UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"Revisión documental del potencial nutricional de *Tithonia diversifolia* como especie de interés zootécnico bajo condiciones de la Región Amazónica Ecuatoriana"

AUTOR:

Andrés Gabriel Jaramillo Jaramillo

TUTOR:

Dr. C. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana

Puyo - Ecuador

2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Andrés Gabriel Jaramillo Jaramillo, con C.I: 160047982-6, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el presente Proyecto de Investigación bajo el tema: **"Revisión documental del potencial nutricional de** *Tithonia diversifolia* **como especie de interés zootécnico bajo condiciones de la Región Amazónica Ecuatoriana"**, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad, a la vez cedo los derechos de autor a la Universidad Estatal Amazónica, para que pueda realizar publicaciones sobre la misma de la forma que crea conveniente, así como su almacenamiento tanto en medios físicos como electrónicos.

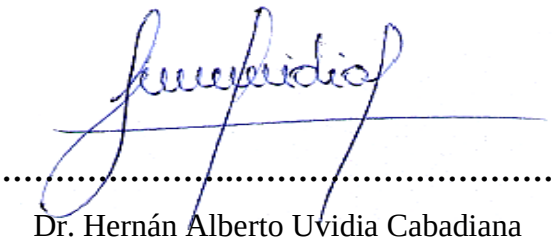


Andrés Gabriel Jaramillo Jaramillo

C.I. 1600479826

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Yo, Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, con C.I. 0602201519, certifico que el egresado, Andrés Gabriel Jaramillo Jaramillo, realizó el Proyecto de Investigación titulado: **"Revisión documental del potencial nutricional de** *Tithonia diversifolia* **como especie de interés zootécnico bajo condiciones de la Región Amazónica Ecuatoriana"**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario bajo mi supervisión.



……

Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana

DIRECTOR DEL PROYECTO

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación titulado: "REVISIÓN DOCUMENTAL DEL POTENCIAL NUTRICIONAL DE *TITHONIA DIVERSIFOLIA* EN ESPECIES DE INTERÉS ZOOTÉCNICO BAJO CONDICIONES DE LA REGIÓN AMAZÓNICA ECUATORIANA", fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

Dr. Willan O. Caicedo Quinche, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. Verónica I. Masson Fiallo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. María Isabel Viamonte Garcés
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Oficio No. 209-SAU-UEA-2020

Puyo, 27 de agosto de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al egresado JARAMILLO JARAMILLO ANDRÉS GABRIEL con C.I. 160047982-6, con el Tema: **"Revisión documental del potencial nutricional de** *Tithonia diversifolia* **como especie de interés zootécnico bajo condiciones de la Región Amazónica Ecuatoriana"**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director del proyecto Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 27 de agosto de 2020 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, por ser el director de mi proyecto, por impartir su conocimiento e indicaciones que me han llevado a cumplir de la mejor manera con la culminación de mi carrera.

A la Universidad Estatal Amazónica por permitirme haber cumplido mi carrera profesional en tan prestigiosa institución.

Especial agradecimiento a todos los profesores de la Universidad Estatal Amazónica que impartieron su conocimiento profesional y paciencia para conmigo en cada nivel cursado de la carrera de Ingeniería Agropecuaria.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El desarrollo de actividades agropecuarias en la región amazónica ecuatoriana aumenta progresivamente, este proceso conlleva a la destrucción de bosque primario, por lo que es fundamental buscar alternativas de alimentos con gran producción de biomasa y alto valor de contenido nutricional para suplementar la alimentación animal tradicional en el sector amazónico. Se ha analizado investigaciones que fundamenten la utilización de especies promisorias que ayuden a reducir la frontera agrícola, gracias a su capacidad de adaptación y producción de biomasa, como es el caso de *Tithonia diversifolia*. Se describe el gran potencial que presentan las investigaciones relacionadas con la producción de miel, leche y carne en bovinos, ovinos, cerdos, cuyes, conejos, aves, peces y abejas en diferentes condiciones edafoclimáticas del trópico alto y bajo.

La inclusión de *Tithonia diversifolia* en la dieta de animales de interés zootécnico en proporciones adecuadas no afecta la digestibilidad de los nutrientes ni los indicadores productivos de los animales. *Tithonia diversifolia* es una alternativa para la producción de animales de interés zootécnico para la región amazónica ecuatoriana, debido a su capacidad de producción de biomasa y aprovechamiento de nutrientes.

Palabras claves: *Tithonia diversifolia*, biomasa, suplementación, nutrición.

EXECUTIVE SUMMARY AND KEYWORDS

The development of agricultural activities in the Ecuadorian Amazon region increases progressively, this process leads to the destruction of primary forest, so it is essential to look for food alternatives with high biomass production and high nutritional content value to supplement traditional animal feed in the Amazon sector. Research has been analyzed to support the use of promising species that help reduce the agricultural frontier, thanks to their capacity for adaptation and biomass production, as is the case of *Tithonia diversifolia*. The great potential of research related to the production of honey, milk and meat in cattle, sheep, pigs, guinea pigs, rabbits, birds, fish and bees in different edaphoclimatic conditions of the high and low tropics is described. The inclusion of *Tithonia diversifolia* in the diet of animals of zootechnical interest in adequate proportions does not affect the digestibility of nutrients or the productive indicators of the animals. *Tithonia diversifolia* is an alternative for the production of animals of zootechnical interest for the Ecuadorian Amazon region, due to its capacity for biomass production and use of nutrients.

Keywords: *Tithonia diversifolia*, biomass, supplementation, nutrition.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I 1
1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.2. OBJETIVOS 3
1.2.1. Objetivo general 3
1.2.2. Objetivos específicos 3
1.3. JUSTIFICACIÓN 4
CAPITULO II 6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 6
2.1. Frontera agrícola 6
2.2. Pastos introducidos en la Amazonía ecuatoriana 6
2.3. Tithonia diversifolia 7
2.3.1. Origen y distribución 7
2.3.2. Propagación de la especie 7
2.3.3. Composición química 8
2.3.4. Principales usos de la *Tithonia diversifolia* 9
CAPITULO III 25
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 25
3.1. Localización 25
3.2. Tipo de investigación 25
3.3. Método de investigación 25
CAPTULO IV 26
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 26
4.1. Contenido nutricional 26
4.2. Producción de biomasa de la *Tithonia diversifolia* 30
CAPITULO V 32
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32
5.1. CONCLUSIONES 32
5.2. RECOMENDACIONES 33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis bromatológico de Tithonia diversifolia a diferentes estados fenológicos de la planta. 9
Tabla 2. Producción de vacas lecheras en sistemas convencional y silvopastoril. 10
Tabla 3. Alimentación en novillas en un sistema silvopastoril de Tithonia diversifolia. 10
Tabla 4. Calidad de la leche con una inclusión del 25 y 50% de forraje de T. diversifolia en base seca en vacas Jersey. 11
Tabla 5. Costos de producción usando forraje de Tithonia diversifolia. 12
Tabla 6. Parámetros productivos en conejos de engorde con forrajes tropicales. 13
Tabla 7. Digestibilidad in vitro de materia seca de los ingredientes y dietas experimentales (tratamientos) utilizados en corderos de pelo alimentados con forrajes tropicales. 14
Tabla 8. Resultados de la alimentación de ovinos de pelo con Tithonia diversifolia. 15
Tabla 9. Inclusión de harinas de follajes tropicales en el comportamiento productivo en cuyes. 16
Tabla 10. Efecto de varios niveles de Harina de T. diversifolia, más Saccharina en la alimentación de cuyes (Fase de engorde 0-8 semanas de edad). 17
Tabla 11. Ganancias de peso en cuyes en diferentes inclusiones 17
Tabla 12. Comportamiento promedio de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras. 18
Tabla 13. Rendimiento de crecimiento de cerdos alimentados con diferentes niveles dietéticos de TDLM. 19
Tabla 14. Promedio de las variables productivas en gallinas Bovans blanca de primer ciclo con diferentes porcentajes de inclusión de T. diversifolia. 19
Tabla 15. Resultados productivos de pollos alimentados con diferentes niveles de harina de T. diversifolia 20
Tabla 16. Coeficientes de digestibilidad de materia seca, proteína y energía para Tithonia diversifolia y Cratylia argentea, en cachama blanca Piaractus brachypomus. 21
Tabla 17. Recopilación de valores promedios, mínimos y máximos de la composición química de la Tithonia diversifolia reportados por diferentes autores. 27
Tabla 18. Contenido nutricional de la Tithonia diversifolia, a diferentes estados vegetativos. 29
Tabla 19. Producción de biomasa de la Tithonia diversifolia a diferentes edades de corte y niveles de fertilización. 30
Tabla 20. Porcentajes óptimos de inclusión de T. diversifolia en especies animales de interés zootécnico 31

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En la región Amazónica del Ecuador, aun no se logra alcanzar una producción sustentable en ganadería y alternativas de alimento para animales de interés zootécnico, debido a las condiciones propias de ella, tales como precipitación, capa arable y tipos de suelo, en estas condiciones los pastos no pueden desarrollar todo su potencial, algunos de ellos ni siquiera pueden ser introducidos (Guaicha et al., 2017).

En la actualidad la producción lechera aparece como un actor principal de construcción regional y de integración de la Amazonia a las redes nacionales y extranjeras, razón por la cual debe investigarse alternativas a los sistemas tradicionales, utilizando el conocimiento de tecnologías sostenibles se investiga especies de uso potencial para el trópico como *Tithonia diversifolia* (Moreno, 2014).

Mediante una revisión documental de Cano & Valencia (2018), afirman, que la alta disponibilidad de plantas probadas o potencialmente útiles sustenta la posibilidad de incluirlas en mezclas dietéticas balanceadas preparadas en la granja para aprovechar la capacidad herbívora de las especies de interés zootécnico.

La actividad ganadera enfrenta una serie de limitaciones que impiden lograr una alta producción y productividad. Entre las más importantes destaca la baja capacidad del ecosistema para resistir las tecnologías actualmente empleadas, donde existen varios sistemas de producción ganadero con pastoreo a campo abierto, sogueo y semi estabulado, en terrenos con escasa fertilidad, con pastos poco adaptados a las condiciones climáticas, estos presentan un deterioro muy visible y progresivo con baja productividad de biomasa, lo cual trae como consecuencia una disminución significativa de la producción animal.

