



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

VALORACIÓN NUTRITIVA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI”

Trabajo de Titulación previa a la obtención
del título de **Médica Veterinaria**
Zootecnista

AUTORA:

Lesly Dayanira Ojeda Roblez

DIRECTOR:

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

Loja – Ecuador

2023

Educamos para **Transformar**

Certificación

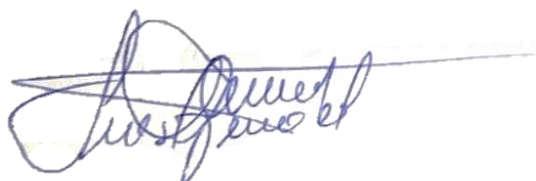
Loja, 09 de enero de 2023

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo Titulación denominado: **VALORACIÓN NUTRITIVA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI”** de autoría de la Srta. **Lesly Dayanira Ojeda Roblez**, con cédula de identidad Nro.1104317878 previo a la obtención del título de **MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Lesly Dayanira Ojeda Roblez**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1104317878

Fecha: 06/Junio/2023

Correo electrónico: lesly.ojeda@unl.edu.ec

Teléfono: 0968068943

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación

Yo, Lesly Dayanira Ojeda Roblez, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **VALORACIÓN NUTRITIVA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI”**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria Zootecnista**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a seis días del mes de junio del dos mil veintitrés.



Firma:

Autora: Lesly Dayanira Ojeda Roblez

Cédula: 1104317878

Dirección: La Samana

Correo electrónico: lesly.ojeda@unl.edu.ec

Teléfono: 0968068943

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza PhD

Dedicatoria

A Dios por darme la fortaleza, sabiduría y ser mi guía durante la culminación de la carrera y de mi vida entera.

A mi madre y padre, Carmen Victoria Valdez Villalta por ser quien desde pequeña estuvo a mi lado inculcándome valores y brindándome todo su amor convirtiéndome en la mujer que soy ahora, por el impulso y ánimo durante los momentos en los que me sentía perdida y con su voz apaciguó la tormenta.

A mi gran amiga Rachel Sarahí Jara Silva por ser la persona que me acompañó en el proceso de mi formación, por su apoyo incondicional en los momentos de frustración, confusión y nostalgia, brindándome su compañía, amor y calidez.

A mis familiares y amigos que me brindaron su apoyo durante toda la carrera, por ser parte de mi vida y formación profesional a lo largo de los años que de alguna manera me salvaron de aquellos momentos difíciles.

Lesly Dayanira Ojeda Roblez

Agradecimiento

A Dios por permitirme culminar mi carrera profesional ser la guía y benefactor de mi vida entera brindándome la fuerza necesaria para no caer en los momentos donde no encontraba salida.

A la Universidad Nacional de Loja por permitirme formarme como persona en calidad de profesional ético y moralmente.

Al Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD y Dr. Oreste La O León, PhD por dirigirme y apoyarme durante la realización de este trabajo, brindándome su apoyo, consejos y conocimiento para la culminación del presente.

A la Ing. Beatriz Guerrero León por todo su apoyo y paciencia durante los análisis realizados en el laboratorio de Bromatología y los conocimientos impartidos durante los mismos.

A todos los Docentes que pasaron durante toda mi vida dejándome enseñanzas humanas y conocimientos para la vida profesional.

A los profesionales y trabajadores que conforman la Estación Experimental El Padmi por brindarme la oportunidad de realizar el trabajo de titulación en las instalaciones, brindándome apoyo y ayuda durante su realización.

Lesly Dayanira Ojeda Roblez

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	5
4.1. Bancos de Proteína.....	5
4.2. Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)	5
4.2.1. Distribución y adaptabilidad	5
4.2.2. Clasificación Taxonómica.....	6
4.3. Características Botánicas	6
4.3.1. Raíz	7
4.3.2. Tallo	7
4.3.3. Hojas	8
4.3.4. Inflorescencia	9
4.3.5. Fruto	10
4.3.6. Semilla.....	11

4.4. Establecimiento y Manejo del Cultivo.....	11
4.4.1. Siembra	11
4.4.2. Corte.....	13
4.5. Valor Nutricional	14
4.6. Uso en la Alimentación Animal.....	16
4.6.1. Alimentación de Rumiantes	16
4.6.2. Alimentación de cuyes y conejos.....	19
4.6.3. Alimentación de aves y cerdos.....	21
4.7. Composición Bromatológica.....	23
4.7.1. Materia seca	24
4.7.2. Proteína cruda.....	24
4.7.3. Cenizas	24
4.7.4. Fibra detergente neutro (FDN).....	24
4.7.5. Fibra detergente ácido (FDA)	25
4.7.6. Lignina (LDA)	25
5. Metodología	26
5.1. Ubicación	26
5.2. Toma de Muestras	26
5.3. Análisis Bromatológico.....	27
5.3.1. Materia seca	27
5.3.2. Cenizas	27
5.3.3. Proteína cruda.....	27
5.3.4. Fibra detergente neutra (FDN).....	28
5.3.5. Fibra detergente ácida (FDA).....	28
5.3.6. Lignina (LG)	28
5.4. Análisis Estadístico	29
6. Resultados	30

6.1. Composición Bromatológica.....	30
6.1.1. Materia seca	30
6.1.2. Cenizas	30
6.1.3. Proteína Cruda.....	31
6.1.4. Fibra Detergente Neutra (FDN)	32
6.1.5. Fibra Detergente Ácida (FDA).....	32
6.1.6. Lignina (LDA)	33
6.2. Composición bromatológica en diferentes condiciones edafoclimáticas.....	34
7. Discusión	35
8. Conclusiones	39
9. Recomendaciones	40
10. Bibliografía	41
11. Anexos	52

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Tithonia diversifolia</i>	6
Tabla 2. Composición proximal de <i>Tithonia diversifolia</i>	14
Tabla 3. Contenido de materia seca (%) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres estados fenológicos.....	30
Tabla 4. Contenido de cenizas (%) del botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres estados fenológicos.....	31
Tabla 5. Contenido de proteína (%) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres estados fenológicos.....	31
Tabla 6. Contenido de fibra detergente neutra (%) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres estados fenológicos.....	32
Tabla 7. Contenido de fibra detergente ácida (%) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres estados fenológicos.....	33
Tabla 8. Contenido de lignina (%) del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres estados fenológicos.....	33
Tabla 9. Composición química del Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>) en tres condiciones climáticas diferentes en el rango de 60 – 75 días.....	34

Índice de figuras

Figura 1. Raíz de <i>Tithonia diversifolia</i>	7
Figura 2. Tallo del Botón de Oro	8
Figura 3. Hojas con 3 y 5 lóbulos	9
Figura 4. Flor del Botón de Oro.....	10
Figura 5. Semilla de <i>Tithonia diversifolia</i>	11
Figura 6. Mapa de ubicación de la estación experimental El Padmini UNL.....	26
Figura 7. Cultivo de Botón de oro en la estación experimental El Padmini	59
Figura 8. Limpieza y recolección de las muestras de <i>Tithonia diversifolia</i> a los 30,60 y 120 días	59
Figura 9. Clasificación de la planta entera y traslado al Laboratorio de Suelos, Agua y Bromatología (Sección Bromatología) de la FARNR-UNL.....	59
Figura 10. Preparación de muestras para el análisis bromatológico (corte y pesaje para ingreso a la estufa)	60
Figura 11. Homogenización de las muestras, proceso de molienda y pesaje para la obtención de cenizas	60
Figura 12. Titulación para la obtención de proteína	60
Figura 13. Pesaje y procesamiento de muestras para la obtención de fibra.....	61

Índice de anexos

Anexo 1. Análisis de la Varianza	52
Anexo 2. Trabajo de Campo y Laboratorio.....	59
Anexo 3. Certificado de Inglés (Abstract).....	62

1. Título

VALORACIÓN NUTRITIVA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI”

2. Resumen

El objetivo del presente estudio fue realizar la valoración nutricional del Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en condiciones edafoclimáticas en la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja. Se evaluaron los indicadores bromatológicos en hojas, tallos, hojas + tallos y flores, durante tres periodos de corte, 30, 60 y 120 días; los resultados se sometieron a análisis de varianza mediante diseño completamente aleatorizado y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los resultados demuestran que la edad de corte influye directamente sobre el contenido de proteína, materia seca y componentes fibrosos, con valores de: MS 12,30 - 21,50%; CN 16,72 - 8,17%; PC 19,19 - 14,58%; FDN 52,27 - 61,74%; FDA 41,70 - 52,36%; LDA 16,79 - 15,82%. donde la mejor edad de corte con respecto a proteína es a los 30 días con una media de 19,19% (Hojas + Tallos); en el caso de materia seca fue mayor a los 120 días con el 21,50%; cabe destacar que el mayor contenido de proteína se presentó en las hojas con el 32,65 %. Se concluye que *Tithonia diversifolia* constituye una buena alternativa para la alimentación de bovinos en la provincia de Zamora Chinchipe, por su alto valor proteico y gran adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Palabras clave: Botón de Oro, indicadores bromatológicos, estado fenológico, hojas y tallos.

2.1. Abstract

The objective of this study was to carry out the nutritional assessment of Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) under edaphoclimatic conditions at the "El Padmi" experimental station of the National University of Loja. Bromatological indicators were evaluated in leaves, stems, leaves + stems and flowers, during three cutting periods, 30, 60 and 120 days; the results were subjected to analysis of variance using a completely randomized design and Tukey's test ($P \leq 0.05$). The results show that the cutting age directly influences the content of protein, dry matter and fibrous components, with values of: DM 12.30 - 21.50%; BC 16.72 - 8.17%; PC 19.19 - 14.58%; NDF 52.27 - 61.74%; FDA 41.70 - 52.36%; LDA 16.79 - 15.82%. where the best cutting age with respect to protein is 30 days with an average of 19.19% (Leaves + Stems); in the case of dry matter it was greater than 120 days with 21.50%; It should be noted that the highest protein content occurred in the leaves with 32.65 %. It is concluded that *Tithonia diversifolia* constitutes a good alternative for cattle feeding in the province of Zamora Chinchipe, due to its high protein value and great adaptability to the edaphoclimatic conditions of the area.

Keywords: Botón de Oro, bromatological indicators, phenological state, leaves and stems.

3. Introducción

El principal problema de la ganadería bovina en el trópico es la baja calidad de los pastos, caracterizados por bajos niveles de proteína y alto contenido de fibra, lo que se agudiza en el período seco, donde se disminuye el rendimiento en un 20 al 30 % del total anual (Benavides, 1999).

En la provincia de Zamora, la alimentación del ganado bovino se basa en el uso de gramíneas; cuya producción disminuye progresivamente, debido a múltiples factores como: malas prácticas de manejo, sobrepastoreo, condiciones climáticas adversas (exceso de lluvias), erosión de los suelos. Ante esta situación los pequeños y medianos productores se ven en la necesidad de buscar alternativas, mediante la introducción de otras especies que se adapten a sus necesidades y a las condiciones edafoclimáticas de la región.

En la necesidad de fuentes alternativas para alimentación animal, se buscan especies con alta producción de biomasa, con alto contenido de proteína, buena digestibilidad y sobre todo buena capacidad de recuperación de follaje. El Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), por sus características, constituye una buena alternativa como fuente de forraje para la suplementación de rumiantes en el trópico, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Amendola et al., 2005).

El Botón de Oro es una planta rústica que se adapta a diferentes condiciones agroecológicas (García et al., 2009); presenta alto contenido de proteína y minerales y tiene buena palatabilidad, sus hojas pueden ser consumidas como forraje por el ganado mayor y menor, con aportes de proteína que oscila entre 14 a 28%, altos niveles de P y Ca, bajo contenidos de fenoles y taninos entre 0 a 0,01 % (Murgueitio, 2008).

El establecimiento de esta especie es muy reciente en la zona; siendo necesario desarrollar procesos investigativos orientados a estudiar aspectos relacionados con sus características agronómicas, producción forrajera y valor nutritivo. Por lo tanto, en el presente trabajo, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la composición bromatológica del botón de oro (*T. diversifolia*) en la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja.
- Comparar indicadores de calidad nutricional entre diferentes condiciones climáticas de *Tithonia diversifolia*.

4. Marco Teórico

4.1. Bancos de Proteína

Los bancos de proteína son áreas de cultivo de árboles y/o arbustos en bloques de alta densidad (mayores a 5000 plantas/ha). Generalmente se asocian con pastos u otras especies forrajeras de tipo herbácea, con el propósito de aumentar la producción y calidad del forraje para la alimentación animal (Ojeda et al., 2003). Son de gran importancia ya que influyen sobre el patrón de consumo de las gramíneas y pueden ser una alternativa para disminuir las pérdidas de peso por estrés en animales rumiantes. El uso de los bancos de proteína en una ganadería sostenible es una necesidad incuestionable para muchos países tropicales en vías de desarrollo (Orozco, 2010).

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que poseen bajos niveles de proteína digestible y alto contenido de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se ha considerado como una estrategia en la suplementación de los rumiantes en el trópico, con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Milera et al., 2010).

