



## Desempeño agronómico y valor nutricional en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray bajo un sistema de corte

### Agronomic performance and nutritional value of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray under cutting system

María Gabriela Cabanilla-Campos<sup>1,4</sup>, Carlos Javier Meza-Bone<sup>1</sup>, Juan Humberto Avellaneda-Cevallos<sup>1</sup>, Melanie Thais Meza-Castro<sup>1</sup>, Walter Vivas-Arturo<sup>3</sup>, Gary Alex Meza-Bone<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Campus Finca Experimental "La María". CP. 121250 Km. 7 ½ vía al El Empalme. Cantón Mocache. Los Ríos. Ecuador.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico Superior Ciudad de Valencia. Campus Extensión de la Universidad de Babahoyo El Pital 1. Km. 3 ½ vía a Valencia. Cantón Quevedo. Los Ríos. Ecuador.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Zootécnica. Universidad Técnica de Manabí. Chone, Manabí, Ecuador.

<sup>4</sup>Programa de Posgraduación en Zootecnia, Maestría en Producción Ganadería Sostenible, Universidad Técnica de Manabí. Chone, Manabí, Ecuador.

\*Correspondencia: [gmeza@uteq.edu.ec](mailto:gmeza@uteq.edu.ec)

Rec.: 10.02.2021 Acept.: 01.06.2021

Publicado el 30 de junio de 2021

#### Resumen

Se evaluaron las características morfoagronómica, rendimiento de producción, composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* aparente de cuatro edades de corte en *Tithonia diversifolia* durante la época seca. Se utilizó un diseño de completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento: T1: *Tithonia diversifolia* 30 días de corte; T2: *Tithonia diversifolia* 45 días de corte; T3: *Tithonia diversifolia* 60 días de corte y T4: *Tithonia diversifolia* 75 días de corte. Las mejores alturas de plantas, relación hoja/tallo #, peso de hoja por planta, peso de tallo por planta, peso de hoja, peso de tallo, tasa absoluta de crecimiento, biomasa por planta y la producción, fueron a los días 75 (1.71 m; 13.24 #; 99.00 g/MS; 217.92 g/MS; 0.61 g MS; 15.94 g MS; 7.46 g MS/día; 316.92 g MS/planta y 5.62 t MS/ha, respectivamente) y la relación hoja/tallo g a los días 30 (1.65 g/MS). La mejor materia seca y materia orgánica fue a los días 75 (21.80 y 84.85%, respectivamente). Así mismo, la proteína cruda a los días 30 y 45 (24.68 y 22.60%, respectivamente). La fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, no registraron diferencias entre tratamientos ( $P>0.05$ ). La digestibilidad de la materia seca y materia orgánica no presentaron diferencias entre tratamientos ( $P>0.05$ ). Las mejores digestibilidades de la fibra detergente neutra y fibra detergente ácida fue a los días 30 y 75 (62.15 y 61.90; 61.18 y 59.70%, respectivamente). Se concluye que el forraje de *Tithonia diversifolia* puede considerarse una fuente alternativa alimenticia para la alimentación animal.

**Palabras clave:** composición bromatológica, digestibilidad, edades, forraje, herbácea.

#### Abstract

The morphoagronomic characteristics along with production yield, bromatological composition and the apparent *in vitro* digestibility of four cutting ages in *Tithonia diversifolia* during the dry season were evaluated. A Block Design was used, entirely at random, with four treatments and four repetitions per treatment: T1: *Tithonia diversifolia* 30 days of cutting; T2: *Tithonia diversifolia* 45 days of cutting; T3: *Tithonia diversifolia* 60 days of cutting y T4: *Tithonia diversifolia* 75 days of cutting. The best morphoagronomic characteristics (plant heights, leaf/stem ratio #, leaf weight per plant, stem weight per plant, leaf weight, stem weight, absolute growth rate, biomass per plant and production) were found at 75 days of cutting (1.71 m; 13.24 #; 99.00 g/MS; 217.92 g/MS; 0.61 g MS; 15.94 g MS; 7.46 g MS/day; 316.92 g MS/plant and 5.62 t DM/ha, respectively) and the best leaf/stem ratio was found at 30 days of cutting (1.65 g/MS). The dry and organic matter shown their higher rates at 75 days of cutting (21.80 and 84.85%, respectively) whilst crude protein reached it at 30 and 45 days of cutting (24.68 and 22.60%, respectively). Neutral acid detergent fiber ( $P>0.05$ ). Dry and organic matter digestibility ( $P>0.05$ ). The best digestibilities for neutral detergent fiber and acid detergent fiber were found at 30 and 75 days of cutting (62.15 and 61.90; 61.18 and 59.70%, respectively). This results propose *Tithonia diversifolia* to be considered an alternative food source for animal feed.

**Keywords:** bromatological composition, digestibility, ages, forage, herbaceous.

## Introducción

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que poseen bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de carbohidratos estructurales, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional 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). Sin embargo, la producción animal se ve afectada por los forrajes de baja calidad y por ende menor consumo por los animales (Holguín *et al.*, 2018; Barros *et al.*, 2017).

