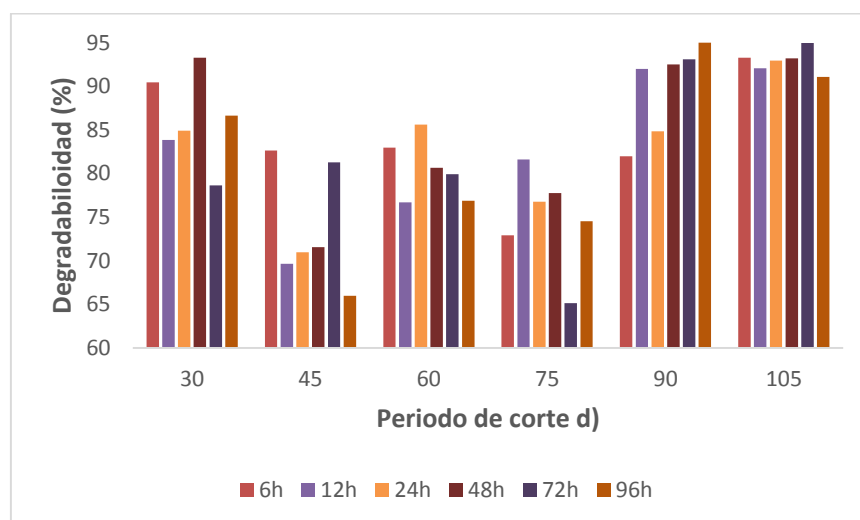


Figura 8. Porcentaje de Materia orgánica (MO) del Botón de Oro (*Tithonia Diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 8. Parámetro de degradación ruminal in situ de la Materia Orgánica (MO) del Botón de Oro (*Tithonia Diversifolia*) a diferentes tiempos de incubación.

Horas Incubación	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	90,47a	82,67a	82,99a	72,91a	81,99a	93,32a	6,01	0,2608
12	83,88a	69,63a	76,71a	81,60a	92,04a	92,09a	4,42	0,0137
24	84,93a	70,97a	85,64a	76,76a	84,84a	92,98a	5,38	0,1202
48	93,32a	71,56a	80,68a	77,78a	92,55a	93,25a	3,66	0,0011
72	78,64ab	81,31ab	79,95ab	65,11ab	93,12a	95,00a	3,7	0,0003
96	86,67ab	65,96c	76,87bc	74,55bc	95,02 ^a	91,10ab	4,01	0,0005
Cinética de degradación (%)								
A	84,13ab	65,96c	76,87abc	70,94bc	88,72a	91,10a	3,55	0,0004
B	2,54a	0,00a	0,00a	3,60a	6,06a	0,00a	1,97	0,2073
C	0,01a	0,01a	0,01a	0,01a	0,02a	0,01a	3,3	0,2420
DP	86,67ab	65,96c	76,87abc	74,55bc	94,79a	91,10ab	4,01	0,0006
DE(2h)	84,78abc	65,96d	76,87bcd	70,94cd	92,12a	91,10ab	3,34	0,0001
DE(5h)	84,43ab	65,96c	76,87abc	70,94bc	90,87a	91,10a	3,39	0,0001
DE(8h)	84,33ab	65,96c	76,87abc	70,94bc	90,30a	91,10a	3,42	0,0002

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 75 días y a las 48,72 y 96 horas de incubación (91,16; 93,69 y 94,22 %, respectivamente). De igual manera, el periodo indicado registra la mayor ($P < 0,05$) Degradabilidad Potencial (DP) y Degradabilidad Efectiva (DE), a las 2; 5 y 8 horas (93,41; 89,95; 87,12 y 85,21 %, en su orden). Shayo y Udén (1999) evaluaron gran variedad de forrajes tropicales, entre ellos Botón de Oro, Chachafruto y Nacedero, para los cuales reportaron valores de y FDN de 55,1; 65,5 y 54,8%, respectivamente. Sin embargo, los resultados de FDN son diferentes, reportándose en este trabajo valores inferiores. Diferentes estudios han ratificado que los contenidos de FDN de los forrajes, están afectados significativamente por la edad de cosecha de las plantas (28).