Muchas de estas especies tienen un valor nutricional superior al de los pastos y pueden producir altas cantidades de biomasa comestible, que son más sostenidas en el tiempo que las de estos, bajo condiciones de cero fertilizaciones. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas, como *Tithonia diversifolia*, que poseen características nutricionales que las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Murgueitio, 2009).

4.2. Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

4.2.1. Distribución y adaptabilidad

Nash (1976, como se citó en Murgueitio, 2005) menciona que *Tithonia diversifolia* es una planta herbácea de la familia de *Asteraceas*, originaria de Centro América. Actualmente, *Tithonia diversifolia* se encuentra en las áreas tropicales y subtropicales del Planeta y posee alrededor de 15,000 ecotipos localizados en todo el mundo. Su distribución en Sudamérica abarca el norte de Venezuela, Colombia y Ecuador incluyendo las Antillas (Nash, 1976; CONABIO, 2009).

Se desarrolla en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar hasta 2700 m, con precipitaciones que oscilan entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad. Además, es muy probable encontrar esta especie creciendo espontáneamente a orillas de caminos y ríos (Nash, 1976); es muy rústica tolerando condiciones de acidez (3 a 6 pH) y poca fertilidad del suelo (González & Castillo, 2014), con temperaturas desde 30°C a 10 °C (Hernández, 2011).

Tiene rápido crecimiento, su producción de biomasa varía entre 30 y 70 t/ha de forraje verde (Mahecha & Rosales 2005; Zapata & Silva 2010). Presenta adecuado valor nutricional del follaje (Ibrahim et al., 2005) y puede acumular tanta proteína en sus hojas (hasta 33%) como las leguminosas.

Puede producir hasta 275 t de material verde (unas 55 t de materia seca) por hectárea por año, rápido crecimiento y baja demanda de insumos. Presenta características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial en alimentación animal (Ríos, 1997). Clasificación Taxonómica

El botón de oro pertenece a la familia de las Asteraceas que tiene 480 géneros y unas 15000 especies ampliamente distribuidas por todo el mundo (Gómez & Rivera, 1987).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Tithonia diversifolia*.

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	Traqueobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Tithonia</i>
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i>

Fuente: SIIT (sistema integrado de información Taxonómica; (Pérez et al., 2009).

4.3. Características Botánicas

Es una planta herbácea de 1,5 a 4,0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, hojas alternas pecioladas de 7 a 20 cm de largo y de 4 a 20 cm de ancho (Nash, 1976).

Presenta de 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base, decurrentes en su mayoría en la base del pecíolo, bordes aserrados, pedúnculos de 4/5 a 20 cm de largo (Rios, 1993), lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud, cáliz modificado en una estructura bracteoide que persiste en la semilla. Androceo de 4 estambres unidos y gineceo compuesto por un ovario inferior de un carpelo y un lóculo, el estigma es bifido. El fruto es un aquenio de 4 a 6 mm de largo (Nash, 1976; Pérez et al., 2009).

4.3.1. Raíz

La raíz tiene las funciones principales de anclaje, absorción y almacenamiento de nutrientes, su forma depende del sistema de propagación, cuando es sexual presenta una raíz principal de tipo pivotante, del cual se desprenden las raíces laterales; en sistemas de propagación asexual las raíces son adventicias (Zheng et al., 1988). Raíz principal, fusiforme con numerosas raíces secundarias muy finas, el sistema radicular es superficial. La longitud de las raíces es proporcional a la altura de la planta (Álvarez et al., 2009).



Figura 1. Raíz de *Tithonia diversifolia*

4.3.2. Tallo

Tiene un tallo empinado y ramificado con alrededor de 24 a 36 haces vasculares adyacentes que le suministran un máximo soporte esquelético a pesar de su escasa madera

en los tejidos del parénquima; sin embargo, sus ramas tiernas continúan cubiertas de pelillos, los cuales se pierden con la edad (Pérez et al., 2009; Inayat et al., 2009).

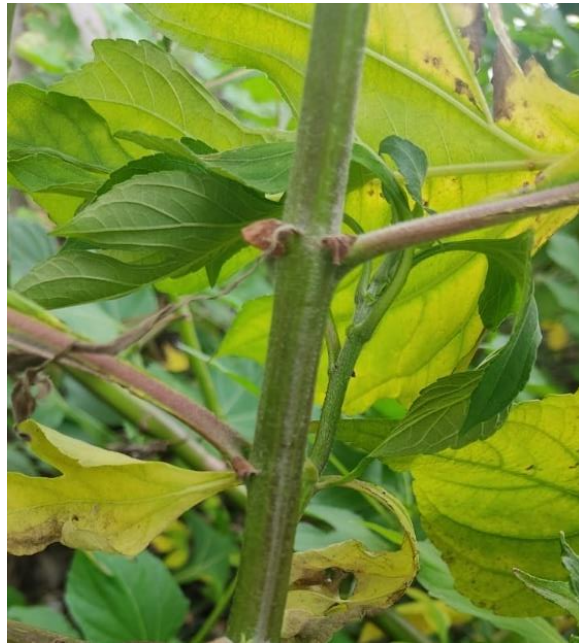


Figura 2. Tallo del Botón de Oro

4.3.3. Hojas

Las hojas son alternas, pecioladas, de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho, en general profundamente divididas de 3 lóbulos a 5 lóbulos, usualmente muy pilosas en el envés, ápice acuminado, cuneadas hasta subtruncadas en la base, con dientes redondeados en el margen, con la base a veces algo truncada pero enseguida haciéndose muy angosta a lo largo del peciolo, en cuya base se amplía en 2 lóbulos pequeños, la cara superior cubierta de pelos de base hinchada, generalmente con abundantes pelillos (a veces sin pelillos) y con puntos glandulares en la cara inferior, el envés generalmente glauco (Murgueitio, 2009; Inayat et al., 2009; Murgueitio & Ospina, 2002).



Figura 3. Hojas con 3 y 5 lóbulos

4.3.4. Inflorescencia

Nash y Williams en 1976 destacan que la inflorescencia de *Tithonia diversifolia* se presenta en capítulos y está formada por pequeñas flores sésiles, dispuestas sobre un receptáculo convexo, provisto en su superficie de brácteas (páleas) rígidas, puntiagudas, de hasta 11 mm de largo (con algunos pelillos en su superficie), que abrazan las flores del disco; el conjunto de flores está rodeado por fuera por el involucre, anchamente acampanado (de hasta 4 cm de ancho), constituido por numerosas brácteas (dispuestas en cuatro series), ovales y generalmente con el ápice redondeado, o bien las brácteas exteriores ovadas a redondeadas y con el ápice más o menos agudo, a veces cubiertas de pelillos.



Figura 5. Botón floral de *Tithonia diversifolia*

Las flores pequeñas y sésiles están colocadas sobre un receptáculo prominente, provisto en su superficie de brácteas rígidas, puntiagudas, que logran los once milímetros de largo con algunos pelillos en la superficie que abrazan a las flores del disco; el conjunto de estas flores está rodeado por fuera, por el involucre anchamente acampanado que puede alcanzar los cuatro centímetros de ancho (Roig et al., 1974); en número de 12 a 14, son liguladas, ubicadas en la periferia de la cabezuela; la corola de hasta 6 cm de largo, es un tubo en la base y a manera de cinta hacia el ápice, semejando un pétalo de una flor sencilla, de color amarillo brillante o anaranjado, con dos o tres dientes en el ápice (Nash & Willams, 1976 ; Sanabria, 2015). Las flores del disco son numerosas, hermafroditas, ubicadas en la parte central; la corola, de hasta 8 mm de largo, es un tubo delgado que hacia la parte superior se ensancha (“garganta”) y se divide en cinco lóbulos, de color amarillo; los estambres alternos con los lóbulos de la corola; sus filamentos libres e insertos sobre el tubo de la corola; las anteras soldadas entre sí formando un tubo alrededor del estilo, con la base aflechada; el ovario ínfero (Nash & Willams, 1976).

Varias cabezuelas grandes, agrupadas, o bien estas solitarias, sobre pedúnculos fuertes (de hasta 20 cm de largo, y a veces cubiertos de pelillos), hinchados abajo de la cabezuela.



Figura 4. Flor del Botón de Oro

4.3.5. Fruto

El fruto es seco y no se abre (indehiscente), contiene una sola semilla; se le conoce como aquenio; es oblongo, de hasta 6 mm de largo, cubierto de pelillos recostados sobre

su superficie; en el ápice del fruto se presenta una estructura llamada vilano que consiste en dos aristas (raramente ausentes) desiguales, de hasta 4 mm de largo, además de 6 a 10 escamas de hasta 2,5 mm de largo, unidas en la base e irregular (Nash & Willams, 1976).

4.3.6. Semilla

Se le conoce como aquenio o cipsela, es oblongo, de hasta 6 mm de largo, cubierto de pelillos recostados sobre su superficie, en el ápice del fruto se presenta una estructura llamada vilano que consiste en 2 aristas (raramente ausentes) desiguales, de hasta 4 mm de largo y además de 6 a 10 escamas de hasta 2.5 mm de largo, unidas en la base e irregularmente divididas en su margen superior en segmentos muy angostos (Gordon, 2009).



Figura 5. Semilla de *Tithonia diversifolia*

4.4. Establecimiento y Manejo del Cultivo

4.4.1. Siembra

Ruiz et al., (2009) manifiestan que la plantación de *Tithonia diversifolia* se la debe realizar de manera que se ajuste el tallo en el fondo del surco en la tierra utilizando solamente la parte basal o media, dándonos como resultado una planta con un buen desarrollo con mayor producción de biomasa.

En el año del 2016 Castillo et al., realizaron una investigación basada en la influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y producción de *Tithonia diversifolia*; donde la plantación leñosa forrajera tuvo una marcada influencia en los indicadores; asimismo el marco de plantación óptimo para la producción en las condiciones de la investigación fue de 1 m x 1 m.

La distancia de siembra es de 1m x1 m, con estacas de 30 a 50 cm. Se corta entre los 45 y 55 días de la siembra, antes de que se dé la flor, cortándola a una altura de 60 a 80 centímetros (Goyenaga, 2016).

Gallego (2016) concluye que la propagación de botón de oro utilizando la semilla sexual para siembra directa en semilleros y luego realizar un trasplante a campo es totalmente viable; presentando un protocolo sencillo y de fácil aplicación.

La *Tithonia diversifolia* puede ser sembrada en monocultivo o en asociación; para su asociación con otras plantas se usan surcos intercalados con franjas de otras especies alimenticias como frijol, yuca, maíz, plátano, papaya, caña de azúcar, forrajeras y árboles, en donde la distancia dependerá del desarrollo de las plantas asociadas, buscando que no se presente competencia ni se afecte su crecimiento (Jama et al., 2000).

Botón de Oro presenta alta producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, e incluso del pastoreo, con altos valores bromatológicos, especialmente su contenido en proteína y minerales, lo que la convierte en un grandioso material como alternativa para la alimentación animal (Rivera et al., 2015). Igualmente, dicho forraje al ser establecido por material vegetativo (estacas) y encontrarse altamente distribuido en el país, permite un sencillo y económico establecimiento.

Asimismo, ha sido reconocida como una planta útil como mejoradora de la fertilidad del suelo, principalmente cuando se maneja como abono verde (Crespo et al., 2011), sea enterrado al suelo o manejado como cultivo acompañante (Ríos, 2002). Esta es una planta que evita la erosión (Murgueitio & Ibrahim 2004).

Navas & Montaña (2019) indican que *Tithonia diversifolia* tiene potencial para la recuperación de suelos degradados, adaptación a diferentes condiciones climáticas y contribuye a la producción de alimento de buena calidad que podría permitir el establecimiento de programas de suplementación estratégica para las épocas críticas en sistemas ganaderos. Se puede establecer en suelos desde ácidos hasta neutros, de la misma

manera en suelos pobres hasta fértiles, mal drenados a bien drenados. Además, se desarrolla bien en zonas con altas temperaturas 14 – 27 °C y es medianamente tolerante a la sombra (González, 2020).

La planta restablece rápidamente la fertilidad y los nutrientes de los suelos degradados (Inayat & Gordon, 2009). Al respecto, Rutunga et al., (1999) observaron que los suelos después de seis meses de sembrada 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 ; además restablecer la fertilidad del suelo gracias a su alto contenido de nitrógeno y rápida tasa de descomposición (Kayuki & Wortmann, 2001; Ademiluyi & Omotoso, 2007), 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 (Jama et al., 2000; Kayuki & Wortmann, 2001; Nziguheba et al., 2002; Sao et al., 2010). La capacidad de desoje de hasta el 95% le permite a la planta reducir su transpiración y resistir mejor las épocas de sequía (Ipou et al., 2011).

4.4.2. Corte

La calidad nutritiva varía de acuerdo al estado vegetativo en el que se encuentre la planta, pero puede ser utilizado en ambas épocas ya que cuenta con valores apreciables de proteína bruta en la fracción comestible hoja-tallo (Pérez et al., 2009). Se puede cosechar entre los 30 a 60 días siendo la etapa más adecuada debido a su valor nutricional.