Las leguminosas forrajeras tropicales podrían ser alternativas de solución a esos problemas, ya que presentan alta calidad nutritiva y también pueden fijar N al suelo que, con el tiempo, se vuelve disponible a las gramíneas asociadas, incrementando entonces la producción de las pasturas (Castillo *et al.*, 2013). Una opción para mejorar la producción de leche o carne en áreas tropicales y subtropicales es la utilización de plantas arbustivas que son de fácil establecimiento, requieren de pocos insumos, tienen un alto potencial nutritivo y características agronómicas se consolida como una opción ideal para la alimentación animal (Galindo *et al.*, 2005).

Existen evidencias que especies de plantas no leguminosas como *Tithonia diversifolia* acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, tiene altos tenores de fósforo, gran volumen radicular, habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, puede soportar la poda a nivel del suelo, tiene rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Ruíz *et al.*, 2014). El follaje presenta adecuado valor nutricional (La O, 2012), con contenidos de proteína de 14.00-36.60% y elevado contenido en minerales y los animales consumen la planta completa, preferentemente las hojas y flores.

En este contexto, el follaje de *Tithonia diversifolia* representa una posible alternativa interesante para los pequeños y medianos productores debido a que su follaje presenta mayores contenidos nutricionales que la mayoría de las gramíneas que son comúnmente usadas en la alimentación de rumiantes (Narváez y Lascano, 2004). El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la edad de corte durante la época seca sobre las características morfoagronómica, rendimientos de producción, composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* de la *Tithonia diversifolia*.

## Materiales y métodos

### Localización y duración del experimento

El trabajo experimental se realizó en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en la Provincia de los Ríos, del Cantón Mocache, ubicado en el km 7 de la vía Quevedo-El Empalme, en una zona clasificada como bosque húmedo tropical (Bh-T), a una altura de 73 msnm, temperatura promedio de 23.50 °C, precipitación 1600.20 mm/año, una humedad relativa del 83.04% y una topografía plana, de la estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (INIAP, 2019).

### Establecimiento y manejo de las parcelas

Se estudió la *Tithonia diversifolia* a cuatro edades de corte 30, 45, 60 y 75 días durante la época seca. Previo al establecimiento se realizó un análisis de suelo teniendo como resultado un suelo Andisol cuyas características son pH 5.50%; materia orgánica (MO) 20.00%; nitrógeno (N) 26.00%; fósforo (P) 5.00 ppm; potasio (K) 0.27 meq 100/ml; calcio (Ca) 8 meq 100/ml; magnesio (Mg) 1.40 meq 100/ml, con los siguientes componentes de textura: arena, arcilla y limo de 30.00 37.00 y 33.00%, respectivamente (INIAP, 2019). En la figura 1 se muestra la precipitación (mm) y las temperaturas máximas y mínimas (°C) para el periodo experimental.

Para las características morfoagronómica y rendimientos de producción de *Tithonia diversifolia*, fue de la colección del programa de Pastos y Forrajes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. La misma fue establecida en enero del 2019. La siembra se realizó por estaca con 7 yemas a una profundidad a 30 cm (siembra directa). El área experimental tuvo una superficie de 324 m<sup>2</sup>, cada parcela estuvo constituida de tres metros de largo y 3 metros de ancho (9m<sup>2</sup>) a una distancia de siembra de 0.75 x 0.75 m entre plantas, y con una separación de metro y medio entre parcelas. Cada parcela estuvo constituida por 25 plantas, de las cuales se tomaron los registros a las 9 plantas centrales como parcelas útiles. El terreno no se regó ni se fertilizó durante el experimento en la época seca.

A los 8 meses de edad, se hizo un corte de uniformidad a todas las plantas a 0.50 m (Toledo y Schultze, 1982); en adelante se realizaron cortes cada 30, 45, 60 y 75 días, para proceder a evaluar las características morfoagronómica y rendimientos de producción.

Los análisis bromatológicos se hicieron a partir del material recolectado del ensayo de los rendimientos de producción de planta completa (integral). Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60 °C y se

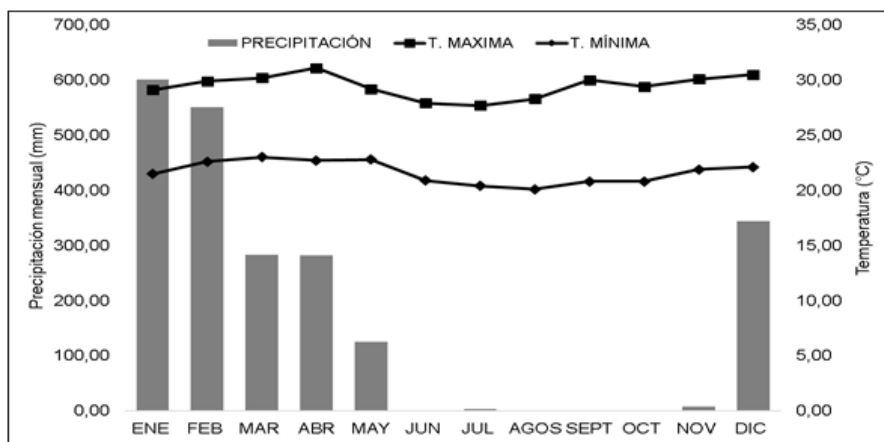


Figura 1. Precipitación (mm) y temperaturas máximas y mínimas (°C) para el periodo experimental (agosto – octubre). Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (INIAP), 2019.