Por otra parte, la actividad ganadera es vista como una de las principales causantes del cambio climático. En el avance de la frontera agrícola de la Amazonía, la actividad pecuaria se considera como la actividad productiva más predatoria, porque depende de la sustitución de grandes extensiones de bosques nativos primarios, por monocultivos de gramíneas forrajeras para la formación de pasturas (Bravo; Alemán, Marín, Chimborazo, & Navarrete (2018).

Para atenuar esta situación se han realizado grandes esfuerzos en la introducción de especies y variedades de mayor rendimiento y calidad como la *Tithonia diversifolia*. Se debe destacar que los avances alcanzados en el campo de la nutrición hacen necesario el conocimiento, cada día más preciso, del valor alimenticio de los pastos y forrajes, los cuales constituyen en el trópico la mayor fuente de alimentación de los animales y la más económica por lo que es sumamente importante conocer el valor alimenticio de los diferentes forrajes verdes que pueden formar parte de la ración diaria y que permite exteriorizar el máximo potencial de la producción animal.

En términos generales el follaje de *Tithonia diversifolia* se caracteriza por una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal, una baja proporción de N ligado a la fibra dietética insoluble, contenido de fibra y compuestos del metabolismo secundario (Roa & Galeano, 2018).

A lo anterior se le añade que, está forrajera juega un papel importante en el suministro de materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno al suelo, debido a su capacidad inherente de fijar el nitrógeno atmosférico y la asociación con bacterias simbióticas y hongos micorrícicos que conducen a la acumulación orgánica de carbono y nitrógeno en la biomasa de los árboles (Kassa et al.,2017).

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alta deforestación en América Latina tiene como consecuencias bajos niveles de productividad y rentabilidad para la producción ganadera. Es frecuente observar en los sistemas de producción del trópico inadecuadas prácticas de manejo que conducen a un deterioro de los recursos naturales, menor sostenibilidad y biodiversidad, perjudicando la estabilidad ecológica, social, política y económica de los países del tercer mundo (Mejía et al., 2016).

Para reducir la frontera agrícola y aumentar el valor nutritivo se debe buscar alternativas de gran potencial, adaptabilidad y rendimiento como alimento para la producción animal, reduciendo espacio de áreas verdes naturales, generando bancos de proteína y biomasa para diferentes animales que se producen en la región amazónica ecuatoriana.

El desconocimiento de alternativas para alimento animal ha hecho que se degrade los suelos amazónicos destinados a esta área, produciendo su erosión y baja producción con el pasar de los años sin una regeneración del suelo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar una investigación bibliográfica dirigida a resumir y analizar el uso del potencial nutricional de *Tithonia diversifolia* como especie de interés zootécnico bajo condiciones de la región amazónica.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar una selección metodológica de artículos científicos, revistas científicas, libros, tesis de posgrado y pregrado relacionadas al uso del potencial nutricional de *Tithonia diversifolia* como especie de interés zootécnico bajo condiciones de la región amazónica ecuatoriana.
- Sistematizar la información encontrada identificando la situación actual del conocimiento y las perspectivas futuras de la investigación.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La región amazónica cuenta con una superficie de 138.000 km², se caracteriza por la presencia de la selva ecuatorial en gran parte de territorio, sus condiciones climáticas son de clima trópico, en esta región se ha desarrollado la ganadería de carne y leche, lo cual ha sido posible por la tala indiscriminada de bosques, generando un manejo inadecuado para reducir el impacto ambiental de estas prácticas agrarias, teniendo a Ecuador con una tasa de deforestación anual de (1.7 %), porcentaje que cuadriplica al promedio de América Latina (0.4 %), señalando que los rendimientos productivos en la zona son muy bajos debido al establecimiento de pastos de mala calidad como es el caso de la provincia de Pastaza (Moreno, 2014).

El desarrollo de la productividad agropecuaria en la amazonia ecuatoriana ha aumentado en su capacidad productiva, por ende, conlleva a la ampliación de áreas verdes pastoriles y forrajeras para cumplir la demanda de alimento, sin embargo, el desconocimiento ha hecho que el suelo tenga un manejo empírico causando su erosión sin aprovechar el forraje potencial que podría existir en la zona. Para mejorar este problema es necesario usar como fuente nutritiva plantas potenciales que se adapten satisfactoriamente en la amazonia, aprovechando la biomasa de las mismas y así obtener alternativas de alimentación y reducir el impacto ambiental de la frontera agrícola (Guaicha et al., 2017).

El aumento de la frontera agrícola y la contaminación ambiental han impulsado nuevas formas de reducir el impacto ambiental, dando como resultado beneficiosos efectos y alternativas de suplemento alimenticio en la producción animal. *Tithonia diversifolia* es un alimento altamente proteico y puede ser utilizado por diferentes especies animales, especialmente pequeños rumiantes quienes consumen de manera eficiente este forraje que produce altas cantidades de biomasa, se recomienda suministrar en la época de prefloración ya que es cuando contiene la mayor concentración proteica (Pérez et al., 2009).

El suelo de la amazonia con uso agropecuario apenas alcanza el 8,3% del territorio total, esta área utilizada en la producción ganadera donde la carga animal alcanza 0,65 cabezas por hectárea, con un potencial que podría llegar a 1,5 siempre que las condiciones de manejo se mejoren para lo cual se plantea la necesidad de investigar especies nativas amazónicas que permita reemplazar los pastos establecidos de bajo valor nutritivo (Moreno, 2014).

Tithonia diversifolia, es una planta que se puede usar como alimento alternativo para producción de los animales, es una fuente nutritiva, de fácil manejo y resiste varias condiciones edafoclimáticas. El uso de esta planta es variado en diferentes sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, también se usa como medicina, ornamental, controlador biológico, polinizadores, en alimentación de abejas para extracción de miel, es un gran abono verde por la cantidad de biomasa y es un mejorador de suelos regenerando la fertilidad al terreno, incluso se combina con otros cultivos como fuente de nutrientes (Canul et al., 2018).

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Frontera agrícola

En la Amazonía Ecuatoriana el 82 % de la superficie con uso agropecuario está dedicado a pastizales, lo cual demuestra que la ganadería es uno de los rubros de mayor importancia para la economía campesina, Los niveles de producción, productividad e ingresos en estos sistemas ganaderos son bajos, por ejemplo: la producción promedio de forraje fue oscilando de 5 a 8 tnMS/ha^{-1}/año^{-1}. Esta situación se relaciona a los siguientes factores: suelos pobres en nutrientes, los pastos utilizados son vulnerables a las plagas y enfermedades, pocos resistentes a la sombra y baja producción, escasa presencia de árboles y leguminosas, contaminación de los suelos y agua por actividad petrolera, entre otros aspectos (MCPEC, 2011).

Estos problemas influyen para que la ganadería de la Amazonía no alcance un desarrollo armónico y adecuado, sistemas rentables, convenientes niveles de producción, productividad e ingresos estables. Por otra parte, a partir del año 2004 hasta el 2012, se ha incrementado el ganado en la Amazonía Ecuatoriana de 654 083 a 684 051 de cabezas. La superficie ganadera cuenta con 876 251 ha de pastos cultivados y de 102 903 ha de pastos naturales (MAG & SICA, 2013).

Según MAG & SICA (2013) la producción de leche se muestra desde el año 2004 hasta el 2012 por encima de los 410 000 litros, alcanzando el mayor valor en el 2011 con 842 415, año en el cual se duplicó el rendimiento.

2.2. Pastos introducidos en la Amazonía ecuatoriana

En la región amazónica de Ecuador, la ganadería siempre ha presentado algunos problemas por las condiciones agroecológicas de la misma. Se han introducido pastos de diferentes regiones, de gran potencial que se desarrollan satisfactoriamente en producción de biomasa y como

alternativa alimenticia en la región amazónica del ecuador (Guaicha et al., 2017).

Generalmente cuando los potreros son jóvenes estos se presentan de manera eficiente pero conforme pasa el tiempo y debido a los monocultivos que solo extraen nutrientes se deteriora el suelo sin regenerar su fertilidad, obligando a los productores a ampliar e intervenir en zonas naturales y de valor ecológico (Sanabria & Avila 2015).

En la selva alta y baja de la Amazonía la mayoría de los potreros están formados por los pastos: Gramalote morado (*Axonopus scoparius*); Dallis (*Brachiria decumbens*); Saboya (*Panicum maximum*), Guatemala (*Tripsacum laxum*) y el king grass (*Pennisetum sp*), *brachiarias*, y otras especies forrajeras de gran importancia. El pasto gramalote es tradicional o pionero, siendo sembrado por los colonos cuando tumban el bosque o limpian el rastrojo (Moreno, 2014).

2.3. Tithonia diversifolia

Es una especie herbácea arbustiva de 1.5 a 4 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, glabras, hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de ancho. Presenta 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base, decurrentes en su mayoría en la base del peciolo, bordes aserrados, pedúnculos de 4 a 20 cm de largo, lígulas amarillas de 3 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud (González et al., 2014).

2.3.1. Origen y distribución

Se encuentra distribuido en las áreas tropicales y subtropicales del planeta, y es comúnmente aceptado que su centro de origen es América Central o México, aunque no se descarta que sea de América del Sur (Ríos, 1997).

2.3.2. Propagación de la especie

Esta planta tiene un amplio rango de adaptación del mar hasta 2400 msnm. Sin embargo, las mejores condiciones son en el trópico ya que presenta mejores características edafoclimáticas como suelo, precipitación y temperatura (Romero et al., 2014).

Esta especie se propaga por diferentes vías:

- Por semilla: recientes investigaciones han demostrado que es posible su propagación por semillas, mediante un experimento en México, se puso ramas florecidas de botón de oro sobre una turba para germinación, dando como resultado plántulas de semillas de *Tithonia diversifolia* que habían caído en la turba, este experimento se repitió algunas veces consiguiendo los mismos resultados, presentando un menor porcentaje de pérdida de 5% y 10% con respecto a semilla no sexual, de 30% y 40% (Romero et al., 2014).
- Por estaca: La plantación debe realizarse acostando el tallo en el fondo del surco y utilizando indistintamente la parte basal o media, lo que logra plantas con mayor desarrollo, más población y mayor producción de biomasa (Rodríguez, 2017).

Según Zapata &Vargas (2014) indican que "la distancia de siembra es de 50 por 75 cm, las estacas fueron plantas en cruz verticalmente, aproximadamente la mitad de las estacas sobre la superficie".