Ramírez (2018) manifiesta que la capacidad de recuperación de las plantas en cortes sucesivos (19 cm/35 días y 44 cm/49 días utilizando densidades de siembra de 0,75m x 0,75 m), podrían indicar que el momento más adecuado para cosechar el forraje con fines alimenticios, sin causar deterioro en el cultivo, es su estado de prefloración (cortes cada 50 días).

Tithonia diversifolia es una planta con alta capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo que depende de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo (Pérez et al., 2009).

4.5. Valor Nutricional

El valor nutritivo está en función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes en ese forraje y la eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, 1990).

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*); es una alternativa para la suplementación de animales monogástricos y rumiantes. Debido a su fácil propagación, manejo y cultivo, además de su notable capacidad de retener y aportar nutrientes al suelo.

Tithonia diversifolia puede llegar a convertirse en una materia prima importante para la elaboración de suplementos balanceados, los cuales son muy utilizados en las ganaderías de alta producción lechera y disminuyen costos de producción, dado que los cereales como el maíz y los subproductos de oleaginosas como la torta de soya, presentan cada vez precios de mercado más elevados (Gallego, 2016).

Terga (1975) nos menciona que *Tithonia Diversifolia* presenta los siguientes atributos como forraje arbustivo:

- Altos contenidos de proteína: 18% - 20%.
- Altos contenidos de fosforo.
- Alta digestibilidad.
- Bajo contenido de taninos y fenoles.
- La producción estimada de forraje útil por planta (hojas y tallos verdes) está entre 1.3 y 2 kg.
- Rápida recuperación después del corte (a las 6 y 7 semanas).
- No solo en bovinos se puede emplear la planta como parte de la dieta, también se puede usar en cabras, conejos y aves de corral

Tabla 2. Composición proximal de *Tithonia diversifolia*

Nutriente	%	Autor
Materia seca	13,5	(Inayat & Gordon, 2009)
	16,6	(Padilla, 2013)
	17,9	(Navarro & Rodriguez, 1990)
	24,4	(Garcia et al., 2008)
	19,5	(Inayat & Gordon, 2009)

	20,9	(Padilla, 2013)
Proteína Bruta	22,6	(Navarro & Rodríguez, 1990)
	25,0	(Vargas, 1994)
	25,7	(García et al., 2008)
Fibra bruta	21,1	(Padilla, 2013)
Extracto no nitrogenado	39,4	(Padilla, 2013)
	58,2	(Navarro & Rodríguez, 1990)
Extracto etéreo	1,4	(García et al., 2008)
	2,2	(Navarro & Rodríguez, 1990)
	3,4	(Padilla, 2013)
Cenizas	15,2	(Padilla, 2013)
	13,1	(Navarro & Rodríguez, 1990)

Fuente: (González et al., 2014)

Navas & Montaña (2019) sostienen que, el forraje de *Tithonia diversifolia* presenta buena calidad nutricional, caracterizándose como una especie con alto porcentaje de (PC) proteína cruda, superior a las especies de gramíneas forrajeras. Asimismo, mostró buenos contenidos de (EM) energía metabolizable, siendo las hojas la fracción de la planta con mejor calidad nutricional.

Al valorar la preferencia de los bovinos por el consumo de numerosas forrajeras tropicales se ha establecido que *T. diversifolia* es moderadamente aceptada por los animales, en comparación con otros alimentos de origen forrajero como la *Leucaena leucocephala* (Ramírez et al., 2008); los resultados de numerosos estudios destacan a *Tithonia diversifolia* como un recurso viable, al igual que una fuente de proteína, minerales y carbohidratos, para ser suministrado en la alimentación de esta importante especie animal (Van Soest et al., 1978).

Navarro & Rodríguez (1990) realizaron una evaluación de los nutrientes de *Tithonia diversifolia* que comprendían: hojas, pecíolos, flores y tallos con un diámetro de hasta 1.5 cm durante cinco estados de desarrollo, en el estudio se encontraron una variación de la materia seca desde el 13.5 a 23.23% y la proteína cruda osciló entre 14.84-28.75%, donde los valores más bajos de proteína fueron en estados avanzados de la floración. El contenido de extracto etéreo también varió dependiendo de su estado vegetativo, de 1.4 a 2.43%.

Lezcano et al., (2012) en su trabajo de investigación “Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico”, identificaron que el follaje de *Tithonia* presentó variaciones en su calidad

nutritiva. A los 30 días se encontraron los mejores valores de PB (29.79% y 28.69%), Mg (0.094% y 0.210%) y ceniza (16.32% y 20.59%) para el periodo lluvioso y el periodo seco, respectivamente, con resultados similares entre las fracciones comestibles para las dos etapas del ciclo fisiológico, en los dos períodos evaluados. La materia seca de *T. diversifolia* en el periodo lluvioso y periodo seco. A los 30 y 60 días hubo diferencias significativas entre las fracciones comestibles; las hojas en ambos períodos tuvieron los valores más altos, y el mayor correspondió a los 60 días (14.66%) en el periodo lluvioso.

En un trabajo realizado el año de 1990 en Ibagué, se evaluaron contenidos de minerales y proteínas en la planta en cinco épocas de desarrollo 30, 50, 60, 74 y 89 días. Se encontró que el contenido de proteína bruta (base seca) variaba desde 28.5% a los 30 días de edad hasta 14.8% de la materia seca, cuando se evaluaba a los 89 días. La proteína digerible por los bovinos (técnica in-sacco en bovinos fistulados), también disminuía del 22.2% al 10.1%, para las mismas épocas de crecimiento. El porcentaje de fibra cruda de la materia seca era variable a través del tiempo, con valores entre 1.63% y 3.83%. El porcentaje de humedad del forraje verde varió de 85.9% (a los 30 días), hasta 76.8% (a los 89 días). Los contenidos de calcio y fósforo, expresados como porcentaje de la materia seca, disminuían a medida que se desarrollaba la planta, de 2.25% a 1.65% para el calcio y, de 0.39 a 0.32% para el fósforo. Los valores de magnesio variaban entre 0.046 y 0.069% de la materia seca.

4.6. Uso en la Alimentación Animal

El follaje de *Tithonia diversifolia* presenta variaciones en su calidad nutritiva dependiendo del estado vegetativo en que se encuentre. En términos generales el follaje de *Tithonia diversifolia* se caracteriza por un alto contenido de nitrógeno total, una alta proporción de nitrógeno de naturaleza aminoacídica, un alto contenido de fósforo, una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal, una baja proporción de N ligado a la fibra dietética insoluble, un bajo contenido de fibra y compuestos del metabolismo secundario. Además, se presume la presencia de sustancias pigmentantes (Machecha & Rosales, 2006).

4.6.1. Alimentación de Rumiantes

García et al., (2008a) evaluaron la preferencia de los bovinos por el consumo de diversas forrajeras tropicales, entre ellas observaron que *Tithonia diversifolia* fue

medianamente aceptada por los animales, en comparación con otras como *Leucaena leucocephala* que fue la más consumida. El mismo grupo investigador corroboró estos resultados al alimentar bovinos con doce forrajeras tropicales y observar que los vacunos prefirieron el follaje de *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *G. ulmifolia*, *M. alba*, *C. tinctoria* y *C. alba*, antes que el de la *Tithonia diversifolia* (García et al., 2008b). No obstante, los resultados, los autores destacan a esta última planta como un recurso potencial, al igual que una fuente de proteína, minerales y carbohidratos, para ser usado en la alimentación de esta especie animal.

Machecha et al., (2007) evaluaron la producción y calidad de la leche usando *Tithonia diversifolia* en la dieta de los animales, junto con *Brachiaria* de pastoreo y alimento balanceado como suplemento, en la zona de vida de bosque húmedo tropical con temperatura media de 23 °C y altitud de 1475 msnm, mostrando que el reemplazo del 35 % del alimento balanceado por forraje de *Tithonia diversifolia* no afecta, negativamente, la producción ni la calidad de la leche y que, por el contrario, tienden a mejorar estas características, lo cual permite catalogar a esta especie forrajera como eficiente en sistemas de lechería cuando se busca disminuir los costos de producción.

Arguello et al., (2020) manifiestan que, la producción bovina en Colombia se caracteriza por bajos indicadores de producción, debido a la baja calidad de los pastos y el manejo extensivo de los pastos con el sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia*. Se estimó la producción de materia seca y el consumo de materia seca en cada tratamiento y se realizó evaluación del peso, ganancia de peso, altura a la cruz, perímetro torácico y longitud corporal de los animales, durante dos pastoreos. Se hallaron diferencias significativas a favor del sistema silvopastoril para la producción de materia seca, la ganancia de peso, el peso, y la altura a la cruz ($p \leq 0,05$). Los sistemas silvopastoriles son una alternativa para mejorar la oferta forrajera y, por consiguiente, el desarrollo productivo de novillas.

Gallejo (2016) menciona que, el contenido nutricional del botón de oro, particularmente en lo referente a proteína cruda, carbohidratos totales no estructurales, calcio o fósforo, son comparables con los niveles de estos nutrientes en otras especies forrajeras que han venido empleándose en la nutrición del ganado, razón por la que el establecimiento de bancos forrajeros a partir de botón de oro para la suplementación animal, pueden constituir un buen respaldo a los programas de alimentación en las fincas

de ganadería lechera especializada y como resultado de esta práctica, pueden esperarse impactos positivos sobre la economía de estas empresas ganaderas.

Vargas (1994) concluyó que la *Tithonia diversifolia* puede ser usada tanto como suplemento proteico o como fuente única en la alimentación animal, al evaluar dietas con el 50 y 100 % picada en estado de floración durante cinco días, suplementando a los animales a voluntad con un bloque multinutricional que contenía 10 % de úrea y follaje de *Gliricidia sepium* en base fresca en proporción diaria al 3 % del peso vivo por animal; y, a aquellos animales que consumían el tratamiento con menor inclusión de *Tithonia diversifolia* su dieta fue complementada con cogollo de caña picado. El autor observó que el consumo de los animales que recibían la dieta con el 50 % de *Tithonia diversifolia* fue de 0,868 kg/día en base fresca, equivalente a 0,369 kg/día en base seca; mientras que los que recibieron la dieta del 100 % de *Tithonia diversifolia* consumieron 1,66 kg/día en base fresca, o sea 0,712 kg/día en base seca.

Bedoya et al., (2017) en su investigación sobre el efecto del ensilaje de *Tithonia diversifolia* sobre la composición láctea en hembras ovinas y su relación con el estatus nutricional indica que el ensilaje de botón oro sobre el tenor lipídico en la leche ovina, debido posiblemente al mayor aporte de carbohidratos estructurales en la dieta y un posterior favorecimiento de la síntesis de ácido acético en el rumen; sin embargo, el componente proteico no sufre ninguna alteración ante la suplementación y sigue siendo dependiente de múltiples factores, además de la dieta. Por otro lado, se demuestra que el uso de ensilajes en la alimentación de hembras ovinas es una excelente alternativa para asegurar un suministro adecuado de forraje y así evitar los desbalances nutricionales en pequeños rumiantes, disminuyendo la movilización de cuerpos cetónicos y asegurando fuentes de energía disponibles en campo.

García et al., (2008b) evaluaron la aceptación de varias forrajeras en la dieta por parte de los ovinos y observaron que estos animales consumen en menor proporción la *T. diversifolia*. Según los autores, las variaciones en el consumo podrían estar asociadas a la calidad nutritiva y a la presencia de compuestos secundarios con características aversivas o estimuladoras del consumo y su interacción con el tipo de animal.

Ramírez et al., (2010) demostraron que la inclusión de la *Tithonia diversifolia* hasta el 20 % de la dieta en la alimentación de ovejas, aumenta el consumo de materia seca y la digestibilidad del alimento, concluyendo que este porcentaje de inclusión no

cambia la proporción del nitrógeno retenido, situación que convierte a esta planta en una alternativa para la alimentación de animales criados en pasturas de baja calidad.

Elizondo (2020) en su investigación sobre la calidad nutricional y consumo por cabras de forraje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) indicó que el forraje de botón de oro cosechado a 50 días de rebrote presentó una calidad nutricional adecuada para ser considerado como una alternativa para la alimentación de cabras. Los animales bajo estudio no pudieron seleccionar el material, lo que podría considerarse como un indicativo de que el forraje ofrecido fue de buena aceptación, no obstante, en las condiciones del estudio, se obtuvieron bajos consumos de forraje y de nutrientes como MS y PC, lo que hace necesaria la adición de suplementos para los animales puedan alcanzar rendimientos productivos adecuados.