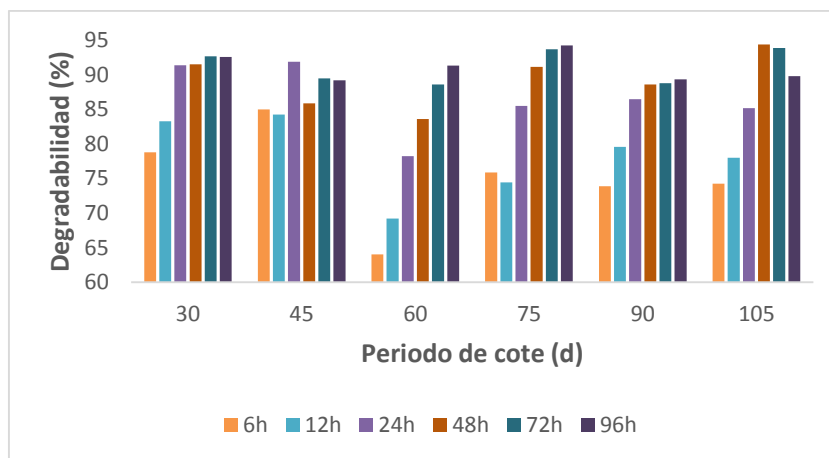


Figura 9. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) Del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 9. Parámetro de degradación ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) a diferentes tiempos de incubación.

Horas Incubación	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	78,79ab	84,97 ^a	64,06c	75,87ab	73,87bc	74,25bc	2,31	0,0002
12	83,27a	84,24 ^a	69,21c	74,46bc	79,59ab	78,02ab	1,57	<0,0001
24	91,38a	91,87 ^a	78,23b	85,48ab	86,46a	85,18ab	1,66	0,0002
48	91,52ab	85,86bc	83,62c	91,16ab	88,61abc	94,37a	1,53	0,0011
72	92,65a	89,46 ^a	88,62a	93,69a	88,79a	93,89a	1,36	0,0253
96	92,60a	89,22 ^a	91,33a	94,22a	89,34a	89,82a	1,81	0,3294
Cinética de degradación (%)								
A	69,20bc	77,74a	62,53c	66,88bc	70,02b	72,99ab	1,51	<0,0001
B	23,24ab	10,84c	28,66a	26,53ab	18,47abc	16,83bc	2,60	0,0013
C	0,17ab	0,32a	0,06b	0,10ab	0,13ab	0,07b	0,05	0,0296
DP	92,44a	88,59a	91,18a	93,41a	88,49a	89,82a	1,62	0,2197
DE(2h)	89,95a	87,08ab	83,21b	88,56a	85,94ab	86,66ab	1,00	0,0036
DE(5h)	87,12a	85,95a	77,36b	83,97a	83,23a	83,68a	0,90	<0,0001
DE(8h)	84,99ab	85,21a	74,15c	81,02b	81,31ab	81,78ab	0,92	<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).

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 75 días de edad del botón de Oro a las 48,72 y 96 horas de incubación (73,54; 67,43; 79,64 %, respectivamente). De igual manera, la mayor Degradabilidad Potencial (DP) y Degradabilidad Efectiva (DE), a las 2; 5 y 8 horas (79,21; 72,55; 70,58 y 69,12 %, en su orden). Los valores encontrados en este estudio oscilan entre 24,58 y 45,39%. Estos resultados sugieren que las dietas de los animales que se suplementen con ellos pueden incrementar sus contenidos energéticos, ya que la FDA está altamente correlacionada con la digestibilidad de la materia seca (28).

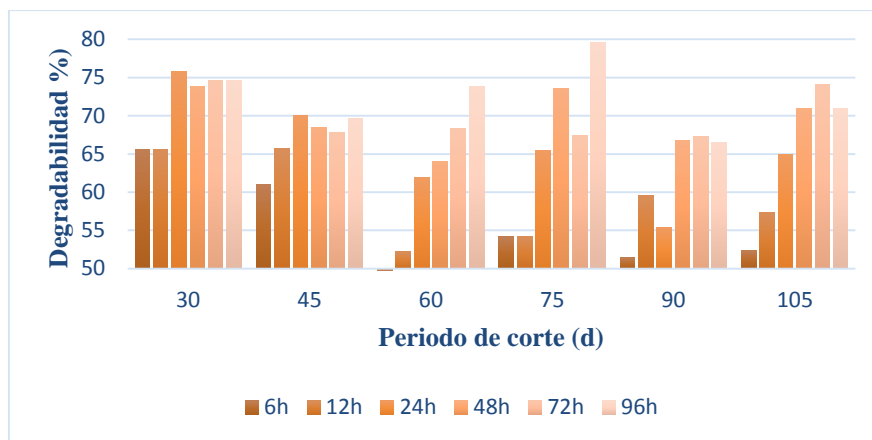


Figura 10. Porcentaje de Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 10. Parámetro de degradación ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) a diferentes tiempos de incubación.