2.3.3. Composición química

Al igual que el contenido proteico, el Ca y P en *Tithonia diversifolia* disminuyeron a mayor estado vegetativo. El Ca varió de 2,25 a 1,65% y el P de 0,39 a 0,32%. Mientras que el contenido de Mg incrementó de 0,046 a 0,069% y se reporta concentraciones de fósforo de 0,27%-0,28% en las hojas. El porcentaje de fibra cruda de la materia seca es variable a través del tiempo, con valores entre 1,63% y 3,83%. El fósforo en *Tithonia diversifolia* es considerado como alto comparado con otras especies que se usan comúnmente en agroforestería, como se muestra en la Tabla 1 (Mahecha et al., 2017).

Tabla 1. *Análisis bromatológico de Tithonia diversifolia a diferentes estados fenológicos de la planta*.

INDICADORES, %	Estados Fenológicos		
	Prefloración	**Floración media**	**Floración completa**
Proteína total	28,51	22,00	14,84
Materia seca	14,10	17,25	23,35
Fibra cruda	1,63	2,70	3,83
Cenizas	15,66	12,72	9,42
Calcio	2,30	2,47	1,96
Fósforo	0,38	0,36	0,32
Magnesio	0,046	0,069	0,059

Adaptado de (Sanabria & Avila, 2015).

2.3.4. Principales usos de la *Tithonia diversifolia*

Las evidencias en la aplicación de dietas en diferentes especies animales, la capacidad de acumular altos porcentajes de nitrógeno en sus hojas como algunas leguminosas, tolerar la acides del suelo y soportar la quema , demuestran el elevado potencial de este forraje para su uso en la alimentación de animales de interés zootécnico (Rodríguez, 2017).

Se encontraron reportes de contenidos de proteína en sus hojas que oscilan entre 14,84-28,75% en base seca dependiendo de su estado vegetativo, altos niveles de fósforo (0,32-0,39% en base seca) y Ca (1,65%-2,25%), con un porcentaje de degradabilidad de la materia seca del 90% a las 48 horas, contenidos de extracto etéreo entre 1,4 y 2,43%de la materia seca, contenidos de FDN entre 35,3 y 41%, contenidos de fenoles entre 0 y 1,23 % y de taninos entre 0 y 0,01 (Verdecia et al., 2018).

Alimentación de bovinos

En los últimos años se ha demostrado la gran aceptabilidad de *Tithonia diversifolia* por parte de estos animales, gracias a su alto grado de proteína, aminoácidos esenciales, contenido de fibra y factores antinutricionales que permiten una alternativa a la dieta (Mejía et al., 2016).

Tabla 2. *Producción de vacas lecheras en sistemas convencional y silvopastoril*.

Parámetros	Convencional	SSP	SE	Valor p
Tasa de carga ganadera (AU/ ha)	1,84	2,71	-	-
Kg de lecha / vaca / día	4,59	4,92	0,068	0,011
Kg de leche / ha / día	9,74	15,4	0,005	<.0,01
NFS (%)	8,77	8,81	0,111	0,074
NFS (kg / vaca / día)	0,39	0,44	0,014	0,007
NFS (kg / ha / día)	0,86	1,36	0,002	<.0,01
TS (%)	12,2	12,2	0,098	0,89
TS (kg/ vaca / día)	0,55	0,62	0,011	0,024
TS (kg/ ha / día)	1,20	1,89	0,002	<.001
Kg de leche / ha / año	3556	5615	-	-

Nota. SSP: sistema silvopastoril intensivo; SE: error estándar; AU: unidad animal (450 kg de peso vivo); NFS: sólido no grasos; TS: sólidos totales. Adaptado de (Rogerio et al., 2017).

Se suministró una inclusión de *Tithonia diversifolia* en la dieta a base de concentrado de caña, maíz y soja determinando que no afectó la producción lechera considerando que se puede remplazar hasta un 15, 3% de materia seca de concentrado, para vacas lecheras sin tener ningún cambio en la ingesta, como se muestra en la tabla 2 (Rogerio et al., 2017).

Tabla 3. *Alimentación en novillas en un sistema silvopastoril de Tithonia diversifolia*.

	Tratamiento		Pastoreo 1		Pastoreo 2		
Variable	**MONO**	**SSP**	**MONO**	**SSP**	**MONO**	**SSP**	**p-value**
Peso (kg)	219,75 ± 28,41	217,25 ± 39,81	209,75 ± 29,63	202,91 ± 41,05	234,75 ± 19,84	238,75 ± 27,81	0,0073
GDP (kg/animal/día)	0,478 ± 0,21	0,743 ± 0,37	0,561 ± 0,24	0,930 ± 0,38	0,354 ± 0,09	0,462 ± 0,05	0,0421
AC (cm)	114,95 ± 4,69	115,05 ± 5,58	113,83 ± 4,89	112,45 ± 5,44	116,62 ± 4,10	117,12 ± 5,46	0,0149
PT (cm)	150,9 ± 7,10	151,45 ± 14,63	148,33 ± 7,12	147,83 ± 15,24	154,75 ± 5,39	156,87 ± 12,66	0,7901
LC (cm)	129,2 ± 7,32	126,35 ± 9,95	127,08 ± 7,70	123,16 ± 10,34	132,37 ± 5,75	131,12 ± 7,58	0,9018

Nota. MONO: Monocultivo; SSP: Sistema silvopastoril; GDP: Ganancia de peso; AC: Altura a la cruz; PTT: Perímetro torácico; LC: Longitud corporal. Adaptado de (Argüello et al., 2020).

En la tabla 3, se reportan resultados de la alimentación en novillas mantenidas en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* y monocultivo de *Urochloa brizantha* y *Urochloa humidicola*, determina una mayor ganancia de peso entre 0,743 - 37 kg para el sistema silvopastoril, que para el pastoreo en monocultivo que fue entre 0,478 – 0,21 kg (Argüello et al., 2020).

Tabla 4. *Calidad de la leche con una inclusión del 25 y 50% de forraje de T. diversifolia en base seca en vacas Jersey*.

Indicador	**TD0**	**TD25**	**TD50**	**EEM**	**P-valor**
Grasa %	43,6	44,4	44,5	0,13	0,3
Proteína %	33,9	33,3	32,5	0,08	<0,01
Lactosa %	45,2	44,9	44,8	0,1	0,53
Sólidos totales %	127,4	127,2	126,6	0,25	0,64
Sólidos no grasos %	85,4	84,1	82,7	0,18	<0,01

Nota. P-valor: valor de probabilidad; EEM: error estándar de la media; TD0(Pastoreo + Alimento balanceado (AB), TD25 (Pastoreo + la sustitución de un 25% del AB con forraje de *T. diversifolia*) y TD50 (Pastoreo + la sustitución de 50% del AB con *T. diversifolia*). Adaptado de (Arias et al., 2018).

Londoño et al. (2019) afirman que esta especie aporta una alta cantidad de carbohidratos solubles, y juegan un papel muy importante en la fermentación a nivel ruminal para la formación de ácidos grasos volátiles, favoreciendo la producción de leche. Estudios hechos en Costa Rica a vacas Jersey, implementaron en la dieta forraje de *Tithonia diversifolia* al 25 %, con respecto al alimento balanceado, como se muestra en la tabla 4, determinando un aumento en la producción y calidad de leche de 20 a 22 kg/animal por día (Arias et al., 2018).

La inclusión del 10 y 20 % de forraje de *Titthonia diversifolia* en base seca en la dieta para rumiantes, produjo un gran efecto reductor de la población de protozoos en rumen, así como en la producción de gas metano, se mantuvo estable la digestibilidad de la fibra, debido al incremento de las poblaciones de bacterias celulolíticas (Cardona et al., 2016).

La producción y calidad de la leche en vacas, usando *Tithonia diversifolia* en la dieta de los animales, junto con *Brachiaria* de pastoreo y alimento balanceado como suplemento, a una

temperatura media de 23 ºC y altitud de 1475 msnm, en la zona de vida de bosque húmedo tropical, mostrando que el reemplazo del 35 % del alimento balanceado por forraje de *Tithonia diversifolia* no afecta en ningún aspecto negativo tanto a la producción como a la calidad de la leche, donde por el contrario permite mejorar el sistema de lechería cuando se busca disminuir los costos de producción, como se muestra en la tabla 4, catalogando que esta especie de forraje es muy eficiente (Arias et al., 2018).

Tabla 5. *Costos de producción usando forraje de Tithonia diversifolia*.

Tratamiento	Tipo suplemento	Cantidad, kg	Costo, $USD animal/día	Ahorro, % respecto al TD0
TD0	Alimento balanceado	6,40	2,27	
	Melaza	0,60		
	Urea	0,18		
	C. purpureus	5,00		
TD25	Alimento balanceado	4,80	2,52	9,06
	T. diversifolia	9,28		
	Melaza	1,50		
	Urea	0,17		
	C. purpureus	2,00		
TD50	Alimento balanceado	3,20	2,25	18,8
	T. diversifolia	18,65		
	Melaza	2,20		
	Urea	0,15		
	C. purpureus	1,00		

Nota. TDO (Pastoreo + Alimento balanceado (AB), TD25 (Pastoreo + la sustitución de un 25% del AB con forraje de *T. diversifolia)* y TD50 (Pastoreo + la sustitución de 50% del AB con *T. diversifolia).* Adaptado de (Arias et al., 2018).

Se ha logrado recopilar publicaciones sobre el valor nutritivo y alimenticio como evidencias de estos estudios realizados que a la vez son pocas, sin embargo permiten confiar sobre la potencialidad de este forraje, que presenta gran aceptabilidad por los animales por su alto grado de proteína y palatabilidad, además de su rápida degradabilidad y buena fermentación ruminal, como se indica en la tabla 5 (Gallego, Mahecha, & Angulo 2016).