4.6.2. Alimentación de cuyes y conejos

Montero et al., (2019) en su investigación señalan que el incremento de los niveles de botón de oro afectó el comportamiento biológico de los animales durante la etapa de investigación, ya que a medida que se aumentaba la cantidad de la planta en la dieta, los resultados de ganancia de peso y conversión alimenticia fueron negativos, siendo confirmado en otras investigaciones. Se concluye que cuando las dietas son muy altas en proteína y bajas en energía, el cuy no digiere bien, y por ello produce resultados desfavorables en la etapa de engorde. Por tal motivo en esta investigación se recomiendan niveles máximos del 25% de botón de oro en la dieta de los cuyes.

Chavez (2012) en el efecto de varios niveles de harina de botón de oro *Tithonia diversifolia* más saccharina en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, en todos los parámetros productivos, la mayor rentabilidad durante ambas etapas se consiguió con el 9-12% de botón de oro. La utilización de botón de oro al 9% durante la etapa de crecimiento y 12% en la etapa de engorde nos registraron las mayores ganancias de peso, 265.52g y 528.47g; respectivamente con diferencias altamente significativas entre los tratamientos; con conversiones alimenticias de 2.06 y 2.80, respectivamente, siendo el mejor registro de conversión alimenticia de los animales. La harina de Botón de oro, tiene un valor nutritivo importante para la alimentación de cuyes, y aporta con 25.25% de proteína, 4239 kcal de energía, 18.51% fibra cruda, 3.88% extracto etéreo, 1.37% de Calcio y 0.099% de Fósforo.

Padilla (2013) al alimentar cuyes durante la fase de levante con biomasa proveniente de arreglos silvopastoriles de *Tithonia diversifolia* con *Axonopus scoparius* y *Tithonia diversifolia* con *Tripsacum andersonii*, observó consumos diarios de 43,38 g y 53,50 gramos de materia seca por animal, respectivamente, con conversión alimenticia correspondiente de 8,98 y 11,30. Igualmente, para cuyes en la fase de ceba, determinó consumos diarios por animal de 46,48 g de materia seca para el arreglo con *Axonopus scoparius* y de 60,42 gramos para aquel con *Tripsacum andersonii*, con conversión alimenticia, respectivamente, de 8,74 y 10,41.

Burbano & Rivera (2006) en la misma especie, durante la fase de levante, observaron consumos diarios de 45,76 gramos de *Tithonia diversifolia* en materia seca y 80,83 gramos en la fase de finalización con conversión alimenticia de 5,33 y 8,85, respectivamente. Mientras tanto, Ramírez & Hidalgo, (1998) al alimentar cuyes durante la fase de levante, con esta forrajera, observaron consumos diarios de 34,84 gramos por animal y ganancias diaria de peso de 6 gramos por animal.

Rizzo et al., (2019) en su investigación de valoración nutricional de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de conejos neozelandés los niveles de harina de botón de oro, no influenciaron sobre los coeficientes de digestibilidad para la DMS, DMO, DPC, DEE, DELN, DC, DED y DTND por lo que se confirma como una fuente de remplazo en dietas por sus altos contenidos de digestibilidad. En los tratamientos T0, T1 y T2 se registraron la mayor ganancia de peso e índice de conversión alimenticia. Al suministrar los niveles de harina de botón de oro en la dieta para conejos no se ven afectados el consumo de alimento y el rendimiento a la canal.

Nieves et al., (2011) sostienen que el follaje de *Tithonia diversifolia* es una materia prima alternativa en la alimentación de conejos al observar que se eleva el contenido de nutrientes digestibles totales al incluir entre el 9 y 18 % de follaje de esta forrajera como parte de la dieta de los animales, bajo condiciones tropicales. Sin embargo, Lopez et al., (2012) no la recomiendan como única fuente alimenticia en esta especie porque genera bajas ganancias de peso, próximas a los 40 gramos diarios por animal, argumentando que este resultado se debe al bajo contenido de materia seca de la forrajera el cual altera la relación energía- proteína de la dieta.

Ajayi et al., (2007) también usaron follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de conejos hasta las 27 semanas de edad, con niveles de 0; 6,7; 13,3 y 20 %

como fuente de proteína en dietas ricas en harina de sangre y observaron que los animales que consumieron la dieta con el mayor nivel de inclusión presentaron el mayor consumo de alimento con 66,28 g/animal/día. Sin embargo, los conejos que consumieron la dieta con el 20 % de inclusión fueron los que presentaron el mayor incremento de peso diario con 12,14 g/animal y la mejor conversión alimenticia de 1:5,3 seguida por la de los animales del nivel del 30 % de inclusión con 1:1,54. Recomiendan los autores que se debe utilizar hasta el 15 % de inclusión de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de conejos adultos para garantizar que no exista efecto negativo sobre el rendimiento para mejorar la digestibilidad y reducir, al mismo tiempo, los costos de producción por unidad de peso. A conclusiones similares llegaron Olabanji et al., (2007) al evaluar 0; 3,3; 6,7 y 13,3 % de harina de hojas de *Tithonia diversifolia* en dietas ricas en harina de sangre para la alimentación de conejos en crecimiento, concluyendo que se puede utilizar el mayor nivel de inclusión, experimentado disminuir los costos variables por alimento sin afectar la ganancia de peso, el peso de los órganos ni la calidad de la canal.

4.6.3. Alimentación de aves y cerdos

Odunsi & Farinu, (1996); Machecha & Rosales, (2005); Togun et al., (2006) evaluaron la influencia de la harina de hojas de *Tithonia diversifolia* en la dieta de gallinas de postura sobre la calidad del huevo, así, entre los niveles de inclusión de esta especie en la dieta balanceada experimentaron los de 0, 5, 10, 15 y 20 %; de los resultados destacaron que la producción de huevos no presentó diferencias estadísticas entre las aves que consumieron los diferentes niveles de inclusión, mientras que el consumo de alimento disminuyó de 106,86 gramos/animal/día en las aves que consumieron la dieta exenta de esta forrajera a 96,27 gramos/ animal/día para los que consumieron la dieta del 20 % de harina de *Tithonia diversifolia*. También manifiestan que la conversión en términos de kilogramos de alimento por docena de huevos fue mejor para las aves que consumieron la dieta con 15 % de harina de esta planta y que la calidad interna y externa del huevo no fue afectada por el nivel de inclusión, a excepción del color de la yema que fue más pigmentado al incrementar el nivel de la *Tithonia diversifolia* en la dieta. Finalmente, los autores concluyen que el uso de esta harina en aves de postura presenta un gran potencial, por lo que para tal fin recomiendan incluirla en la dieta hasta en un 15 % del total.

Diferentes resultados sobre la calidad del huevo observaron Yalçın et al., (2008) al utilizar el 2 % de harina de hojas de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de las

gallinas, concluyendo que este nivel de inclusión es suficiente para generar mayor masa de huevo, mejor eficiencia alimenticia y menor cantidad de colesterol en la yema. Los investigadores atribuyen estos resultados a la posible creación de una población bacteriana intestinal que permite una mayor retención de nutrientes.

En pollos de engorde, Murgueitio & Ospina (2002) sostienen que la inclusión de hasta el 20 % de harina de hojas de *Tithonia diversifolia* en la dieta diaria no afecta ni el consumo de alimento, ni la ganancia de peso de los animales y que, por el contrario, este ingrediente en la ración permite disminuir los costos de producción.

Fuente et al., (2021) efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras se concluye que la harina de hojas con peciolo de harina de *Tithonia diversifolia*, puede considerarse como una alternativa para la alimentación de las aves de postura en un nivel de inclusión no mayor de 10% para no afectar las variables productivas.

Gutierrez & Hurtado, (2019) el uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde los tratamientos alternativos conservaron la eficiencia en consumo, ganancia de peso y conversión no presentaron diferencias con el tratamiento de alimento balanceado y el testigo, debido probablemente a que el aporte de requerimientos fue suplido satisfactoriamente por las dietas suministradas; igualmente, se evidenció comportamiento heterogéneo entre los tratamientos alternativos presentando mejor eficiencia productiva la dieta con inclusión de harina de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) hasta del 10% para ambas edades de corte, como también, se recomienda que junto con el material forrajero alternativo probado en este estudio, se compruebe su uso completo (tallo + hojas) sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde.

Sarria (2003) reporta muy baja aceptabilidad del forraje de *Tithonia diversifolia* al ser ofrecido en la alimentación de los cerdos, atribuyéndole baja palatabilidad en comparación con otras especies forrajeras como la pringamosa (*Urera caracasana*) y el nacedero (*Trichanthera gigantea*), forrajeras predilectas en la alimentación de estos animales; aunque la *Tithonia diversifolia* tenga 5 % más de proteína bruta, 4 % de proteína verdadera, 4 % en proteína de naturaleza aminoacídica, 10 % menos de fibra insoluble y 14 % menos de nitrógeno ligado a fibra soluble que la *Trichanthera gigantea*.

Olayeni et al., (2006) al evaluar niveles de 0, 10, 15 y 20 % de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en cerdos desde los ocho hasta los dieciséis kilos de peso vivo, encontraron que estos animales soportan una inclusión en la dieta de hasta 20 % de este ingrediente sin afectar la ganancia de peso ni las características hematológicas; además, afirman que su incorporación disminuye los costos de producción. No obstante, los autores, encontraron que algunos órganos internos como los riñones de los animales que consumieron las dietas con los niveles de 15 y 20 % de inclusión tenían mayor peso que los de aquellos que consumieron las dietas con niveles del 0 y 10 %, por lo que le atribuyen este resultado a que los animales con los niveles superiores tienen un mayor trabajo del órgano en el intento de eliminar y extraer del organismo los elementos disuasivos del alimento. El nivel del 20 % de sustitución en el total de la dieta por harina de *Tithonia diversifolia* también es recomendado por Savon et al., (2008) para cerdos durante las fases de crecimiento y finalización, asegurando que este nivel no ocasiona trastornos en la morfometría intestinal ni en el rendimiento de los animales, aunque en oposición a los resultados de Olayeni et al., (2006) ellos observaron disminución del peso del riñón derecho a medida que se incrementaba la cantidad de reemplazo del alimento por la harina de *Tithonia diversifolia*.

Herrera et al., (2013) afirman que es factible ofrecer el 10 % de la proteína bruta que requieren los cerdos en fase de 60 a 90 kg de peso vivo a partir de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, sin que se aprecie deterioro productivo en los animales. De la misma forma Nhan et al., (2011) manifiestan que se reducen los costos de producción al incluir 20 % de ensilaje de hojas y peciolo de *Tithonia diversifolia* con un 75 % de *Colocasia esculenta*, en la dieta de los cerdos; y que se puede dar 50 % de follaje de *Tithonia diversifolia* con 50 % de *Colocasia esculenta*, adicionados con melaza, sin que se afecte la digestibilidad ni se perjudique el peso final de los animales.

4.7. Composición Bromatológica

La composición nutricional puede variar según el clima, suelo, manejo y mantenimiento del cultivo; es necesario conocer los componentes del forraje y como estos son aprovechados por los animales (Vélez et al., 2011).

4.7.1. *Materia seca*

Representa el peso total de un alimento menos su contenido de agua, expresado en porcentaje. El contenido de materia seca es muy variable en los forrajes, depende del estado fisiológico, más jóvenes y creciendo activamente el contenido de agua es mayor y cuando comienzan a envejecer sin realizarle cortes o pastoreos contienen menos agua y por ende más fibra neutra y menos digeribles para los animales (Calistro, 2012).

4.7.2. *Proteína cruda*

Se refiere al porcentaje de nitrógeno total que contiene un alimento, es un nutriente esencial en el organismo y adquiere especial importancia para los animales que se encuentran en crecimiento y producción. Por lo tanto, la disponibilidad de proteína de los forrajes es especialmente importante para animales jóvenes (terneros, sobreños). El contenido de proteína es mayor en las leguminosas (INIA, 2018).

4.7.3. *Cenizas*

El valor de cenizas estima la proporción de compuestos inorgánicos que presenta la planta. El contenido de los distintos minerales de las pasturas, al igual que las fracciones orgánicas, es muy variable, ya que es muy afectado por la fertilidad del suelo, la fertilización, los factores genéticos y climáticos (INIA, 2018). Esta fracción está compuesta de macro y micro-elementos, tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente. En casi todos los forrajes esta fracción es inferior al 10%; si supera este valor, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra. En muchos casos es recomendable analizar en las cenizas los contenidos de minerales clave para el balance de la dieta (calcio, potasio; fósforo, magnesio, etc.) (Gallardo, 2007).

4.7.4. *Fibra detergente neutro (FDN)*

Representa los componentes de la pared celular de las plantas: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. No siempre un alto valor de FND implica un alimento de tipo “fibroso”, todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas. Si son muy pequeñas se dispondrá de menos “fibra efectiva” (FDNef) (Gallardo, 2007).

Da una idea del contenido de fibra total de un forraje o alimento. A medida que las pasturas maduran se incrementa el contenido de pared celular y por tanto el valor de FDN. Si el alimento tiene más del 55% de FDN puede tener limitaciones de consumo. La Fibra Cruda describe la porción más indigestible del alimento, por lo que al aumentar su contenido baja la calidad del alimento, se vuelve menos digestible (INIA, 2018).