Horas Incubación	Periodos de corte (d)						EEM	PROB.
	30	45	60	75	90	105		
0								
6	65,63a	60,98a	45,80b	54,18ab	51,46ab	52,35ab	3,19	0,0048
12	65,51a	65,72a	52,19b	54,23b	59,52ab	57,30ab	2,11	0,0007
24	75,79a	70,00a	61,87a	65,50a	55,35 ^a	64,92a	6,37	0,3497
48	73,81a	68,42a	63,98a	73,54a	66,72 ^a	71,01a	2,55	0,0819
72	74,60a	67,88a	68,27a	67,43a	67,34 ^a	74,15a	4,44	0,6983
96	74,66ab	69,62b	73,78ab	79,64a	66,59b	70,96ab	2,02	0,0046
Cinética de degradación (%)								
A	54,82a	55,33a	39,31c	47,01b	45,72b	35,30c	1,38	<0,0001
B	19,50b	14,28b	32,30a	32,20a	20,21b	33,16a	1,71	<0,0001
C	0,64a	0,18a	0,09a	0,07a	0,15a	0,21a	0,20	0,3799
DP	74,32ab	69,62bc	71,62bc	79,21a	65,93c	68,45bc	1,64	0,0003
DE(2h)	72,55a	67,52abc	64,91bc	69,13 ab	62,15c	65,34bc	1,43	0,0013
DE(5h)	70,58a	65,73ab	59,08b	63,39b	59,14b	61,69b	1,56	0,0004
DE(8h)	69,12a	64,51ab	55,53c	60,19bc	57,25c	58,86bc	1,56	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:

- El mayor porcentaje de proteína cruda (PC), Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*T. diversifolia*) se registró a los 30 días de rebrote.
- La degradabilidad *in situ* de la Materia Seca (DISMS), del Botón de Oro (*T. diversifolia*) no se vio afectada por los periodos de corte ni de incubación. Sin embargo, en la Materia Orgánica (MO) la degradabilidad se vio afectada a partir de las 72 horas de incubación.
- La degradabilidad *in situ* de la Fibra Detergente Neutra y Fibra Detergente Acida (DISFDN y DISFDA) se vio afectada por los periodos de corte e incubación siendo superior a los 105 días de edad y entre las 48 y 72 horas de incubación.
- La Degradabilidad Efectiva (DE) de la MS (2; 5 y 8H) no se vio afectada por los periodos de corte del Botón de Oro (*T. diversifolia*). Sin embargo, la mayor DE (02H), para la Materia Orgánica (MO); Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA), se registra a los 30 y 105 días de rebrote del Botón de Oro (*T. diversifolia*).

5.2. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda:

- Utilizar el Botón de Oro (*T. diversifolia*) a los 30 días de edad, porque la composición química bromatológica es superior en cada uno de sus componentes.
- Utilizar este recurso forrajero por que la degradabilidad de la Materia Seca (DISMS) no se ve afectada por los periodos de corte ni por las horas de incubación. Además, por que la Degradabilidad Efectiva (DE) de la Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) ocurre entre las 2 y 5 horas.
- Evaluar otros recursos forrajeros, para la alimentación de rumiantes y no rumiantes, en la zona de influencia de la UTEQ.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFÍA

1. Calle Z, Murgueitio E. [Online].; 2014 [cited 2018 Mayo 01].
2. FEDEGAN. FEDEGAN. [Online].; 2016 [cited 2018 Mayo 1].
3. Maza A. “PALATABILIDAD DE CINCO ESPECIES FORRAJERAS ARBOREAS NATIVAS DE LA AMAZONIA SUR DEL ECUADOR”. tesis de grado. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2018.
4. Molano M. CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE FORRAJES TROPICALES. tesis para obtencion del titulo de magister. Palmira- Valle: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA; 2012.
5. Clara I, Rios K. FAO. [Online]. Available from: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.htm>.
6. Espinoza C, Usuga A. evaluacion de modelos de crecimiento e implementacion de sistemas de fraccionamiento de proteina. [Online].; 2008.
7. Laguana U. 2008.
8. A. Pérez I IM. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*. ; 32(1).
9. Rios C, Salazar A. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. CIPAV. 1995 Marzo; 6(3).
10. Reyes F. Alimentación de ganado bovino en ceba con la suplementación de pastos de corte clon 51 (*Paspalum dilatatum*) y arbustos forrajeros (*Tithonia diversifolia*) en la Col. Nueva Esperanza Progresista, Municipio de Palenque, Chiapas. Tesis. Nueva palestina: Universidad de ciencias y artes chiapas ; 2017.
11. Nash D. Boton de oro adaptacion. *Botany Flora de Guatemala*. ; 24(12).
12. Gonzalez J, Hahn C, Narvaez W. Características Bitánicas de *Tithonia diversifolia* y su uso en la alimentación animal. *boletín científicos I*. 2014 julio-diciembre; 18(2).
13. Medina M, Garcia D, Gonzalez M, Cova L, Moratinos P. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia tropical*. 2009 Marzo; 27(2).