Alimentación de conejos

Tabla 6. *Parámetros productivos en conejos de engorde con forrajes tropicales.*

Variables (Media ± DE)	Tratamiento			
	T1 (control)	T2 50 g equilibrado + M. alba ad libitum	T3 50 g equilibrado + E. poeppigiana ad libitum	T4 50 g equilibrado + T. diversifolia ad libitum
BC (g)	83,92 ± 4,31	44,07 ± 0,00	44,07 ± 0,00	44,07 ± 0,00
TFC (g)	0,0	39,83 ± 1,08	31,92 ± 1,58	37,65 ± 2,85
Higo	83,92 ± 4,31	83,90 ± 1,08	75,99 ± 1,58	81,72 ± 2,85
FW (g)	2101,4 ± 166,27	1844,8 ± 96,09	1782,2 ± 104,81	1648,8 ± 110,1
WG (g)	28,81 ± 2,55	25,24 ± 1,98	23,55 ± 1,03	20,18 ± 1,70
FCR	2,93 ± 0,27	3,34 ± 0,28	3,23 ± 0,19	4,08 ± 0,45
WC (g)	1201,2 ± 98,89	988,2 ± 53,54	997,8 ± 58,80	817,9 ± 51,95
PC (%)	57,15 ± 0,61	53,56 ± 0,30	56,00 ± 1,1	49,62 ± 0,64

Nota. BC: Consumo equilibrado; TFC: Consumo de forrajes tropicales; FI: Toma de alimento; FW: Peso final; WG: Aumento de peso; FCR: tasa de conversión alimenticia; WC: Peso a canal; PC: Rendimiento a canal. Adaptado de (Sánchez et al., 2018).

En la tabla 6, se muestra que en cuatro tratamientos de inclusión de tres forrajes tropicales, *Morus alba*, *E. poeppigiana* y *Tithonia diversifolia*, el autor muestra en tercer lugar a *Tithonia diversifolia* con respecto al comportamiento productivo, sin embargo estos forrajes fueron aceptados normalmente en las dietas de forma fresca (Sánchez et al., 2018). La forma de secado al sol y a la sombra del follaje de *Tithonia diversifolia*, *Morus alba* y *Boehmeria nívea* no afectó el rendimiento de harina (Montejo et al., 2018)

En otra investigación, se efectuó un control en donde se suministró concentrado a voluntad y, otros tres, en los que adicionalmente se proporcionan 180 g de forraje verde al día de *Tithonia diersifolia, T. gigantea* o *Arachis pintoi*, en conejos sacrificados a los 65 días, se concluyó que *Tithonia diversifolia* es el segundo forraje que presento más ganancias de peso (Castaño & Cardona, 2015).

El follaje de *Tithonia diversifolia* es una materia prima alternativa para la alimentación de conejos al observar que se eleva el contenido de nutrientes digestibles totales al incluir entre 9

y 18 % de follaje de esta forrajera como parte de la dieta de animales, bajo condiciones tropicales. Aunque no se la recomienda como única fuente alimenticia en esta especie porque produce una mala conversión (Cano & Valencia, 2018).

Alimentación de ovinos

En la tabla 7, se muestra que la inclusión de *Tithonia diversifolia* mejora la ingesta y digestibilidad de la materia seca en pequeños rumiantes debido a una mayor tasa de degradación ruminal determinando su potencial uso como especie arbórea en los trópicos (Castañeda et al., 2018).

Tabla 7. *Digestibilidad in vitro de materia seca de los ingredientes y dietas experimentales (tratamientos) utilizados en corderos de pelo alimentados con forrajes tropicales.*

Ingrediente o tratamiento	**Medios ± DE**	**SEM**	**P <**
Ingredientes			
D. aristatum	54,0 ± 1,1		
Salvado de arroz	66,2 ± 9,5		
G. ulmifolia	46,5 ± 1,8	2,5	0,0005
G. sepium	69,1 ± 1,7		
T. diversifolia	64,5 ± 0,7		
Tratamiento			
T1 – (control)	52,1 ± 3,0		
T2 – *G. ulmifolia* (25%)	52,7 ± 1,9	1,1	0,001
T3 – *G. sepium* (25%)	57,7 ± 1,6		
T4 – *T. diversifolia* (25%)	57,9 ± 0,2		

Nota. SEM: error estándar. 1Tratamientos: T_1 = 100% *D. aristatum heno*, T_2 = 50% *D. aristatum heno*, 25% *Gamuza ulmifolia* y 25% de salvado de arroz; T_3 = 50% heno *D. aristatum*, 25% *Gliricida sepium* y 25% de salvado de arroz; T_4 = 50% de *D. aristatum* heno 25%; *Tithonia diversifolia* y 25% de salvado de arroz. Adaptado de (Castañeda et al., 2018).

Tabla 8. *Resultados de la alimentación de ovinos de pelo con Tithonia diversifolia*.

Ítem	AA	TD	AA+RP	TD+RP	EEM	P
Peso inicial, kg	10.5	11.9	10.9	12.4	2.76	>0.05
Peso final, kg	13.3	14.35	19.5	18.5	3.37	>0.05
CMS, g d^{-1}	336.5	341.5	512.1	443.7	45.98	<0.001
GDP, g d^{-1}	23.7	20.8	72.5	51.7	15.07	<0.05
Ganancia total, kg	2.82	2.47	8.62	6.15	1.79	<0.001
CA	16.5	19.04	7.5	8.71	5.19	<0.05

Nota. AA= con ensilaje de caña, TD= ensilaje de caña más *Tithonia diversifolia*, TD+RP= ensilado de caña de azúcar; *Tithonia diversifolia*, y pulidora de arroz, AA+RP= alfalfa, ensilado de caña de azúcar y pulidora de arroz; CMS.= consumo de materia seca; GDP= ganancia diaria de peso; CA= conversión alimenticia. Adaptado de (Vega et al., 2019).

Tithonia diversifolia también se puede usar como reemplazo de alfalfa en la dieta para ovinos de pelo, un experimento afirma que el consumo de alimento y ganancia de peso aumentó, véase la tabla 8, y no se observó diferencias en la ingesta de dieta, siendo una alternativa como alimento forrajero (Vega et al., 2019), demostrando un ligero incremento entre el peso inicial y peso final.

En el Valle del Cauca se suministró dos dietas para ovinos de pelo en base a *Tithonia diversifolia*, al 50% y 100% de la planta picada durante cinco días. Las plantas fueron cosechadas en floración. "El consumo de *Tithonia diversifolia* en la dieta del 50% fue de 0,868 kg/d en base fresca, que correspondieron a 0,369 kg/d en base seca. En la dieta del 100% consumieron 1.668 kg/d en base fresca equivalentes a 0,712 kg/d en base seca", demostrando el potencial uso como suplemento o único forraje proteico para la alimentación (Chavez, 2012).

Alimentación de cuyes

A continuación, se presentan investigaciones efectuadas en la producción de cuyes:

Tabla 9. Inclusión de harinas de follajes tropicales en el comportamiento productivo en cuyes.

Tratamientos	CABMS (g)	GP (g)	ICA	RC (%)
T0	2.706.88	487.88	5.57	76.30
T1	2.472.75	491.63	5.04	73.03
T2	2.567.00	423.13	6.07	68.79
T3	2.528.75	471.88	5.38	77.67
T4	2.176.00	284.00	7.71	58.14
Sig. Est.	**	**	**	**

Nota. CABMS: consumo de alimento balanceado; GP: ganancia de peso; ICA: índice de conversión alimenticia; RC: rendimiento en canal. Adaptado de (Meza et al., 2014).

Resultados analizados de forma comparativa con los de especies forrajeras de amplio uso en la alimentación animal como: *Morus alba* (T_1), *Erythrina poeppigiana* (T_2), *Tithonia diversifolia* (T3) e *Hibiscus rosa sinensis* (T4) al 20%, y balanceado comercial (T0) demuestran gran adaptabilidad y respuesta productiva, obtenidos en cuyes, evidenciando la viabilidad de su uso tanto en monogástricos como en rumiantes como lo demuestra la tabla 9 (Meza et al., 2014).

Inclusiones al 0-4-8-12% de harina de *Tithonia diversifolia* con 5% saccharina, en la dieta de cuyes de 30 días de edad, obtuvieron el peso final más alto durante la etapa de crecimiento, lo reportan los cuyes alimentados con harina entre 8-9 % de *T. diversifolia* más 5 % de *saccharina*, mientras que el menor peso lo reportan los cuyes alimentados con un nivel del 3 % de *Tithonia diversifolia*, junto con el tratamiento testigo con 0 % de inclusión, véase la tabla 10. (Chávez, 2012).

Tabla 10. *Efecto de varios niveles de Harina de T. diversifolia, más Saccharina en la alimentación de cuyes (Fase de engorde 0-8 semanas de edad).*

VARIABLES	**Nivel de inclusión de harina de botón de oro, *(%)***					
	0	**4**	**8**	**12**	**E.E**	**PROB.**
Nº observaciones	5	5	5	5		
Peso 4 semana, g	585,44	590,84	602,19	613,57	12,50	0,000
Peso a la 8 semana, g	822,85	832,21	855,12	876,52	12,65	0,000
Ganancia de peso total, g	475,6	488,12	507,27	528,47	9,2042	0,000
Consumo Ms, g	2464,02	2452,98	2453,98	2454,64	2,706	0,000
Conversión alimenticia	2,88	2,84	2,82	2,8	0,0008	0,000
Costo/kg de gcia. Peso	1,47	1,47	1,46	1,44	0,00	0,000

Nota. Pro. <0,001 existen diferencias altamente significativas. Pro. >0,05: no existen diferencias significativas. Prob. ≤0,05: existen diferencias significativas. Adaptado de (Chávez, 2012).

En otra investigación, como lo indica la tabla 11, muestra la inclusión en la dieta 25, 50 y 75 % de *Tithonia diversifolia* verificando que solo se puede reemplazar la dieta hasta un 25 % dando buenos resultados óptimos para su uso, ya que al aumentar la inclusión ocurre todo lo contrario perdiendo ganancia de peso y producción (Montero et al., 2019).

Tabla 11. *Ganancias de peso en cuyes en diferentes inclusiones*

	% Tithonia diversifolia				
Parámetros	**0**	**25**	**50**	**75**	**100**
Peso inicial (g)	301,19	295,81	298,44	301,31	297,81
Peso final (g)	969,63	920,69	876,56	850,56	821,31
Ganancia de peso diario (g)	9,55	8,93	8,26	7,85	7,48
Ganancia de peso acumulado (g)	688,44	624,88	578,13	549,25	523,50

Adaptado de (Montero et al., 2019).

En Ecuador, en el cantón Gualaceo, provincia de Azuay se efectuaron tratamientos con 5 especies forrajeras los cuales demuestran que entre los mejores rendimientos se encuentra *Tithonia diversifolia*, cuyes alimentados con este forraje presentaron mejor conversión

alimenticia y ganancia de peso con respecto a los otros forrajes como se observa en la Tabla 12 (Macancela et al., 2019).