El valor de la FDN es la pared celular total que está compuesta por la fracción de la FDA más la hemicelulosa. Los valores de la FDN son importantes ya que reflejan la cantidad de forraje que puede consumir el animal. A medida que aumenta el porcentaje de la FDN, la ingesta de materia seca por lo general se reduce (FOSS, 2018).

4.7.5. Fibra detergente ácido (FDA)

El valor de la FDA hace referencia a las porciones de pared celular del forraje que están compuestas de celulosa y lignina. Estos valores son importantes porque tienen que ver con la capacidad de un animal para digerir el forraje. A medida que la FDA aumenta, se reduce la capacidad de digerir o la digestibilidad del forraje (FOSS, 2018).

Es una parte de la pared celular compuesta por celulosa ligada a lignina, además de compuestos Maillard; sílice; cutina, etc. Esta fracción es un indicador indirecto del grado de digestibilidad del forraje: cuanto más alta, menos digestible (Gallardo, 2007).

4.7.6. Lignina (LDA)

Lignina es un polifenol que se produce cuando maduran las plantas, para darle rigidez y sostén, por eso principalmente se encuentra en los tallos y en general es mayor en ciertas las leguminosas (alfalfa, lotus, trébol rojo). La lignina actúa como una barrera para la digestión microbiana ruminal de la celulosa y la hemicelulosa, que en estado casi puro son muy digestibles (Gallardo, 2007).

5. Metodología

5.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la estación experimental “El Padmi” de la UNL, ubicada en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, junto al corredor fluvial del río Zamora (Sarango, 2007); una altitud entre 775 y 1150 msnm, temperatura media anual de 23°C, precipitación media anual de 2 000 mm, siendo el mes más lluvioso marzo con 226 mm y el mes de menor precipitación octubre con 132 mm (Naranjo et al., 2010). Según Sierra et al., (1999) en la quinta existen dos tipos de vegetación: bosque siempreverde de tierras bajas y bosque siempre verde premontano.

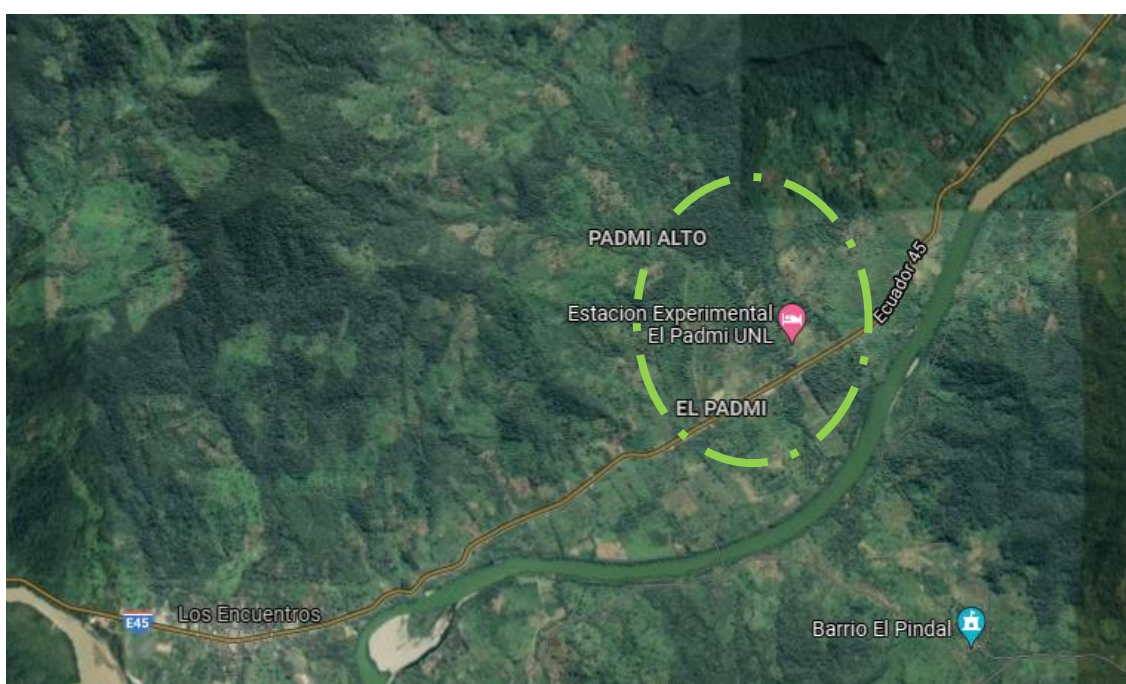


Figura 6. Mapa de ubicación de la estación experimental El Padmi UNL (Google Maps, 2022)

5.2. Toma de Muestras

En cultivo de *Tithonia diversifolia* previamente establecido, se tomaron muestras de hojas, tallos, hojas + tallos y flores, a los 30, 60 y 120 días, se colocaron en fundas de plástico y llevaron al laboratorio para su análisis.

5.3. Análisis Bromatológico

5.3.1. *Materia seca*

Las muestras se sometieron a deshidratación en estufa de aire forzado a 100 °C hasta obtener peso constante, luego se pesaron en balanza analítica y se realizaron las determinaciones mediante procedimiento de la AOAC, con el método oficial 934.01. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \left(\frac{p}{p}\right) LOD = \% \left(\frac{p}{p}\right) humedad - 100x \frac{p\acute{e}rdida\ de\ peso\ x\ secado\ g}{porci\acute{o}n\ de\ prueba\ en\ peso\ g}$$
$$\% MS = 100 - LOD$$

5.3.2. *Cenizas*

Se sometieron las muestras a combustión en mufla a temperaturas de 550 a 600° luego del enfriado de los crisoles, se pesaron en balanza analítica y se realizaron los cálculos mediante procedimiento de la AOAC, método oficial 923.03. Se utilizó la siguiente ecuación.

$$C \% = \frac{100(m3 - m1)}{(100 - H)(M2 - M1)}$$

Donde:

- ✓ C= contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa,
- ✓ m1 = masa del crisol vacío, en g,
- ✓ m2 = masa del crisol con la muestra, en g
- ✓ m3 = masa del crisol con las cenizas, en g
- ✓ H = porcentaje de humedad en la muestra.

5.3.3. *Proteína cruda*

Se realizó en microkjendahl en tres etapas: digestión, destilación y titulación; la digestión se realizó en digestor con ácido sulfúrico, la destilación con y titulación con ácido clorhídrico, mediante procedimiento de la AOAC método oficial 2001.11. se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Kjeldahl \%} = \frac{(V_S - V_B) \times M \times 14.01}{W \times 10}$$

$$PB \% = \% \text{ Kjeldahl } \times F$$

Donde:

- ✓ V_S = es el volumen de ácido utilizado para titular una prueba
- ✓ V_B = volumen estandarizado (ml) para titular reactivo en blanco
- ✓ M molaridad de HCl (ácido clorhídrico) estándar
- ✓ 14,01 peso atómico de N (nitrógeno)
- ✓ W peso de la porción de prueba estándar.

5.3.4. *Fibra detergente neutra (FDN)*

En un gramo de muestra se agregó 0,5 g de sulfito de sodio, unas gotas de N-octanol y 100 ml de solución EDTA, para luego decantar hasta ebullición; posteriormente se lavó durante 1 h con agua hirviendo y lo mismo con agua fría, se dejó secar durante 8 h en estufa a 105 °C. Para la determinación se aplicó la siguiente fórmula:

$$FDN \% = \frac{(\text{peso del crisol} + \text{peso del residuo}) - \text{peso del crisol}}{\text{peso de la muestra} \times 100}$$

5.3.5. *Fibra detergente ácida (FDA)*

En un gramo de muestra se agregó unas gotas de N-octanol y 100 ml de solución DA, para luego decantar hasta ebullición; posteriormente se lavó por 1 h con agua hirviendo y lo mismo con agua fría, se dejó secar durante 8 h en estufa a 105 °C. Para la determinación se aplicó la siguiente fórmula:

$$FDA \% = \frac{(\text{peso del crisol} + \text{peso del residuo}) - \text{peso del crisol}}{\text{peso de la muestra} \times 100}$$

5.3.6. *Lignina (LG)*

En un gramo de muestra se agregó unas gotas de N-octanol, 25 ml de ácido sulfúrico al 72 %, luego se decantó hasta la ebullición; posteriormente se procedió a lavar por 1 h con agua hirviendo y lo mismo con agua fría, se dejó secar durante 8 horas en estufa a 105 °.

5.4. Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza de cada una de las variables en estudio mediante diseño completamente aleatorizado. Se aplicó prueba de Tukey para comparación de promedios con un nivel de confianza de 0,05. Los análisis se realizaron con la ayuda del programa estadístico Infostat (versión 2020). Se utilizó el siguiente modelo matemático:

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

Dónde:

Y_{ij} = El total de una observación

μ = Media de la población

T_i = Efecto “*i*ésimo” de los tratamientos

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

6. Resultados

6.1. Composición Bromatológica

6.1.1. Materia seca

Se determinó el contenido de materia seca (%) a los 30, 60 y 120 días los resultados se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Contenido de materia seca (%) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en tres estados fenológicos

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	120		
Hojas	15,61 ^{ab}	14,23 ^b	25,43 ^a	2,36	<0,0295
Tallos	8,40 ^b	9,57 ^b	24,17 ^a	0,30	<0,0001
Planta completa	12,30 ^b	12,40 ^b	21,50 ^a	0,99	<0,0009
Flores			9,00		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El contenido de materia seca de las hojas fue superior ($p < 0,0295$) a los 120 días con un valor de 25,43%, en comparación con los 30 y 60 días, que registraron valores de 15,61 % y 14,23% respectivamente; este comportamiento se repite en tallos y en la planta completa, donde a los 120 días se observa el mayor contenido de materia seca con 24,17 y 21,5 % respectivamente; cabe señalar que a los 30 y 60 días, en tanto tallos como en la planta completa no se presenta diferencia estadística, con valores que oscilan entre 8,4 al 12,4%. Por otro lado, el contenido de materia seca de las flores a los 120 días fue del 9 %.

6.1.2. Cenizas

En la tabla 4, se presenta el contenido de cenizas (%) del Botón de Oro a los 30, 60 y 120 días.

Tabla 4. Contenido de cenizas (%) del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en tres estados fenológicos

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	120		
Hojas	16,84 ^b	18,10 ^a	13,40 ^c	0,11	<0,0001
Tallos	13,00 ^a	9,49 ^b	3,12 ^c	0,40	<0,0001
Planta completa	16,72 ^a	16,72 ^a	8,17 ^b	0,32	<0,0001
Flores			8,29		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Las hojas presentaron mayor contenido de cenizas a los 60 días con 18,1%; mientras que a los 120 días se registró el porcentaje más bajo (13,4%). Esta tendencia en la disminución del contenido de cenizas a medida que avanza el estado fenológico, también se observó en los tallos y en la planta completa, con valores que van del 13% al 3,12% en los tallos y del 16,72% al 8,17% en la planta completas. Las flores a los 120 días presentaron 8,29 % de cenizas.

6.1.3. Proteína Cruda

Se determinó el contenido de proteína cruda (%) del Botón de Oro a los 30, 60 y 120 días, los resultados se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Contenido de proteína (%) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en tres estados fenológicos

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	120		
Hojas	25,01 ^c	27,19 ^b	32,65 ^a	0,22	<0,0001
Tallos	7,19 ^a	7,00 ^a	3,58 ^b	0,13	<0,0001
Planta completa	19,19 ^a	19,19 ^a	14,58 ^b	0,54	<0,0013
Flores			20,94		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

En las hojas de *Tithonia diversifolia* se concentra el mayor contenido de proteína cruda, con variaciones que van del 25 al 32%, a diferencia de los tallos, cuyo porcentaje no supera el 8%. En la planta completa, el contenido de proteína fue menor (p<0,0013) a

los 120 días con 14,58% y no se presentó diferencia estadística en los 30 y 60 días, con valores cercanos al 19%. Las flores presentaron 20,94% de proteína cruda a los 120 días.

6.1.4. Fibra Detergente Neutra (FDN)

En la tabla 6 se resume el contenido de fibra detergente neutra (%) del Botón de Oro a los 30,60 y 120 días.

Tabla 6. Contenido de fibra detergente neutra (%) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en tres estados fenológicos

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	120		
Hojas	46,98 ^a	44,81 ^b	47,41 ^a	0,40	<0,0074
Tallos	72,07 ^c	74,94 ^b	83,93 ^a	0,46	<0,0001
Planta completa	52,27 ^b	52,27 ^b	61,74 ^a	0,32	<0,0001
Flores			41,64		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El contenido de FDN fue superior ($p < 0,0074$) a los 30 días con un valor de 46,98% aunque no se observó diferencia estadística con respecto a los 120 días; en los tallos, el mayor porcentaje de FDN (83,93%; $p < 0,0001$) se registró a los 120 días; mientras que a los 30 con el 72,07% correspondió al valor menor; en la planta completa el contenido de FDN fue superior ($p < 0,0001$) a los 120 días 61,74%, en comparación con los 30 y 60 días donde no hubo diferencia estadística con un 52,27% para ambas edades de corte. Las flores a los 120 días presentaron 41,64% de FDN.