14. Sanabria E, Avila I. PRODUCCIÓN DE FOLLAJE DE LA ESPECIE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) UTILIZANDO 5 TÉCNICAS DE SIEMBRA CON FINES DE ALIMENTACIÓN ANIMAL. Tesis. UNAD; 2015.
15. Vargas J. Botón de oro: Manual para su establecimiento y manejo en sistemas ganaderos (1 ed.). Manizales, Caldas, Colombia: Universidad de Caldas. Universidad de Caldas. Report No.: 1.
16. Gonzales C. Boton de Oro (*Tithonia diversifolia*) Gray una fuente proteica. 2015; 6(3).
17. Tuhm P. efecto de las edades de siembra del boton de oro. Tesis. Mexico.
18. Alpizar A, Arias L. Evaluacion del uso del boton de oro como suplemento de vacas jersey en etapa productiva. proyecto. Universidad Nacional Costa Rica; 2016.
19. Rosales P. Determinacion de van soest. Informe de Grado. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE.
20. Mahecha L, Rosales M. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. 2005; 17(9).
21. Cardona J, Mahecha L, Angulo J. ARBUSTIVAS FORRAJERAS Y ÁCIDOS GRASOS: ESTRATEGIAS para disminuir la produccion de metano enterico en bovinos. *Agro. Mesoam*. 2016; 28(1).
22. al. Me. Pasturas Tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agricola*. 2012; 46(1).
23. Gallego-Castro LA. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A gray bajo tres sistemas. *Agron. Mesoam*. 2017; 28(1).
24. Manley By. *Revista Cubana de Ciencia Agricola*. 2012; 46(1).
25. Gray A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl. Pastos y Forrajes. 2009 Marzo; 32(1).
26. Yohanka Lezcano¹ MSFOERDFILMHSJMyNC. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*. 2012 julio; 35(3).
27. Juan F Naranjo Z, César A Cuartas Zoot P. Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la

suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2011 Enero- Junio; 6(1).

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1. Análisis de la varianza de la composición química del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 1: Cuadrado medio y significación estadística para la composición química de la PC; MS; MO; FDN y FDA del Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de corte

F. V	G. L	Variables				
		MS	MO	PC	FDN	FDA
Tratat	5	2,21**	51,60**	9.72**	110,65**	188,65**
E. Exp.	12	0.18	2,04	0,28	2,65	8,19
Total	17					
CV (%)		0.48	1.74	3,97	2.90	8,82

PC= Proteína Cruda. MS= Metería Seca. MO= Materia Orgánica. 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* del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 2: Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Materia Seca (MS) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	1,70ns	2,66ns	5,06ns	4,55ns	4,20ns	2,18ns
E. Exp.	18	4,58	3,25	5,28	5,84	2,09	5,51
Total	23						
EE		1,07	0,90	1,15	1,21	0,72	1,17
R²		0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00

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

Tabla 3: Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Materia Orgánica (MO) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Trata.	5	206,88ns	307,84**	237,38ns	356,64**	474,85**	489,98**
E. Expo.	18	144,58	78,03	115,98	53,59	54,82	64,40
Total	23						
EE		6,01	4,42	5,38	3,66	3,70	4,01
R²		0,09	0,39	0,19	0,55	0,62	0,59

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

Tabla 4: Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN) del Botón de Oro (*Tithonia Diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	188,43**	127,22**	99,06**	62,87**	24,84**	16,26ns
E. Exp.	18	21,28	9,92	11,02	9,40	7,37	13,05
Total	23						
EE		2,31	1,57	1,66	1,53	1,36	1,81
R²		0,63	0,72	0,63	0,55	0,34	0,05