Tabla 12. *Comportamiento promedio de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras.*

Tratamiento	Peso inicial, g	Peso final, g	Ganancia de peso total, g	Conversión alimentaria
M. sativa	386,9 ± 21,65	1427,0 ± 45,92	1040,1 ± 59,83	8,8 ± 0,49
A. acuminata	393,4 ± 26,24	1130,5 ± 37,39	737,1 ± 40,22	15,8 ± 0,95
C. purpureus	367,0 ± 19,62	1239,8 ± 48,54	872,8 ± 47,46	9,8 ± 0,51
T. diversifolia	375,3 ± 18,23	1262,5 ± 33,73	887,3 ± 41,84	8,5 ± 0,40
S. officinarum	381,5 ± 15,16	1146,5 ± 34,38	765,0 ± 39,78	13,9 ± 0,69

Adaptado de (Macancela et al., 2019).

Alimentación de cerdos

En investigaciones relacionadas con la producción de cerdos se establece que para animales manogástricos, está demostrado que la inclusión del 10 y hasta el 20% de *Tithonia diversifolia* en la dieta, mejora las características nutricionales por un aumento del contenido proteico, caso contrario con la fibra, si se ofrece una mayor inclusión afectaría la digestibilidad de la energía y proteína (Rodríguez, 2017).

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 alimento 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 ganaron mayor peso ante los que consumieron niveles del 0 y 10 % (González, Hahn von, & Narváez 2014).

Tabla 13. *Rendimiento de crecimiento de cerdos alimentados con diferentes niveles dietéticos de TDLM.*

	Dietas			
	1	2	3	4
	% niveles de inclusión de TDLM			
Parámetros	**0**	**10**	**20**	**30**
Consumo diario de alimento (g/día)	390,8	330,6	296,4	261,4
Aumento de peso medio diario (g/día)	114,3	60,5	15,8	11,7
Relación de conversión alimenticia	3,4	5,5	18,9	22,5

Nota. TDLM: harina de hojas de *Tithonia diversifolia. Adaptado de* (Fasuyi & Ibitayo, 2011).

Cerdos en crecimiento podrían tener un óptimo rendimiento con una inclusión al 10% y tolerar hasta un 20% sin retroceso morfométricos. La reducción de la ingesta aumenta al incrementarse la inclusión esto puede deberse a loa cantidad de antinutrientes como fitina, tanino, oxalato, alcaloides y flavonoides (Tabla 13) (Fasuyi & Ibitayo, 2011).

Alimentación de gallinas ponedoras y de engorde

El incremento excesivo de inclusión de *Tithonia diversifolia* para gallinas ponedoras afecta el comportamiento productivo ya que el alto contenido de fibra para esta especie hace que las aves pierdan nutrientes y por ende peso, se recomienda la inclusión del 10 % para evitar alteración en la ingesta, se reporta en la tabla 14. (Montero et al., 2019).

Tabla 14. *Promedio de las variables productivas en gallinas Bovans blanca de primer ciclo con diferentes porcentajes de inclusión de T. diversifolia.*

Harina de Tithonia diversifolia	Postura (%)	Peso de huevo (g)	Consumo, ave/día (g)	Conversión Alimentaria (kg: kg)	Masa de huevo, ave/día (g)
Testigo	95,15	59,6	107	1,895	56,7
5%	94,69	59,5	109	1,941	56,4
10%	93,18	60,2	108	1,931	56,1
15%	89,76	59,5	104	1,951	53,4

Adaptado de (Martínez et al., 2019).

Adicionalmente, en la tabla 14, se muestran resultados promedio de variables al incluir diferentes porcentajes de 0-5-10-15% de harina de *Tithonia diversifolia*, mostrando que en dietas para aves de postura no presentaron diferencias, sin embargo, se recomienda la mejor

inclusión del 10%, la producción de huevos se mantuvo en todas las dietas. La conversión alimenticia en términos de kg de alimento consumido por docena de huevos fue mejor para la dieta que contenía 10% de harina de *Tithonia diversifolia*, mientras que con el concentrado comercial se obtuvo el mayor costo del alimento consumido por docena de huevos. Todas las dietas dieron una ganancia neta de peso positiva. El color de la yema fue mayor para todas las dietas que contenía *Tithonia diversifolia* sobre el concentrado comercial (Martínez et al., 2019).

Tabla 15. Resultados productivos de pollos alimentados con diferentes niveles de harina de T. diversifolia

Tratamiento	CAT (kg)	GTP (kg)	Conversión
1. Concentrado comercial	2,5512 ± 0,03	1,2697 ± 0.02	2,0 ± 0,57
2. Dieta 0% Botón de oro	2,5292 ± 0,09	1,1609 ± 0,06	2,2 ± 0,57
3. Dieta + Botón 45- 5%	2,5390 ± 0,06	1,1675 ± 0,08	2,2 ±0,2
4. Dieta + Botón 45- 10%	2,5487 ± 0,03	1,1230 ± 0,04	2,3 ± 0,57
5. Dieta + Botón 45- 15%	2,5571 ± 0,04	1,0794 ± 0,04	2,3 ± 0,57
6. Dieta + Botón 60- 5%	2,5270 ± 0,03	1,1207 ± 0,05	2,3 ± 0,57
7. Dieta + Botón 60- 10%	2,5542 ± 0,04	1,1504 ± 0,08	2,2 ± 0,1
8. Dieta + Botón 60- 15%	2,4853 ± 0,1	1,0681 ± 0,1	2,2 ± 0,23

Nota. CAT= consumo alimento total, GTP= ganancia total de peso. Adaptado de (Gutierrez & Hurtado, 2019).

En otra investigación experimental encontrada sobre inclusión de *Tithonia diversifolia* de 0, 5, 10 y 15 % en la alimentacion de pollos de engorde se constató que la mayor ganancia de peso fueron las dietas donde se incluyó hasta un 10 %, a la edad de corte de 45 días, en la dieta, comprobando que se puede sustituir la proteina que generalmente esta en la dieta normal, como muestra la Tabla 15 (Gutierrez & Hurtado, 2019).

Finalmente, una prueba biológica con 13 especies forrajeras, entre ellas *Tithonia diversifolia*, en pollitos de siete días de edad, a los cuales se les sustituyó el 20% del concentrado comercial por follaje seco y molido de cada especie, durante siete días. La ganancia de peso y el consumo de los pollitos alimentados con *Tithonia diversifolia* estuvo en el rango del 75-99% respecto al

control, considerado por el autor como muy alto respecto a las otras especies evaluadas. Hubo una tendencia a mayor ganancia de peso de los pollitos a mayor contenido de proteína, menor contenido de saponinas y fenoles y mayor digestibilidad de la dieta. La conversión alimenticia estuvo entre 125-150% comparada con el control. *Tithonia diversifolia* finalmente fue clasificado como uno de los forrajes con mayor potencial para a alimentación de monogástricos (Pérez et al., 2009).

Producción apícola

Tithonia diversifolia es apreciada por los apicultores como fuente de néctar. El apiario se rodea con una franja ancha de *Tithonia diversifolia*, sembrada a partir de estacas a 1 m de distancia. De esta manera, hay disponibilidad de flores todo el año para la alimentación de las abejas y el cultivo cumple también con las funciones de rompevientos y protección del apiario. La biomasa producida por las plantas se deja en el sitio, para su descomposición e incorporación lenta al suelo (Ríos, 1997).

Cachamas

Tabla 16. Coeficientes de digestibilidad de materia seca, proteína y energía para Tithonia diversifolia y Cratylia argentea, en cachama blanca Piaractus brachypomus.

Dietas/ Coeficiente de digestibilidad aparente (CDA)	CDA- Materia seca (%)	CDA- Proteína bruta (%)	Proteína digestible (%)	CDA-ED (%)	Energía Digestible (kcal/kg)
Referencia (DRS)	79,92	95,37	---	81,47	---
Tithonia diversifolia	67,37	69,42	16	67,37	2632,4
Cratylia argentea	16,03	44,84	7,4	34,26	1608
EEM	1,31	1,74	---	1,01	---

Nota. EEM: Error estándar de la media. Adaptado de Puerta et al. (2017)

En un experimento para alimento de cachamas, Puerta et al. (2017) afirman que "la energía digestible fue superior en *Tithonia diversifolia* con 1612.6 kcal comparada con resultados de

las otras materias primas objetos de estudio (1035.19 kcal para *Gliricidia sepium* y 168.98 kcal para *Cratylia argéntea)".* Así mismo aporta con un coeficiente de digestibilidad para la materia seca del 67,37% y de proteína bruta 69,42%. Como se muestra en la tabla 16.

Otros usos de *Tithonia diversifolia*

Atracción de insectos controladores y repelente de plagas

Metabolitos secundarios extraídos de *Tithonia diversifolia* como hexanos, lactonas sesquiterpénicas y cumarinas, además de compuestos polifenólicos, fueron usados en tratamientos, en aspersión, para disuadir a la plaga *Bemisia tabacci*, esto puede ser por principios amargos presentes, redujeron el desarrollo y atracción del insecto así como su ovoposición (Bagnarello et al., 2009).

En una parcela de alta diversidad (cultivos de 10 o más especies en asociación), *Tithonia diversifolia* cumplía funciones de atracción y fuente de alimento para insectos, entre ellos; polinizadores, productores de miel y controladores biológicos. Estas funciones son vitales para la producción sin agroquímicos, pues permite que el sistema alcance un equilibrio entre poblaciones de insectos y otros artrópodos, para producir con un mínimo impacto ambiental (Ríos, 1997).

Efectos inhibidores acaricidas y de ovoposición de extractos de *Tithonia diversifolia* sobre *T. urticae* (araña roja) puede deberse principalmente a las tagitininas de lactonas sesquiterpenicas, cabe destacar que este grupo de metabolitos secundarios juega un papel importante en la defensa de la planta (Pavela et al., 2018).

Cerca viva y rompe vientos

En bosques de protección y conservación de fuentes hídricas en Colombia, se establece *Tithonia diversifolia* como cerca viva en reemplazo de cercas con alambre de púas, mientras que en fincas campesinas de igual forma se siembra *Tithonia diversifolia*, asociada

con otras especies forrajeras como *Trichanthera gigantea*, sembrando franjas de cada especie, también alrededor de parcelas de policultivo o en las cercas (Pérez et al., 2009).