6.1.5. Fibra Detergente Ácida (FDA)

Se determinó el contenido de fibra detergente ácida (%) del Botón de Oro a los 30,60 y 120 días, los resultados se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Contenido de fibra detergente ácida (%) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en tres estados fenológicos

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	120		
Hojas	38,56 ^a	38,62 ^a	36,47 ^a	1,01	0,3045
Tallos	61,71 ^c	66,18 ^b	73,96 ^a	0,57	<0,0001
Planta completa	41,90 ^b	41,90 ^b	52,36 ^a	0,35	<0,0001
Flores			34,17		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

El contenido de FDA en hojas no presentó diferencia estadística, con valores que bordean el 39%; en los tallos se observó mayor porcentaje de FDA ($p < 0,0001$) a los 120 días con 73,96%, seguido de los 30 y 60 días con 61,71% y 66,18% respectivamente; en el análisis de tallos + hojas + flores, el contenido de FDA fue superior ($p < 0,0001$) en el tercer tratamiento con 52,36%, en comparación a los 30 y 60 días, donde no hubo diferencia estadística con valores de 41,90% para ambos tratamientos. Las flores a los 120 días presentaron 34,17% de FDA.

6.1.6. Lignina (LDA)

En la tabla 8, se detalla el contenido de lignina (%) del Botón de Oro a los 30,60 y 120 días.

Tabla 8. Contenido de lignina (%) del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en tres estados fenológicos

Muestras	Estado Fenológico (días)			EE	P valor
	30	60	120		
Hojas	22,27 ^b	22,19 ^b	33,13 ^a	0,58	<0,0001
Tallos	12,27 ^c	14,37 ^b	16,13 ^a	0,28	0,0002
Planta completa	16,79 ^b	20,22 ^a	15,82 ^b	0,24	<0,0001
Flores			12,20		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

El contenido de LDA en hojas fue superior ($p < 0,0001$) en el tercer tratamiento con 33,13% con respecto al segundo y tercer tratamiento, que no mostró variación

significativa con 22,27% y 22,19% respectivamente; los tallos a los 120 días presentaron un 16,13% de LDA en comparación con el 12,27% y 14,37% registrados a los 30 y 60 días respectivamente; en la planta completa, el contenido de LDA fue superior ($p < 0,0001$) a los 60 días con el 20,22%, en comparación a los 30 y 120 días donde no hubo diferencia estadística con un 16,79% y 15,82% respectivamente. Las flores presentaron 12,20% de LDA a los 120 días.

6.2. Composición bromatológica en diferentes condiciones edafoclimáticas

Tabla 9. Composición química del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en tres condiciones climáticas diferentes en el rango de 60 – 75 días.

Indicadores	Trópico húmedo	Trópico Seco/Sierra (Gonzanamá)	Templado subtropical (La Maná)	Subhúmedo-Tropical (Quevedo)
Materia seca	21,50	20,85	13,58	21,80
Proteína	14,58	19,91	18,94	12,37
Cenizas	16,72	15,02	12,60	15,15
FDN	61,74	-	-	47,10
FDA	52,36	-	-	34,96
LDA	15,82	-	-	-
		(Bravo, 2019)	(Carrión & Palacios, 2022)	(Campos, y otros, 2021)

El contenido de materia seca de *Tithonia diversifolia* en el rango de 60 a 75 días fue superior en el subhúmedo-tropical con un 21,80% teniendo en cuenta la condición climática y sobre todo las condiciones del suelo, resultado similar obtenido en esta investigación con un 21,50% de MS siendo valores relativamente mayores al templado subtropical con un 13,58%; con respecto a la proteína el mayor contenido se obtuvo en el trópico seco con un 19,91% y el menor en el subhúmedo-tropical con un 12,37% , recalcando que estos valores varían dependiendo del tipo de muestra tomado sea, hojas, tallos, flores y el porcentaje en el que se haya mezclado para obtener estos indicadores de calidad. Donde las hojas presentan la mayor cantidad de proteína y los tallos la menor.

7. Discusión

La composición bromatológica de un forraje está relacionada con su estado fenológico, a medida que se incrementa la edad de corte estas variables se modifican. En el caso de *Tithonia diversifolia* se han observado variaciones en función a las condiciones de suelo y factores ambientales; así, Herrera & Rizo (2022) señalan que la composición química se rige por tres aspectos fundamentales: tipo de suelo, intervalos de corte y condiciones climáticas.

En la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja, se cuenta con un clima de bosque húmedo tropical (Naranjo et al., 2010), una humedad relativa que varía de 88-89%, debido a la incidencia de lluvias permanentes, temperaturas altas y la cubierta vegetal, característico de la región amazónica. Chamba (2016), asevera que “El Padmi” presenta suelos aluviales, formados por una superficie franco-arcillo-arenosa de color pardo amarillento o pardo muy oscuro, de alrededor de 20 cm de profundidad, seguida de otra capa más clara con mayor contenido de arcilla, y luego, de una capa arcillosa bastante profunda.

En estas condiciones, el contenido de materia seca de *Tithonia diversifolia* en este estudio presentó valores entre 12,30 % a 21,50% a los 30 a 120 días respectivamente; resultados que concuerdan con los reportados por Navarro y Rodríguez (1990), quienes evaluaron el contenido de nutrientes de *Tithonia diversifolia* en cinco estados de desarrollo, encontrando variaciones de 13,5 a 23,23%. Así mismo, los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenidos por Inayat & Gordon (2009) en su estudio de la “Influencia de las fases lunares sobre la propagación vegetativa de *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína”, con porcentaje del 13,5% de MS. De igual manera, Padilla (2013) en su estudio de la “Evaluación de la producción cuyícola bajo arreglos silvopastoriles con botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y otras especies forrajeras reporta un 16,6%.

Por su parte, Chamba (2016) en su estudio “Valor Nutricional de cinco plantas forrajeras nativas de la Amazonia Sur del Ecuador” reporta valores de 11,1% a 26%. Barcía (2022) con 14,35% a 16,11% en su trabajo de “Caracterización bromatológica del valor nutricional del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en 3 etapas de su ciclo fisiológico”. También, García et al., (2008) manifiesta un valor superior de 24,4% a lo reportado en este estudio; igualmente García (2017) en su publicación “Aceptabilidad de

forrajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos” reporta de 8,64 a 21,80% de MS rango amplio dentro del cual se encuentran valores definidos en este estudio; Naranjo & Cuartas (2011) en su estudio de la “Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos recursos forrajeros “ a los 70 días reportaron 19,21%.

Varios autores Verdecia et al., (2018); Herrera (2005) manifiestan que el aumento de MS es directamente proporcional a la edad de corte, a medida que la planta avanza en madurez se produce un control del balance hídrico, de forma tal que ante un estrés de humedad se cierran las estomas y se reduce la transpiración para evitar la pérdida de agua. con el consiguiente aumento del contenido de materia seca.

El contenido de cenizas varió de 16,72 % a los 30 días a 8,17% a los 120 días; resultados similares a los obtenidos por Carrión y Palacios (2022) que estuvieron por el orden del 12,6 al 15,7 % en su estudio sobre el comportamiento agronómico y composición química del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*”. En cambio, Cabanilla, et al., 2021 reportaron valores superiores (17,2%) a los registrados en esta investigación; al igual que Lezcano et al., (2012) con promedios de 20,59 a 16,32%. Según estos autores, algunos miembros de la familia a la que pertenece *Tithonia diversifolia*-*Asteraceae* almacenan en el follaje cantidades significativas de sales inorgánicas, aspecto que la diferencia de un gran número de plantas forrajeras.

La proteína cruda registrada en el presente estudio estuvo en un rango de 19,19% a 14,58% disminuyendo a los 120 días en la planta completa; mientras que las hojas presentaron un rango de 25,01% a 32,65% siendo el mayor porcentaje de la investigación; resultados similares a los reportados por Inayat & Gordon (2009) con 19,5%; Padilla (2003) con un 20,9%; Chamba (2016) también reportó una disminución del porcentaje de proteína a medida que avanza a la floración con un rango de 23,9% a 17,1%; La disminución en el contenido en proteína está relacionada con la edad de corte de la planta; a medida que ésta es mayor aumenta la proporción de tallos y disminuye la de hojas (Verdecia et al., 2018).

Navarro & Rodríguez (1990) reportaron 15,6%; Vargas, 1994 con 25% y García et al., (2008) con 25,7% recalando que en estas últimas investigaciones el suelo fue previamente trabajado para la siembra de *Tithonia diversifolia* ; García (2017) reporta rangos de 24,72% a 12,37%; Naranjo & Cuartas (2011) registraron 28,95% de proteína; cabe recalcar que dicha composición nutricional puede presentar variaciones en función

de las condiciones donde se cultiven, así como factores ambientales considerando el efecto de temporadas secas o lluviosas a lo largo del año con respecto a otras investigaciones.

La diferencia entre el hábito del crecimiento y la morfología determinan entre otros factores, la variabilidad en el contenido de proteína de los forrajes (Juárez et al., 2007). Meza et al., (2014) manifiestan que la disminución de la proteína con la edad de corte pudiera estar relacionada con la reducción de la síntesis de compuestos proteicos y al incremento de la síntesis de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa), aunque otros factores como la disponibilidad de agua, nitrógeno del suelo y origen de la materia vegetal, así como la proporción de sus componentes vegetales a evaluar pudieran influir en este comportamiento.

La FDN fue de 52,27% en los primeros 35 días aumentando en porcentaje a los 120 días con un 61,74% datos similares a los obtenidos por García (2017) donde a los 30 días se obtuvo 45,12% aumentando según los días de corte llegando a 52,90% a los 70 días respectivamente; así mismo, Morin en 2018 con su estudio de la “Identificación y caracterización de *Tithonia diversifolia* como forraje alternativo” reportó promedios de 50,1%, valores similares a los obtenidos en el presente estudio; resultados inferiores obtuvieron Naranjo & Cuartas (2011) a los 30 días con un promedio de 43,06%; mientras que Verdecía et al., (2011) expresó resultados de 43,6% en su estudio “Componentes del rendimiento, caracterización química y perfil polifenólico de *Tithonia diversifolia*”; con respecto a la FDA a los 30 días se obtuvo un valor de 41,70% aumentando a los 120 días con 52,36%; este mismo comportamiento se destaca en la Investigación de García, 2017 donde aumenta el porcentaje a medida que incrementan los días de corte, llegando a 27,07%, datos similares obtuvo Naranjo & Cuartas (2011) con un 27,09%.

Así mismo, Meza et al., (2014) manifiestan que la FDN y FDA se ve afectada por la madurez fisiológica de la planta existiendo decremento a medida que se incrementan las edades de corte; en el presente estudio se determinó un incremento de FDN y FDA, que se corrobora con lo manifestado por Rodríguez (2017) donde expone que dicho comportamiento está relacionado con los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren al envejecer la planta. lo que provoca la disminución de la proporción del contenido celular citoplasmático; se reduce el lumen celular con sus componentes solubles y se incrementa los componentes fibrosos.

Milera et al., (2010) manifiestan que el comportamiento de FDN y FDA en las plantas está relacionado con el aumento de las partes menos digeribles, lo que es propio de su ciclo biológico y muchas veces está asociado con la reducción del número de hojas jóvenes; también Verdecia et al., (2018) relacionan el incremento de FDN y FDA con la edad de la planta asociada a la lignificación de la pared celular.

8. Conclusiones

- La composición bromatológica de *Tithonia diversifolia* presenta variaciones significativas de acuerdo a las partes de la planta y a su estado fenológico, con una clara tendencia a disminuir la concentración de proteína cruda y a incrementar los componentes fibrosos a medida que avanza la edad de corte.
- Las condiciones edafoclimáticas influyen de manera directa en la composición bromatológica de *Tithonia diversifolia*; aunque su capacidad de adaptación la convierte en un recurso fitogenético excepcional como especie promisoro de interés en la alimentación animal.

9. Recomendaciones

- Establecer cultivos de *Tithonia diversifolia* como bancos de proteína, para complementar la alimentación de diferentes especies animales en la región sur del Ecuador; y, de esta manera contribuir al desarrollo de una ganadería sustentable.
- Realizar nuevos trabajos de investigación en *Tithonia diversifolia* como alternativa para mejorar la alimentación animal, sea como forraje verde, ensilaje, heno o dietas integrales; y, valorar su respuesta biológica en diferentes especies animales.