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

Tabla 5: Cuadrado medio y significación estadística para la degradabilidad *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Periodos (d)					
		6	12	24	48	72	96
Tratat	5	203,03**	127,91**	194,07ns	61,16ns	47,55ns	82,32**
E. Exp.	18	40,62	17,77	162,09	25,92	78,84	16,32
Total	23						
EE		3,19	2,11	6,37	2,55	4,44	2,02
R²		0,46	0,57	0,04	0,23	0,00	0,47

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

7.3. Análisis de la varianza de la cinética ruminal *in situ* del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte

Tabla 6: Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		A	B	C	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	8,76**	8,47ns	0,64ns	2,52ns	0,76ns	0,39ns	0,28ns
E. Exp.	18	2,62	5,34	0,26	5,11	3,19	2,58	2,34
Total	23							
EE		0,81	1,16	0,25	1,13	0,89	0,80	0,77
R²		0,34	0,11	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00

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

Tabla 7: Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Materia Orgánica (MO) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G.	Cinética de degradación (%)						
		L	A	B	c	DP	DE(2h)	DE(5h)
Tratat	5	403,39**	25,09ns	6,4ns	485,11ns	464,93**	439,82**	429,44**
E. Exp.	18	50,47	15,56	4,3	64,44	44,74	45,85	46,71
Total	23							
EE		3,55	1,97	4,3	4,01	3,34	3,39	3,42
R ²		0,60	0,12	0,10	0,59	0,67	0,65	0,64

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

Tabla 8: Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G.	Cinética de degradación (%)						
		L	A	b	C	DP	DE(2h)	DE(5h)
Tratat	5	0,97ns	1,49ns	0,88ns	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

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

Tabla 9: Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Neutra (FDN) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		A	B	C	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	108,06**	176,59**	0,04**	16,54ns	21,31**	45,69**	64,29**
E.	18	9,07	27,04	0,01	10,56	4,00	3,22	3,39
Exp.								
Total	23							
EE		1,51	2,60	0,05	1,62	1,00	0,90	0,92
R²		0,70	0,55	0,33	0,11	0,48	0,74	0,80

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

Tabla 10: Cuadrado medio y significación estadística para la cinética ruminal *in situ* de la Fibra Detergente Acida (FDA) del Botón de Oro (*Tithonia Diversifolia*) en seis periodos de incubación

F. V	G. L	Cinética de degradación (%)						
		A	B	C	DP	DE(2h)	DE(5h)	DE(8h)
Tratat	5	259,98**	271,54**	0,18ns	88,97**	52,97**	77,29**	102,05**
E.	18	7,59	11,67	0,16	10,81	8,18	9,73	9,67
Exp.								
Total	23							
EE		1,38	1,71	0,20	1,64	1,43	1,56	1,56
R²		0,88	0,83	0,03	0,61	0,54	0,60	0,67

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



Foto 1. Tamizado de muestras



Foto 2. Tamizado de muestras



Foto 3. Peso de crisoles



Foto 4. Registro de peso de muestras



Foto 5. Muestras en crisoles



Foto 6. Determinación de MS



Foto 7. Pesaje de muestras para el análisis PC



Foto 8. Destilación de PC

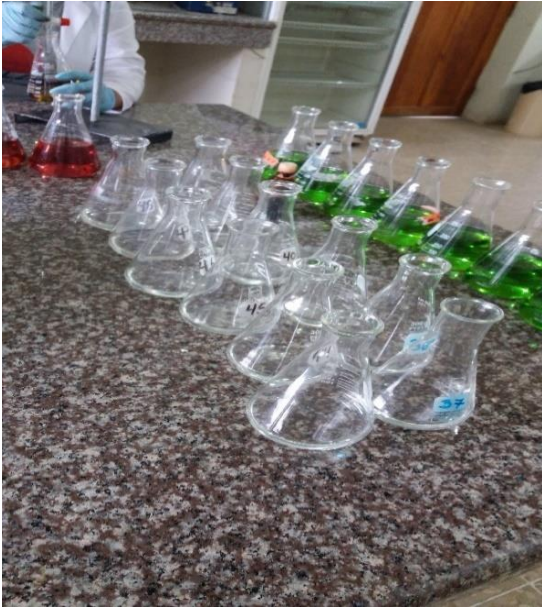


Foto 9. *Titulación*



Foto 10. *Registro y peso de fundas*



Foto 11. *Preparación de muestras*



Foto 12. *Ingreso de fundas al rumen del animal*