Abono verde y mejorador de suelos

Como abono para producción de acelga, en cuatro tratamientos con compost e inclusiones de 20 a 33 y 50% de *Tithonia diversifolia*, realizados en Cauca, reportan a *Tithonia diversifolia* como fuente de alto contenido de N y P soluble y moderado contenido de lignina con alta biodegradabilidad, además tiene la capacidad de liberar nutrientes fácilmente lo cual la hace fuente ideal para producción de abonos orgánicos (Moriones & Montes, 2017).

La aplicación de dosis crecientes de biofertilizante bovino promueve la reducción inicial del pH del suelo no regado, pero este comportamiento se invierte a los 80 y 160 días después de la fertilización con abono (Reis et al., 2016). Algunos agricultores consideran las parcelas con *Tithonia diversifolia* como bancos de fertilizante. Al igual que esta especie es cosechada e incorporada como abono verde en campos de cultivo de arroz con inundación. Debido a su rápido crecimiento, eficiente depuración de nutrientes del suelo, abundante producción de hojas y rápida descomposición, esta especie parece acelerar el reciclaje de nutrientes y permite la rehabilitación del suelo en un período corto de barbecho (Gallego et al., 2017).

Por otro lado, en Costa Rica al evaluar especies identificadas por agricultores para la producción de fríjol bajo el sistema tapado, se encontró que éstas tenían altos contenidos foliares de fósforo, calcio y potasio. De las especies identificadas, se encontró que *Tithonia diversifolia* presenta los mayores contenidos de fósforo. Al comparar la producción de fríjol en barbechos mejorados con diferentes especies se obtuvieron los siguientes resultados: en barbecho natural, 628 kg/ha; en barbecho con *Tithonia diversifolia*, 749 kg/ha y mayor producción de biomasa y fósforo; barbecho con *mucuna*, se perdió por ataque de babosas y hormigas, barbecho con *canavalia*, 573 kg/ha (Arias et al., 2018). *Tithonia diversifolia* puede

estar jugando un papel muy importante en la depuración de nutrientes lábiles del suelo que de otra forma se perderían por lixiviación. En el caso del fósforo, la asociación con micorrizas puede estar cumpliendo un rol importante en su movilización (Herrera et al., 2017).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente trabajo debido a la emergencia sanitaria COVID-2019 y en cumplimiento a la cuarentena, se desarrolló en mi domicilio, ubicada en la parroquia Shell, cantón Mera, provincia de Pastaza-Ecuador, en las calles Av. 10 de noviembre y Luis Carrión.

3.2. Tipo de investigación

El diseño seleccionado en la investigación del proyecto es el exploratorio cualitativo – documental porque tiene la característica de examinar un problema de investigación poco estudiado del cual no se abordado con anterioridad y documental porque se centra en realizar estudios exploratorios analíticos, teóricos e históricos revisando datos secundarios (estadísticas, informes, expedientes, etc.).

3.3. Método de investigación

Se realizó un estudio bibliográfico detallado que incluyen artículos publicados preferentemente desde 2015 hasta 2020. La presente revisión bibliográfica se ejecutó mediante la utilización de plataformas de bases de datos electrónicas: Scielo, FAO, ResearchGate, INEC, ScienceDirect, tesis de pregrado y posgrado, artículos científicos, las cuales son fuentes confiables en donde se puede sustentar el trabajo investigativo recopilando información científica, de acuerdo al panorama y datos observados, se podrá ejecutar un análisis.

Realizando una selección metodológica de investigaciones actuales basadas en artículos científicos, libros, relacionadas al uso y al potencial de *Tithonia diversifolia* como especie de interés zootécnico como alternativa a la alimentación animal y una sistematización de la información clasificándola con respecto a la situación actual del conocimiento y de la producción animal en la Amazonía ecuatoriana con la perspectiva de investigaciones futuras.

CAPTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Contenido nutricional

Al tratarse de una investigación de recopilación bibliográfica, se ha procedido a organizar la información más relevante, cabe manifestar que es muy variada dada las diferentes condiciones climáticas a las cuales esté sometido el cultivo. El conocimiento de esta información es muy importante para determinar el consumo realizado por los animales y estimar el nivel de inclusión de en las dietas (Rodríguez, 2017).

Una característica de *Tithonia divesersifolia* es que consigue absorber fósforo del suelo como no lo hacen otras especies, puede deberse a la asociación con hongos micorrícicos y a la presencia de ácidos orgánicos en las raíces, además los hongos potencian el uso de fósforo y nitrógeno (Mejía et al., 2016).

En la tabla 17, se recopilan valores promedios de investigaciones relacionadas con la composición química de la *Tithonia diversifolia*, donde se registran niveles de proteína que van desde 11,7 al 27,5 % (Verdecia et al., 2011).

Teniendo en cuenta las referencias consultadas sobre el valor nutricional de la *Tithonia diversifolia* constituye un alimento potencial para ser utilizada como suplemento en la alimentación de rumiantes, dado por la factibilidad en la cinética de degradabilidad ruminal de los valores en la materia seca; Fibra Detergente Neuto (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA) (Valenciaga, López, Galindo, Ruiz y Monteagudo, 2018). Al respecto Cardona et al., (2017) en estudios in vitro de esta forrajera, le confieren disminución del metano (CH4) basados en la eficiencia de la digestibilidad y degradación ruminal de la MS.

Tabla 17. Recopilación de valores promedios, mínimos y máximos de la composición química de la Tithonia diversifolia reportados por diferentes autores.

Nutrientes	**%**	**Min***	**Max***	**Autor**
Materia seca	22,3	1,5	29,5	Ferreira, 2015
Proteína Cruda	24,13	11,7	27,5	Verdecia et al., 2011
Carbohidratos no estructurales	9,65-18,41	***	***	Medina et al., 2009; Puerto, 2012
Extracto Etéreo	3,25	1,9	5,2	Wambui et al., 2006
Fibra detergente neutra	44,7	33,3	55,9	Maurício et al., 2014
Fibra detergente ácida	36,4	24,1	47,6	Ferreira, 2015
Lignina detergente ácida	9,2	6,6	17,9	Heuzé et al., 2015
Cenizas	14,68	9,7	14,1	Ekeocha y Fakolade, 2012
Taninos condensados	1,04-1,42	***	***	Verdecia et al., 2011

Adaptado de (Mejía et al., 2016).

Desde el punto de vista de la composición química de la planta, se le puede considerar como un forraje alto en proteína promisorio para la alimentación de los grandes y pequeños rumiantes, ya que permite mejorar la flora ruminal fundamentalmente las bacterias celulolíticas y reducir la población de metanógenos y protozoos, responsables de la producción de emisiones de metano producto de la fermentación ruminal de los rumiantes. Al respecto refiere Galindo et al., (2019) las bacterias metanogénicas se redujeron en 1,64 y 2,7 veces con el 10 y 20 % de inclusión de *Tithonia diversifolia* respectivamente, con efectos beneficiosos en la ecología microbiana ruminal.

En investigaciones realizadas por Congo (2020) en degradabilidad y mitigación de gases de efecto invernadero entérico de la *Tithonia diversifolia* como forrajes arbórea *in vitro* en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), registró mayor digestibilidad de MS (642.5 g/kg), que otros autores, atribuyendo la eficiencia de la digestión a los bajos niveles de FDN menor del 40% (celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice) y FDA menor a 30% (celulosa, lignina) a los 60 días, en trabajos realizados por Widiawati et al. (2018) afirman que para una mejor ingesta de materia orgánica digestible, se convierte posteriormente en mayor utilización de los aminoácidos presentes en el forraje.

Por otro lado, los taninos condensados presente en la *Tithonia diversifolia*, presentado en la tabla anterior es uno de los aspectos que se discuten en la literatura como beneficiosos como expresa Rivera et al. (2018) referente a la mitigación de GEI encontrada en *Tithonia diversifolia* se debe a la presencia de compuestos fitoquímicos como taninos, flavonoides, aceites esenciales y saponinas capaces de modular la dinámica de degradación y fermentación en el rumen.

Sustentado en lo anterior, la *Tithonia diversifolia* está compuesto por varios derivados avonoides, fenilpropanoides y lactonas sesquiterpénicas, metabolitos secundarios que presentan toxicidad crónica debido a su capacidad de inhibir la ingesta de alimentos, el crecimiento de estadios juveniles o que causan diversos trastornos del comportamiento productivo, también se encuentran compuestos de ácidos cafeoilquínicos que de igual manera inhiben el desarrollo o crecimiento (Pavela et al., 2018).

En la tabla 18, se observa que los niveles de proteína oscilan entre 12,91 y 27,48 % para el estado vegetativo de la prefloración, que coincide con el momento óptimo de utilización de los pastos. Especies de plantas no leguminosas, como la *Tithonia diversifolia*, acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas además de que presentan altos contenido de fósforo (Pérez et al., 2009). Por otro lado, según Castillo et al. (2016), al realizar el análisis bromatológicos de *Tithonia diversifolia*, después de un corte de uniformización a nivel del suelo, se determinaron los siguientes estados vegetativos de la planta:

- Prefloración (30 a 50 días).
- Floración media (60 días).
- Floración completa (74 días).
- Pasada la floración (89 días).

Tabla 18. Contenido nutricional de la Tithonia diversifolia, a diferentes estados vegetativos.

ESTADO VEGETATIVO					
Nutrientes	**Prefloración %**	**Floración media %**	**Floración completa %**	**Postfloración %**	**AUTORES**
Materia seca	17.22	17.25	17.75	23.25	(Castillo et al., 2016)
	10,65	11,82	-	-	(Lezcano et al., 2012)
	17,2	17,2	17,7	23,2	(Pérez et al., 2009)
Proteína cruda	11,57	-	-		(Canul et al., 2018)
	27.48	22.0	20.2	14.84	(Castillo et al., 2016)
	22,17	21,93	-	-	(Lezcano et al., 2012)
	12,91	-	-	-	(Cerdas, 2018)
	27,4	22	20,2	14,8	(Pérez et al., 2009)
	20,19	-	-	-	(Canul et al., 2018)
Extracto etéreo	2,27	2,39	2,26	2,43	(Castillo et al., 2016)
	2,2	2,3	2,2	2,4	(Pérez et al., 2009)
Fibra bruta	3,99	4,37	-	-	(Lezcano et al., 2012)
Ceniza	12,66	13,32	-	-	
Calcio	2,04	1,99	-	-	
	0,79	-	-	-	(Canul et al., 2018)
Fósforo	0,21	-	-	-	
Magnesio	0,065	0,066	-	-	(Lezcano et al., 2012)
Alanina	6,1	-	-	-	(Mejía et al., 2016)
Arginina	6,2	-	-	-	
Ácido aspártico	13,3	-	-	-	
Cistina	1	-	-	-	
Ácido glutámico	12,2	-	-	-	

La gran aceptabilidad de *Tithonia diversifolia* por parte de especies de animales, es gracias a su alto grado de proteína, aminoácidos esenciales, contenido de fibra y factores antinutricionales que permiten una alternativa a la dieta (Mejía et al., 2016).