10. Bibliografía

- Améndola, R., Castillo, G., Martínez, H. (2005). Perfiles por país del Recurso Pastura /Forraje. FAO. México, 1-58.
- Ajayi, A., Farinu, G., Ojebiyi, O., & Olayeni, T. (2007). Performance evaluation of male weaner rabbits fed diets containing graded levels of Blood-Wild Sunflower leaf meal mixture. *World Journal of Agricultural Sciences*, 2(3), 250-255.
- Arguello, J., Mahecha, L., & Angulo, J. (2020). Desempenho de novilhas BON x Cebu em um silvipastoril de *Tithonia diversifolia* em Antioquia, Colombia. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2(18), 1-12.
- Barcía, V. (2022). Caracterización Bromatológica del valor nutricional del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en 3 etapas de su ciclo fisiológico con fines de alimentación animal. Tesis de grado. Carrera Agropecuaria. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Bedoya, O., Posada, S., Millán, L., & Ruales, A. (2017). Efecto del ensilaje de thitonia diversifolia sobre la composición láctea en hembras ovinas y su relación con el estatus nutricional. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(14), 93-102.
- Benavides, J. (1999). Utilización de la Morera en sistemas de producción animal. En M. Sánchez, & M. Rosales (Ed.), *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. Roma (in press): FAO.
- Bravo, J. (2019). *IMPLEMENTACIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE BANCOS DE PROTEÍNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES EN LA PROVINCIA DE LOJA*. Tesis, Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Loja.
- Burbano, S., & Rivera, C. (2006). Valoración nutritiva de los forrajes de papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*) y boton de oro (*Tithonia diversifolia*) en mezcla con pasto kingras (*Pennisetum hybridum*) para la alimentación de cuyes durante las fases de crecimiento y engorde. *Universidad de Nariño*.
- Cabanilla, M., ; Meza, C., Avellaneda, J., Meza, M., Vivas, W., Meza, G. (2021). Desempeño agronómico y valor nutricional en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray bajo un sistema de corte. *Ciencia Y Tecnología* 14(1), 71–78.

- Castillo, M., Betancourt, T., Toral, O., Iglesias, J. (2016). Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. *Pastos y Forrajes*, 39(2).1-8.
- Calistro, E. (2012). Cálculo práctico de forraje disponible. *Sitio Argentino de Producción animal*.
- Calle, Z., M, E. (2008). El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Colombia.
- Campos, M., Bone, C., Cevallos, J., Castro, M., Arturo, W., & Bone, G. (2021). Desempeño. *agronómico y valor nutricional en Tithonia diversifolia (Hemsl.) A Gray bajo un sistema de corte*, 1(14), 71-78.
- Carrión, L., & Palacios, R. (2022). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BOTÓN DE ORO (Tithonia diversifolia) EN LA PARROQUIA GUASAGUANDA DEL CANTÓN LA MANÁ*. Proyecto de Investigación-Tesis, Universidad Técnica de Cotopaxi-Extensión La Maná, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Cotopaxi.
- Chamba, D. (2016). Valor Nutricional de cinco plantas forrajeras nativas de la Amazonia Sur del Ecuador. Tesis, Universidad Nacional de Loja. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Loja.
- Chavez, A. (2012). Efecto de varios niveles de harina de botón de oro *tithonia diversifolia* más saccharina en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad De Ciencias Pecuarias*.
- Crespo, G., Ruíz, T.E. & Álvarez, J. 2011. Efecto del abono verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. CT-169 y algunas propiedades del suelo. *Rev. Cubana Cien. Agríc.* 45:79
- Elizondo, S. (2020). Calidad Nutricional Y Consumo Por Cabras De Forraje De Botón De Oro (*Tithonia diversifolia*). *Revista Agronomía Costarricense*, 2(45), 35-142.
- FOSS. (2018). *El análisis de la fibra en el pienso animal*. Analytics Beyond Measure.

- Fuente, B., Carranco, M., Barrita, V., Ávila, E., & Sanginés, L. (2021). Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras. *Abanico Veterinario*, 9.
- Gallardo, M. (2007). *Dietas balanceadas con forrajes conservados: la importancia de diagnosticar la calidad nutricional*. Ficha, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Gallejo, L. (2016). Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray) como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto. *Tesis de Magister*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Gallego, L., Mahecha, L., Angulo, J. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 25(2): 393– 403.
- García, D. (2017). “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y EVALUACIÓN QUÍMICA DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) COSECHADOS A DIFERENTES EDADES EN LA ZONA DE MOCACHE, PROVINCIA DE LOS RÍOS”. Tesis. Universidad técnica estatal de Quevedo.
- García, D., Medina, M., Cova, L., Soca, M., Pizzani, P., & Baldizán, A. (2008b). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el Estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 3(26), 191-196.
- García, D., Medina, M., Cova, L., Torres, A., Soca, M., & Pizzani, P. (2008a). Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado de Trujillo, Venezuela. *Revista de Pastos y Forrajes*, 3(31). 255-270.
- Goyenaga, C. (2016). Botón de oro, para alimentar animales. Ministerio de la Agricultura y Ganadería. (p.1). Colombia.
- González, J. (2014). CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE *Tithonia diversifolia*.
- González, J., Hahn von, C., & Narváez, W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. *Boletín Científico centro de museos-Museo de historia natural de Caldas*, 2(18), 45-58.

- González, K. (4 de Julio de 2020). Ficha Técnica Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Pastos y Forrajes.(p.11).Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/leguminosa-arbustiva/boton-de-oro-tithoniadiversifolia/>.
- Gutierrez, C., & Hurtado, N. (2019). Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. *Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana*, 2(23), 56-62.
- Herrera, R. (2005). Aspectos fisiológicos del crecimiento de los pastos. In: Manual de Pastos y Forrajes. Eds. Idalmis Rodríguez y R.S. Herrera. EDICA. La Habana. CR-ROM. pp. 1-103.
- Holguin, V., Ortiz, S., Velasco, A., Mora, J. (2015). Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Candelaria Valle del Cauca. *Rev Med Vet Zoot.* 62(2): 57-72.
- Hernández, A. (2011). Factores agronómicos que influyen en la producción de *Tithonia diversifolia* en la provincia de Matanzas.
- Herrera, R., Perez, A., Arece, J., Hernandez, A., & Iglesias, J. (2013). Utilización de grano de sorgo y forraje de leñosas en la ceba porcina. *Pastos y Forrajes*, 1(36), 56-63.
- Ibrahim, M., Villanueva, C. & Mora, J. (2005). Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. En: Mosquera-Losada, M. R. *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*. Wallingford, Oxfordshire, UK: *CABI Publishing*. p. 13-18
- Inayat, A., & Gordon, O. (2009). Influencia de las fases lunares (Menguante y Luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína. *Tesis, Sede el Prado, Quito*.
- INIA. (2018). *Algunos conceptos sobre calidad de forrajes*. Ficha técnica, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay.
- Jama, B., Palm, A., Buresh, R., Niang, A., Gachengo, C., Nziguheba, G., Amadalo, B. (2000). *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review.Estados Unidos. *Agroforestry Systems*, 49(2), 201-221.

- Juárez, H., Bolaños, E. (2007). Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Uciencia* 23 (1): 81-90.
- La O., et al. (2010). Valor nutritivo de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. Programa-Resúmenes del V Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes / III Congreso de Producción Animal Tropical, La Habana. p. 29.
- Lopez, O., Montejo, I., & Lamela, L. (2012). Evaluación del potencial nutricional de cuatro plantas forrajeras para la alimentación de reproductoras cunículas (Nota técnica). *Pastos y forrajes*, 3(35), 293-300.
- Lezcano, Y., Soca, M., Sánchez, L., Ojeda, F., Olivera, Y., Fontes, D., Santana, H. (2012). Caracterización cualitativa del contenido de metabolitos secundarios en la fracción comestible de (*Tithonia diversifolia*) (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*.; 35(3).
- Machecha, L. E., Suarez, J., & Restrepo, L. (2007). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development*, 2(19).
- Machecha, L., & Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 17(9).
- Machecha, L., & Rosales, M. (17 de Noviembre de 2006). *Valor nutricional del follaje de Botón de Oro Tithonia diversifolia (Hemsl) Gray, en la producción animal en el trópico*. Obtenido de Ergomix.
- Meza, G., Loor, N., Sánchez, A., Avellaneda, J., Meza, C., Vera, D., Cabanilla, M., Liuba, G., Meza, J., Meza, F., Ramírez, M., Moncayo, O., Cadena, D., Villamar, R., Díaz, E., Rizzo, L., Rodríguez, J., López, F. (2014). Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus) *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 61(3): 258-269.
- Milera, M., Sánchez, T., Martín, G. (2010). *Morus* sp. para la alimentación de bovinos en desarrollo (nota técnica). *Pastos y Forrajes*, 33:85.

- Montero, J., Macas, K., Gonzales, K., & Mendoza, C. (2019). Evaluación del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la alimentación de cuyes. *SciELO Idesia (Arica)*, 4(37).
- Morín, R. (2018). *Tithonia diversifolia* Identificación y caracterización como forraje alternativo para alimentación animal. Tesis de posgrado. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México.
- Murgueitio, E. (2005). Silvopastoral systems in the neotropics In : Silvopastoralism and sustainable land managment. *CABI Publishing Wallingford*, 24.
- Murgueitio, E. (2008). Investigación para el desarrollo, Centro para la investigación en sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. (F. CIPAV, Ed.) *Ganadería del Futuro*, 490.
- Murgueitio, E., & Ibrahim, M. (2004). Ganadería y medio ambiente en América latina. Seminario ganadería sostenible, avances ambientales y socioeconómicos. CIPAV, Colombia.
- Murgueitio, E., Ospina, S. (2002). Tres especies vegetales promisoras: Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y Bore (*Alocasia macrorrhiza*). *COLCIENCIAS-CAB-CIPAV*.
- Murgueitio, E. (2009) Experiencias sobre la utilización de la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Colombia y Panamá. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”.
- Murgueitio, E; otros. (2009). Estado Actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. *VIII Taller Internacional Silvopastoril : Los árboles y arbustos en la ganadería*. Matanzas, Cuba: EEPF "Indio Hatuey".
- Naranjo, J., Cárdenas, C. (2011) 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.. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*; 6(1).
- Nash, D. (1976). Flora de Guatemala. (F. M. History, Ed.) *Fieldiana : Botany*(24), 323-325.

- Nash, D., Williams, L. (1976). Flora of Guatemala, Compositae. Part XII. *Fieldiana Botany*. 24:96.
- Navas, P., & Montaña, V. (2019). Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical. *Rev Inv Vet Perú*, 30(2), 721-732.
- Navarro, F., Rodríguez, E. (1990). Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.
- Nhan, N., Hon, N., & Preston, T. (2011). Studies on ensiling of *Tithonia diversifolia* and Taro (*Colocasia esculenta*) and feeding the silage to fattening pigs as partial replacement of a basal diet of rice bran, broken rice, soybean meal and fish meal. *Livestock Research for Rural Development*, 5(23).
- Nieves, D., Terán, O., Cruz, L., Mena, M., & Gutierrez, F. (2011). Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en Conejos de engorde. *Tropical and subtropical Agroecosystems*(14), 309-314.
- Odunsi, A., & Farinu, G. A. (1996). Influence of dietary wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal on layers performance and egg quality. *Nigerian Journal of animal production*, 1(23), 28-32.
- Ojeda, A., Restrepo, J., Villada, D., & Gallejo, J. (2003). Sistemas silvopastoriles una opción para el manejo sustentable de la ganadería. *FIDAR*, 11-12.
- Olabanji, R., G, F., Akinlade, J., & Ojebiyi, O. (2007). Growth performance, organ characteristics and carcass quality of weaner rabbits fed different levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl A. Gray) leaf-blood meal mixture. *International Journal of Agricultural Research*, 12(2), 1014-1021.
- Olabode, O., Ogunyemi, S., Akanbi, W., Adesina, G., Babajide, P. (2007). Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3 (4):503
- Olayeni, T., Farinu, G., Togun, V., Adedeji, O., & Aderinola, A. (2006). Performance and Haematological characteristics of weaner pigs fed wild Sunflower (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) leaf meal. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(5), 499-502.

- Orozco, M. (08 de Junio de 2010). *Bancos de Proteína*. Obtenido de Ingeniería de Producción Animal: <https://bit.ly/2qIdvM6>
- Padilla, M. (2013). Evaluación de la producción cuyícola bajo arreglos silvopastoriles con botón de oro (*Tithonia diversifolia*), acacia de la pradera (*Senegalia angustissima*), reventador (*Clitadadium* sp), Guatemala (*Tripsacum andersonii*) e imperial (*Axonopus scoparius*), en clima medio del Departamento de Nariño. *Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad de Nariño*.
- Pérez, A., Montejo, I., Iglesias, J., López, O., Martín, G., García, G., Milián, I., y Hernández, A. (2009). (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes; 32 (1), 10-15.
- Peters, M., Franco, L., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2002). Especies forrajeras multipropósito opciones para productores de Centroamérica. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*.
- Ramírez, R. (2018). Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*tithonia diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes*, 19 (39), 172-187
- Ramirez, R., Sanginés, G., Escobedo, M., F, C., Rivera, L., & Lara, L. (2010). Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. *Agroforestry Systems*, 2(80), 295-302.
- Ramirez, S., & Hidalgo, F. (1998). Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes. Tesis: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. Colombia.
- Ríos, C. (1997). Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. p. 115-126.
- Ríos, C. (1993). Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - IMCA - CIPAV. Informe de avance. Cali p 81 -83.