Como se puede identificar los autores comparten resultados similares con respecto a la calidad y cantidad de nutrientes dependiendo de la etapa de desarrollo, determinando que la mayor cantidad de nutrientes presentes en la planta es en la época de desarrollo hasta justo antes de empezar la prefloración y floración ya que a esta edad los nutrientes disminuyen. Lo que coincide con los resultados de Pérez et al., (2009) y Castillo et al., (2016) que coinciden que la mejor calidad y cantidad de nutrientes están presentes en la etapa de desarrollo, ya que al momento de empezar la etapa de floración estos nutrientes se reducen perdiendo la calidad

para usarlo como alimento en la producción animal.

4.2. Producción de biomasa de la *Tithonia diversifolia*

Estas especies invasivas como *Tithonia diversifolia* se han considerado como malezas y especies no deseables sin embargo hoy se constituye como un forraje. La producción de biomasa puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo (Cerdas, 2018). A continuación, se muestra diferentes resultados obtenidos en varias investigaciones referentes a la producción de biomasa.

La producción de biomasa presentó aumentos, pasando por producciones en plantas sin fertilización a tratamientos con diferentes grados de fertilización a base de urea, con muestras tomadas a los 50 días, según un ensayo realizado en el trópico alto colombiano, se estimó la producción de biomasa de 22,23 t*ha/año de materia seca como se muestra en la Tabla 19 (Botero et al., 2019).

Tabla 19. Producción de biomasa de la Tithonia diversifolia a diferentes edades de corte y niveles de fertilización.

Condiciones	(g planta/corte)		(t* ha/año)		AUTOR
	Biomasa MF	Biomasa MS	Biomasa MF	Biomasa MS	
T1 50 días corte	425,7	79,9	31,075	5,83	(Botero et al., 2019)
T2 50 días corte	774,5	135,7	56,538	9,91	
T3 50 días corte	1004,5	169,1	73,326	12,35	
T4 50 días corte	1307,1	205,9	95,416	15,03	
T5 50 días corte	1732,6	268,6	126,481	19,61	
T6 50 días corte	2019,3	304,5	147,408	22,23	
100 kg de N/año	-	-	14,125	3,483	(Cerdas, 2018)
200 kg de N/año	-	-	20,709	5,482	
300 kg de N/año	-	-	22,458	5,917	
400 kg de N/año	-	-	23	6,297	
corte 60 días/ 20cm	-	-	-	15	(Guatusmal et al., 2020)
corte 60 días/ 20cm	-	-	-	11,7	
corte 80 días/ 50cm	-	-	-	34,8	
corte 80 días/ 50cm	-	-	-	35,5	

Adaptado de: (Botero et al., 2019), (Cerdas, 2018), (Guatusmal et al., 2020).

Otra investigación, utilizó diferentes días de corte (60 y 80 días), y con alturas de planta de 20 y 50 cm. La producción de biomasa, registró mejor calidad nutricional a los 60 días de corte, aunque la mayor producción de biomasa se obtuvo a los 80 días de corte 35,5 t*ha/año de materia seca, estos factores nos señalan que a mayor edad mayor rendimiento forrajero, tal y como se muestra en la Tabla 19 (Guatusmal et al., 2020).

Finalmente, en la investigación donde utilizaron el más alto nivel de fertilización nitrogenada (400), determinó la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* en 6,297 t*ha/año de materia seca, siendo el menor valor de todos los datos registrados por investigaciones similares (Cerdas, 2018).

Como resultado final se muestra en la tabla 20 las inclusiones que producen los mejores parámetros productivos, según los autores y sus investigaciones consultadas para este proyecto

Tabla 20. Porcentajes óptimos de inclusión de T. diversifolia en especies animales de interés zootécnico

Especies	**Porcentaje de *T. diversifolia* en la dieta, %**					
	10	**15**	**20**	**25**	**50**	**100**
Bovinos	+	+	+	+	+	-
Ovinos	+	+	+	+	+	+
Cerdos	+	+	+	-	-	-
Conejos	+	+	-	-	-	-
Cuyes	+	+	+	-	-	-
Gallinas, pollos	+	-	-	-	-	-
Cachamas	+	-	-	-	-	-

Nota. (+): aceptable; (-): no aceptable. Adaptado de: (González, Hahn von, & Narváez 2014), (Montero et al., 2019), (Meza et al., 2014), (Chávez, 2012), (Vega et al., 2019), (Cano & Valencia, 2018), (Sánchez et al., 2018), (Rogerio et al., 2017), (Argüello et al., 2020), (Cardona et al., 2016).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La gran capacidad para generar biomasa, según las densidades de siembra son rentables en la Amazonía ecuatoriana, ya que se desarrolla fácilmente, además de ser una planta que regenera los suelo liberando cantidades de nitrógeno, fosforo, calcio y potasio, lo que puede contribuir como una alternativa de alimento animal que reduzcan la frontera agrícola.

- A partir de la revisión bibliográfica analizada, se demuestra el potencial nutricional de *Tithonia diversifolia* como especie forrajera de interés zootécnico para la región amazónica ecuatoriana, por sus altos niveles proteicos, bajos niveles de FDN y FDA que la hacen eficiente en la digestión y degradabilidad de la materia seca, capaz de cubrir los requerimientos de los monogástricos y rumiantes.

- Los altos contenidos de proteína, carbohidratos no estructurales, energía metabolizable presentes en *Tithonia diversifolia* son aprovechados para la inclusión en dietas de animales rumiantes hasta el 50%, monogástricos entre 15-20%, y en pollos y cachamas entre 5–10%, con coeficientes de digestibilidad entre 60 a 80%, con aumentos en las ganancias de pesos, eficientes conversiones y producciones de leche, carne y huevo

5.2. RECOMENDACIONES

La *Tithonia diversoflia* como alimento potencial para producción animal en el trópico, necesita mayor investigación acorde a las condiciones climáticas y altitudinales de la Región Amazónica del Ecuador, y una vez obtenida la información, socializar los resultados con los productores y ganaderos como un aporte forrajero en beneficio a los sistemas de crianza animal del Ecuador.

Incluir esta planta forrajera para reducir gastos y la expansión agrícola, así como también para regenerar los suelos erosionados, según las investigaciones y ensayos reproducidos en varias partes del mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argüello, J., Mahecha, L., & Angulo, J. (2020). Desarrollo de novillas BON x Cebú en un silvopastoril de *Tithonia diversifolia*, en Antioquia, Colombia. *Biotecnoloía En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *18*(2), 48. https://doi.org/10.18684/bsaa(18)48-59

Arias, L. M., Alpízar, A., Castillo, M. Á., Camacho, I., Arronis, V., & Enrique, J. (2018). Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey. *Pastos y Forrajes*, *41*(4), 266–272. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/pyf05418.pdf

Bagnarello, G., Hilje, L., Bagnarello, V., Cartín, V., & Marco, C. (2009). Actividad fagodisuasiva de las plantas *Tithonia diversifolia* y *Montanoa hibiscifolia* (*Asteraceae*) sobre adultos del insecto plaga Bemisia tabaci (*Homoptera: Aleyrodidae*). *Revista de Biología Tropical*, *57*(4), 1201–1215. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442009000400023&script=sci_arttext.

Bravo, C., Alemán, P, R., Marín, H., Chimborazo, C., & Navarrete, H. (2018). Potencial de sustentabilidad en agroecosistemas ganaderos de la región amazónica ecuatoriana. Cadernos de Agroecologia, 13(1).

Botero, J. M., Gómez, A., & Botero, M. A. (2019). Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la *Tithonia diversifolia* con base en diferentes niveles de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *10*(3), 789–800. https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4667

Buragohain, R. (2016). Rendimiento del crecimiento, utilización de nutrientes y eficiencia alimenticia en pollos de engorde alimentados con harina de hojas de *Tithonia diversifolia* como sustituto de los ingredientes convencionales del alimento en Mizoram. *Veterinary World*, *9*(5), 444–449. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4893713/

Cano, N. E., & Valencia, F. L. (2018). Matarratón (Gliricidia sepium), Botón de oro (*Tithonia*

diversifolia) y Morera (*Morus alba*) tres especies forrajeras usadas como alternativa en la alimentación de conejos: revisión sistémica y metanálisis. *Documentos de Trabajo ECAPMA*, *0*(1), 1–9. https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2779

Canul, J. R., Castillo, L. E., Escobedo, J. G., López, M. A., & Lara, P. E. (2018). Rendimiento y calidad forrajera de *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cynodon nlemfuensis* en monocultivo y sistema agroforestal. *Agrociencia*, *52*, 853–862. http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n6/2521-9766-agro-52-06-853.pdf

Cardona, J. L., Mahecha, L., & Angulo, J. (2016). Arbustivas forrajeras y ácidos grasos: estrategias para disminuir la producción de metano entérico en bovinos. *Agronomía Mesoamericana*, *28*(1), 273–288. https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21466

Cardona, J. L., Mahecha, L., & Angulo, J. (2017). Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, Cenchrus clandestinum y grasas poliinsaturadas. *Agronomía Mesoamericana*, *28*(2), 405–426. https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.25697

Castañeda, R., Piñeros, R., & Vélez, A. (2018). Follaje de especies arboreales tropicales en ovinos alimentadores (*Ovis aries*): admisión, digestibilidad y equilibrio de nitrógeno. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.U. de Caldas*, *22*(1), 58–68. https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.4

Castaño, G., & Cardona, J. (2015). Engorde de conejos alimentados con *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea* y *Arachis pintoi*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *18*(1), 147–154. http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n1/v18n1a17.pdf

Castillo, R., 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), 89–93. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n2/pyf02216.pdf

Cerdas, R. (2018). Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes*, *19*(39), 170–187. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes

Chávez, S. (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 (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, *ESPOCH*, Ecuador. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2946.

Congo, C.D. 2020. Degradabilidad ruminal y mitigación de gases de efecto invernadero entérico de forrajes arbóreos en condiciones de la amazonia ecuatoriana (Tesis de Maestría en Agronomía), Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador, 53pp.

Fasuyi, A., & Ibitayo, F. (2011). Equilibrio de nitrógeno y características morfométricas del empotrado los cerdos alimentaron niveles clasificados de girasol salvaje (*Titonia diversifolia*) harina de hoja. *AJFAND*, *11*(5), 5125–5141. https://www.ajol.info/index.php/ajfand/article/view/70441.

Galindo Blanco, J. L., La O León, O., Ruiz Vázquez, T., González Vásquez, A., y Narváez Campana, W. (2019). Efecto de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) gray en la población de metanógenos y protozoos del rumen. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166, 2(3), 01-10. Recuperado de http://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/98

Gallego, L. A., Mahecha, L., & Angulo, J. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia Hemsl* . A Gray. *Agronomia Mesoamericana*, *25*(2), 393–403. https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a17v25n2.pdf

Gallego, L. A., Mahecha, L., & Angulo, J. (2017). Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia Hemsl*. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana*, *28*(1), 213–222. https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21671

Gómez, A., Del Sol, G., Sanginés, L., Loya, L., Benítez, A., & Hernández, A. (2017). Rendimiento en canal de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp*. *Abanico Veterinario*, *7*(2), 34–42. http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.72.3

González, J. C., Hahn von, C. M., & Narváez, W. (2014). Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. *Boletin Cientifico Del Centro de Museos*, *18*(2), 45–58. http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v18n2/v18n2a04.pdf

Guaicha, M. A., Fiallos, M. B., Jiménez, S., & Usca, J. E. (2017). Evaluación de diez pastos introducidos en la amazonía ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el Centro de Investigación CIPCA. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 1–14. http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/pastos-amazonia-ecuador.html%0aresumen.

Guatusmal, C., Escobar, L., Meneses, D., Cardona, J. L., & Castro, E. (2020). Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. *Agronomy Mesoamerican*, *31*(1), 193–208. https://doi.org/10.15517/AM.V31I1.36677

Gutierrez, L., & Hurtado, V. (2019). Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. *Orinoquia*, *23*(2), 56–62. https://doi.org/10.22579/20112629.569

Herrera, R. S., Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., García, M., & Cruz, A. (2017). Relation between some climatic factors and the chemical composition of *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, *51*(2), 271–279. http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v51n2/cjas13217.pdf.

Kassa, H., Dondeyne, S., Poesen, J., Frankl, A., Nyssen, J. (2017). Impact of deforestation on soil fertility, soil carbon and nitrogen stocks: the case of the Gacheb catchment in the White Nile Basin, Ethiopia. Agriculture, Ecosystems & Environment 247, 273282.

Lezcano, Y., Soca, M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I. L., Santana, H., Martínez, J., & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, *35*(3), 275–282. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n3/pyf03312.pdf

Londoño, J., Mahecha, L., & Angulo, J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, *11*(1), 1–14. https://doi.org/10.24188

Macancela, W., Soca, M., & Sánchez, T. (2019). Indicadores productivos en *Cavia porcellus*, alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro ecuatoriano. *Pastos y Forrajes*, *42*(4), 262–267. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v42n4/2078-8452-pyf-42-04-262.pdf

MAG, & SICA. (2013). Resultados nacionales sobre el III censo nacional agropecuario de la república del Ecuador. *Censo Nacional Agropecuario*, *1*, 57. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf

Mahecha, L., Angulo, J., & Barragán, W. Á. (2017). Calidad nutricional, dinámica fermentativa y producción de metano de arreglos silvopastoriles. *Agronomía Mesoamericana*, *28*(2), 371. https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.22750

Martínez, B., Carranco, M., Ramírez, V., Ávila, E., & Sanginés, L. (2019). Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras. *Abanico Veterinario*, *9*(1), 1–12. https://doi.org/10.21929/abavet2019.911

MCPEC. (2011). *Agenda de Transformación Productiva*. http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Agenda_Productiva[1].pdf

Mejía, E., Mahecha, L., & Angulo, J. (2016). *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía Mesoamericana*, *28*(1), 289–302. https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22673

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 Forrajes Arbóreos y Arbustivos Tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia* e

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. http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46874

Montejo, I., Lamela, L., & López, O. (2018). Deshidratación del follaje , al sol y a la sombra , de tres plantas forrajeras proteicas. *Pastos y Forrajes*, *41*(1), 21–29. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n1/pyf03118.pdf

Montero, J., Macas, K., Gonzáles, K., & Mendoza, C. (2019). Evaluación del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la alimentación de cuyes. *IDESIA*, *37*(4), 5–9. https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v37n4/0718-3429-idesia-37-04-5.pdf

Moreno, L. (2014). *Valoración nutritiva de cinco especies forrajeras nativas en la Amazonía ecuatoriana* (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3772/1/17T1240.pdf

Moriones, M., & Montes, C. (2017). Aporte de *Tithonia diversifolia* en abonos orgánicos: efecto en producción y suelo en Cauca, Colombia. *Biotecnoloía En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *15*(2), 101–111. https://doi.org/10.18684/bsaa(15)101-111.

Noguchi, K. (2020). Participacion de la alelopatía en el potencial invasivo de *Tithonia diversifolia*. *Plants*.

Ortiz, A., Morales, K., Vásquez, W., & Gutiérrez, M. (2014). Digestibilidade aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* e *Cratylia argentea* em Piaractus brachypomus, Cuvier 1818. *Orinoquia*, *18*(2), 214–219. http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v18s1/v18s1a08.pdf

Oyeniyi, T., & Olayemi, O. (2016). Efectos alelopáticos de los extractos de *Tithonia diversifolia* sobre los parametros bioquímicos y el crecimiento de Vigna unguiculata. ResearchGate.https://www.researchgate.net/publication/311808036_Allelopathic_Effects_of_Tithonia_diversifolia_Extracts_on_Biochemical_Parameters_and_Growth_of_Vig

na_unguiculata

Pavela, R., Dall'Acqua, S., Sut, S., Baldan, V., Ngahang Kamte, S. L., Biapa Nya, P. C., Cappellacci, L., Petrelli, R., Nicoletti, M., Canale, A., Maggi, F., & Benelli, G. (2018). Actividad inhibitoria de la oviposición del sol mexicano fl ower *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) extractos polares contra la araña roja de dos manchas Tetranychus urticae (Tetranychidae). *Physiological and Molecular Plant Pathology*, *101*, 85–92. https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2016.11.002

Pérez, A., Montejo, I., Iglesias, J., López, O., Martin, G., García, D., Milian, I., & Hernandez, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A . Gray. *Pastos y Forrajes*, *32*(1), 1–15. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n1/pyf01109.pdf

Puerta, L. F., García, J. J., Parra, J., & Pardo, S. (2017). Coeficientes de digestibilidad aparente de *Thitonia diversifolia* y *Cratylia argentea* en Cachama blanca y efectos sobre las vellosidades intestinales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *20*(2), 375–383. https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.395

Reis, M. M., Santos, L., Pegoraro, R., Colen, F., Rocha, L., & Ferreira, G. (2016). Nutrición de Tithonia diversifolia y atributos del suelo fertilizado con biofertilizante en sistema de riego Nutrición Tithonia diversifolia y atributos de suelo fertilizado con biofertilizante en un si. *Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental*, *20*(11), 1008–1013. https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p1008-1013

Ríos, C. (1997). Tithonia diversifolia (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. *Agroforestería Para La Producción Animal En Latinoamérica*, *3*(66), 217–230. http://www.fao.org/ag/aGa/agap/FRG/AGROFOR1/Rios14.PDF

Roa, L., & Galeano, J. R. (2018). Calidad nutricional y digestibilidad in situ de ensilajes de cuatro leñosas forrajeras. *Pastos y Forrajes*, *38*(4), 431–440. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n4/pyf07415.pdf

Rodríguez, I. (2017). Potencialidades de Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development*, *29*(4), 1–25. https://www.researchgate.net/publication/315720060%0APotencialidades

Rogerio, M., Calsavara, L., Ribeiro, R., Pereira, L., Freitas, D., Paciullo, D., Barahona, R., Rivera, J. E., & Murgueitio, E. (2017). Alimentar a los rumiantes con Tithonia Diversifolia como forraje. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, *5*(3), 117–120. https://doi.org/10.15406 / jdvar.2017.05.00146

Romero, O., Galindo, A., Murgueitio, E., & Calle, Z. (2014). Primeras experiencias en la propagación del botón de oro (Tithonia diversifolia, Hemsl. Gray) a partir de semillas para la siembra de sistemas silvopastoriles intensivos en Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *17*(3), 525–528. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93935728011

Sanabria, E., & Avila, I. (2015). Producción de follaje de la especie botón de oro (*Tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal. In *Ekp* (Vol. 13, Issue 3). https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3713/86047820.pdf;jsessionid=B1CEBF09A2731ECA9514A763468607F9.jvm1?sequence=1

Sánchez, A., Torres, E., Buste, F., Sánchez, J., & Barrera, A. (2018). Forrajes tropicales como alternativa dietética en conejos de engorde (Oryctolagus cuniculus L .). *Acta Agronómica*, *67*(2), 333–338. https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.59220.

Valenciaga, D., López, J. R., Galindo, J., Ruiz, T., y Monteagudo, F. (2018). Cinética de degradación ruminal de materiales vegetales de Tithonia diversifolia recolectados en la región oriental de Cuba. Livestock Research for Rural Development, 30(11).

Vega, E., Sanginés, L., Gómez, A., Hernández, A., Solano, L., Escalera, F., & Loya, J. (2019). Reemplazo de alfalfa con Tithonia diversifolia en corderos alimentados con ensilado de caña de azúcar y pulidura de arroz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *10*(2), 267–282. https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4455%0D

Verdecia, D. M., Herrera, R. S., Ramírez, J. L., Bodas, R., Leonard, I., Giráldez, F. J., 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*, *52*(4), 457–471. http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v52n4/2079-3480-cjas-52-04-457.pdf.

Widiawati, Y., Winugroho, M., & Teleni, E. (2018). Amino Acids Metabolism in the Muscle of Sheep fed with Mitchell Grass Hay Supplemented with *Gliricidia sepium*. Atom Indonesia, 44(2), 75-80. https://doi.org/10.17146/aij.2018.528.

Zapata, Á., & Vargas, J. (2014). Botón de oro: Manual para su establecimiento y manejo en sistemas ganaderos. *ResearchGate*, *1 ed.*(April 2016). https://www.researchgate.net/publication/300114148