- Ríos, C. I. 2002. Usos, manejo y producción de Botón de Oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray. En: Tres especies vegetales promisorias: nacedero (*Trichanthera gigantea*) (H. & B) Nees.), botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) y bore (*Alocasia macrorrhiza* (Linneo) Schott). Eds. Sonia Ospina y Enrique Murgueitio. CIPAV, Cali. Colombia. p. 211
- Rios, K. (1998). *Tithonia diversifolia*, (hemsl.) Gray una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. *Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica"*.
- Rios, K. (2002). *Tithonia diversifolia*, (hemsl.) Gray una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*.
- Rizzo, L., Sabando, F., J, E., J, P., Mieles, E., & G, M. (2019). Valoración nutricional de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de conejos Neozelandés. *Cienc Tecn UTEQ Producción Animal*, 1(12), 1-7.
- Rivera, J., Cuartas, A., Naranjo, J., Tafur, O., Hurtado, E., Arenas, F., Murgueitio, E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Livestock Res. for Rural Development*, 27(10), 189-200.
- Rodríguez, I. (2017). Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development* 29(4): 1-25.
- Rosales, M. (1992). Nutritional value of Colombian fodder trees. Internal report. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria y Natural. Resources Institute, United Kingdom. 50 p.
- Ruiz, T., Febles, G., Díaz, H., Achang, G. (2009). Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(1), 91-93.
- Sanabria E y Á I. (2015). Producción de follaje de la especie botón de oro (*Tithonia diversifolia*) utilizando 5 tipos de siembra con fines de alimentación animal.

- Sao, N., Mui, N., & Binh, D. (2010). Biomass production of *Tithonia diversifolia* (Wild Sunflower), soil improvement on sloping land and use as high protein foliage for feeding goats. *Livestock Research for Rural Development*, 8(22).
- Sarría, P., et al. (1999). Desarrollo de sistemas sostenibles de producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles a nivel de finca. CIPAV/SINTAP-PRONATTA, Cali. 100 p.
- Sarria, P. (2003). Forrajes Arbóreos en la Alimentación de Monogástricos. *II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina*.
- Savón, L., Mora, L., Rodriguez, Y., Scull, I., Hernandez, Y., & Ruiz, T. (2008). Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. *Zootecnia Tropical*, 3(26), 387-390.
- Solarte , A. (1994). Sistemas de Producción Animal en dos zonas del valle del cauca. Cali.Colombia.
- Tergas, L. (1975). Reporte final de actividades. Convenio Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Florida. Estación Experimental Tropical Pichilingue. *Programa de Pasto y Ganadería Bovina*. Pichilingue. Ecuador. 107th ed.
- Togun, V., Farinu, G., & Ojebiyi, O. (2006). Performance of Brown egg-type pullets fed diets containing graded levels of wild Sunflower (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) forage meal as replacement for maize. *World Journal of Agriculture Sciences*, 4(2), 443-449.
- Vargas, J. (1994). Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. Desarrollo sostenible de sistemas Agrarios.*Memoria*. Cali, Colombia.
- Verdecia, D., Herrera, R., Ramírez, J., Bodas, R., Leonard, I., Giráldez, F., Andrés, S., Santana, A., Méndez, Y., López, S. (2018). Componentes del rendimiento,caracterización química y perfil polifenólico de la *Tithonia diversifolia* en el Valle del Cauto. Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science* 2 (4): 457-471.

- Verdecía, D., Ramírez, I., Leonard, Y., Álvarez, Y., Bazán, R., Bodas, S., Andrés, J., Álvarez, F., Giráldez, S., López, S. (2011). Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Caucho.
- Yalçin, S., Özsoy, B., & Erol, H. (2008). Yeast culture supplementation to laying hen diets containing Soybean meal or Sunflower seed meal and its effect on performance, egg quality traits and Blood chemistry. *Journal of Applied Poultry Research*, 2(15), 229-236.
- Zapata, A. & Silva, B. E. 2010. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en el Departamento de Risaralda y el Eje Cafetero de Colombia. CARDER, CIPAV.Cali, Colombia.112 p.

11. Anexos

Anexo 1. Análisis de la Varianza

MS% HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS% HOJAS	9	0,69	0,59	22,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	223,83	2	111,92	6,71	0,0295
Tratamientos	223,83	2	111,92	6,71	0,0295
Error	100,06	6	16,68		
Total	323,89	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,23054

Error: 16,6763 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	25,43	3	2,36 A
1	15,61	3	2,36 A B
2	14,23	3	2,36 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

MS% TALLOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS% TALLOS	9	1,00	1,00	3,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	463,11	2	231,55	883,05	<0,0001
Tratamientos	463,11	2	231,55	883,05	<0,0001
Error	1,57	6	0,26		
Total	464,68	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28287

Error: 0,2622 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	24,17	3	0,30 A
2	9,57	3	0,30 B
1	8,40	3	0,30 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

MS% T+H /T+H+F

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS% T+H /T+H+F	9	0,90	0,87	11,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	167,46	2	83,73	28,38	0,0009
Tratamientos	167,46	2	83,73	28,38	0,0009
Error	17,70	6	2,95		
Total	185,16	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,30288

Error: 2,9500 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	21,50	3	0,99	A
2	12,40	3	0,99	B
1	12,30	3	0,99	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CEN % HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CEN % HOJAS	9	0,99	0,99	1,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,55	2	17,78	471,36	<0,0001
Tratamientos	35,55	2	17,78	471,36	<0,0001
Error	0,23	6	0,04		
Total	35,78	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48650

Error: 0,0377 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	18,10	3	0,11	A
1	16,84	3	0,11	B
3	13,40	3	0,11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CEN % TALLOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CEN % TALLOS	9	0,98	0,97	8,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	150,40	2	75,20	156,05	<0,0001
Tratamientos	150,40	2	75,20	156,05	<0,0001
Error	2,89	6	0,48		
Total	153,29	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,73913

Error: 0,4819 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	13,00	3	0,40	A
2	9,49	3	0,40	B
3	3,12	3	0,40	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CEN % T+H/T+H+F

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CEN % T+H/T+H+F	9	0,99	0,98	4,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	146,43	2	73,22	233,25	<0,0001
Tratamientos	146,43	2	73,22	233,25	<0,0001

Error	1,88	6	0,31
Total	148,32	8	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,40360

Error: 0,3139 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2	16,72	3	0,32 A
1	16,72	3	0,32 A
3	8,17	3	0,32 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PC % HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PC % HOJAS	9	0,99	0,99	1,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	93,04	2	46,52	314,50	<0,0001
Tratamientos	93,04	2	46,52	314,50	<0,0001
Error	0,89	6	0,15		
Total	93,93	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,96353

Error: 0,1479 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	32,65	3	0,22 A
2	27,19	3	0,22 B
1	25,01	3	0,22 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PC % TALLOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PC % TALLOS	9	0,99	0,98	3,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,69	2	12,35	233,88	<0,0001
Tratamientos	24,69	2	12,35	233,88	<0,0001
Error	0,32	6	0,05		
Total	25,01	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,57560

Error: 0,0528 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	7,19	3	0,13 A
2	7,00	3	0,13 A
3	3,58	3	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PC % T+H/T+H+F

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PC % T+H/T+H+F	9	0,89	0,85	5,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42,63	2	21,31	24,25	0,0013
Tratamientos	42,63	2	21,31	24,25	0,0013
Error	5,27	6	0,88		
Total	47,90	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,34883

Error: 0,8790 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	19,19	3	0,54	A
1	19,19	3	0,54	A
3	14,58	3	0,54	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**FDN % HOJAS**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN % HOJAS	9	0,80	0,74	1,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,70	2	5,85	12,38	0,0074
Tratamientos	11,70	2	5,85	12,38	0,0074
Error	2,84	6	0,47		
Total	14,54	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,72251

Error: 0,4727 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	47,41	3	0,40	A
1	46,98	3	0,40	A
2	44,81	3	0,40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**FDN % TALLOS**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN % TALLOS	9	0,98	0,98	1,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	229,93	2	114,96	179,20	<0,0001
Tratamientos	229,93	2	114,96	179,20	<0,0001
Error	3,85	6	0,64		
Total	233,77	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,00656

Error: 0,6415 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	83,93	3	0,46	A
2	74,94	3	0,46	B
1	72,07	3	0,46	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

FDN % T+H/T+H+F

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN % T+H/T+H+F	9	0,99	0,99	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	179,36	2	89,68	292,10	<0,0001
Tratamientos	179,36	2	89,68	292,10	<0,0001
Error	1,84	6	0,31		
Total	181,20	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,38815*Error: 0,3070 gl: 6*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	61,74	3	0,32 A
2	52,27	3	0,32 B
1	52,27	3	0,32 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***FDA % HOJAS**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA % HOJAS	9	0,33	0,10	4,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,95	2	4,48	1,46	0,3045
Tratamientos	8,95	2	4,48	1,46	0,3045
Error	18,40	6	3,07		
Total	27,35	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,38747*Error: 3,0671 gl: 6*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2	38,62	3	1,01 A
1	38,56	3	1,01 A
3	36,47	3	1,01 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***FDA % TALLOS**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA % TALLOS	9	0,98	0,97	1,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	230,57	2	115,29	119,26	<0,0001
Tratamientos	230,57	2	115,29	119,26	<0,0001
Error	5,80	6	0,97		
Total	236,37	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,46317*Error: 0,9667 gl: 6*

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	73,96	3	0,57 A
2	66,18	3	0,57 B
1	61,71	3	0,57 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

FDA % T+H/T+H+F1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA % T+H/T+H+F1	9	0,99	0,99	1,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	218,61	2	109,31	297,78	<0,0001
Tratamientos	218,61	2	109,31	297,78	<0,0001
Error	2,20	6	0,37		
Total	220,82	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,51784

Error: 0,3671 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	52,36	3	0,35	A
2	41,90	3	0,35	B
1	41,90	3	0,35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LDA % HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HOJAS	9	0,97	0,97	3,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	237,74	2	118,87	116,32	<0,0001
Tratamientos	237,74	2	118,87	116,32	<0,0001
Error	6,13	6	1,02		
Total	243,87	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,53249

Error: 1,0219 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	33,13	3	0,58	A
1	22,27	3	0,58	B
2	22,19	3	0,58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LDA %TALLOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TALLOS	9	0,94	0,92	3,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22,41	2	11,21	48,61	0,0002
Tratamientos	22,41	2	11,21	48,61	0,0002
Error	1,38	6	0,23		
Total	23,79	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20282

Error: 0,2305 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.

3	16,13	3	0,28	A
2	14,37	3	0,28	B
1	12,27	3	0,28	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LDA % T+H/T+H+F

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
T+H/T+H+F	9	0,97	0,96	2,31	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,99	2	15,99	96,36	<0,0001
Tratamientos	31,99	2	15,99	96,36	<0,0001
Error	1,00	6	0,17		
Total	32,98	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,02063

Error: 0,1660 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	20,22	3	0,24	A
1	16,79	3	0,24	B
3	15,82	3	0,24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Trabajo de Campo y Laboratorio



Figura 7. Cultivo de Botón de oro en la estación experimental El Padmi



Figura 8. Limpieza y recolección de las muestras de *Tithonia diversifolia* a los 30,60 y 120 días



Figura 9. Clasificación de la planta entera y traslado al Laboratorio de Suelos, Agua y Bromatología (Sección Bromatología) de la FARNR-UNL



Figura 10. Preparación de muestras para el análisis bromatológico (corte y pesaje para ingreso a la estufa)



Figura 11. Homogenización de las muestras, proceso de molienda y pesaje para la obtención de cenizas



Figura 12. Titulación para la obtención de proteína



Figura 13. Pesaje y procesamiento de muestras para la obtención de fibra

Anexo 3. Certificado de Inglés (Abstract)



UNIDAD EDUCATIVA "PRIMERO DE MAYO"

La Dirección - Zumba - Chinocho - Zamora Chinocho - Ecuador

Distrito: 19003

Circuito: 19003003_a_01

AMIE: 19100120

ZONA: 7

Zumba, 29 de mayo de 2023

Lic.

Diómenes H. Celi Delgado

DOCENTE DE INGLÉS DE LA UNIDAD EDUCATIVA "PRIMERO DE MAYO"

A petición verbal de la parte interesada.

CERTIFICA

Que, la traducción del documento adjunto solicitado por el Sta. **LESLY DAYANIRA OJEDA ROBLEZ** con cédula de ciudadanía No. 1104317878, cuyo tema de investigación se titula: **VALORACIÓN NUTRITIVA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "EL PADMI"**, ha sido realizada por el Lic. Diómenes Celi, Docente de inglés de la Unidad Educativa "Primer de Mayo".

Esta es una traducción verbal del documento adjunto, y el traductor es competente para realizar traducciones.

Lo certifico en honor a la verdad, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

Atentamente:

Lic. Diómenes Celi D.
DOCENTE DE INGLÉS