molió 1 mm en un molino a martillo (THOMAS-Wiley, USA, Model 4.). Posteriormente cada tratamiento con sus respectivas repeticiones se procedió a realizar la digestibilidad in vitro aparente.

#### VARIABLES EVALUADAS

**Características morfoagronómica:** altura de planta (AP) (m), se determinó por (Holguín *et al.*, 2018). Número de tallos por planta (NTP), número de hojas por planta (NHP) y Relación hoja/tallo (RHT#), se estableció por (Navarro *et al.*, 2012).

**Rendimientos de producción:** peso de hoja por planta (PHP) (g/MS), peso de tallos por planta (PTP) (g/MS), relación hoja/tallo (RHT) (g/MS), peso de hoja (PH) (g/MS), peso de tallo (PT) (g/MS) y tasa absoluta de crecimiento (TAC) (g MS/día) se lo determino por (Navarro *et al.*, 2012). Biomasa en materia seca (BMS) (g MS/planta), se determinó según (AOAC, 2007) y la producción (Prod) (t MS/ha), lo descrito por (Holguín *et al.*, 2018).

**Composición bromatológica:** La materia seca (MS) y ceniza, determinaron según la Asociación de Official Analytical Chemists, descrita por la (AOAC, 2007). La proteína cruda (PC) se determinó como % N x 6.25, según Kjeldahl, descrita por la (AOAC, 2007). Las fracciones de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida (FDN y FDA) se analizaron con base en la metodología descrita por Van Soest (1991), y de acuerdo a las modificaciones para el uso de bolsas filtrantes (F-57 ANKOM® Technology) y a los procedimientos para el uso del analizador semiautomático de fibras (ANKOM® Fiber Analyzer A200, ANKOM Technology), señaladas en los métodos

6 y 5 para FDN y FDA, respectivamente, descritos por ANKOM® (2010).

**Digestibilidad in vitro:** La digestibilidad in vitro aparente de la materia seca (DIVAMS), digestibilidad in vitro aparente de la materia orgánica (DIVAMO), digestibilidad in vitro aparente de la fibra detergente neutra (DIVAFDN) y digestibilidad in vitro aparente de la fibra detergente ácida (DIVAFDA), se determinó utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963), mezclando la saliva de Menke y Steingass (1988) que involucro un periodo de incubación de 48 h con microorganismos del rumen en un medio buffer. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2010), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm.

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación de las características morfoagronómica, rendimientos de producción, composición bromatológica y digestibilidad in vitro aparente fueron analizadas como un diseño completo al azar (DCA). Los tratamientos fueron T1: *Tithonia diversifolia* cosechado a los 30 días; T2: *Tithonia diversifolia* cosechado a los 45 días; T3: *Tithonia diversifolia* cosechado a los 60 días y T4: *Tithonia diversifolia* cosechado a los 75 días, con cuatro repeticiones. Todas las variables fueron analizadas según el diseño empleado utilizando PROC GLM del SAS (2011) y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## Resultados

Las características morfoagronómica y rendimientos de producción se observaron diferencias entre las medias de los tratamientos ( $P<0.05$ ) (Cuadro 1), para AP, RHT#, PHP, PTP, PH, PT, TAC, biomasa y la producción, la reportó la edad de corte a los días 75 (1.71 m; 13.24 #; 99.00 g MS/planta; 217.92 g MS/planta; 0.61 g MS; 15.94 g MS; 7.46 g MS/día; 316.92 g MS/planta y 5.62 t MS/ha, respectivamente). La mejor relación RHT se evidenció a la edad de corte a los días 30 (1.65 g). Sin embargo, el NHP y NTP no se observó diferencias significativas ( $P>0.05$ ).

La mayor MS y MO la reportó la edad de corte a los días 75 (21.80 y 84.85%, respectivamente) ( $P<0.05$ ) (Cuadro 2). Así mismo, la mayor PC muestra diferencias ( $P<0.05$ ) la reportaron las edades 30 y 45 días (24.68 y 22.60%, respectivamente). Sin embargo, FDN y la FDA no se observó diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre las edades de corte.

La DIVAMS y DIVAMO no se observó diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) entre las edades de corte (Cuadro 3). Sin embargo, la DIVAFDN y DIVAFDA registro diferencias estadísticas ( $P<0.05$ ) a los 30 y 75 días (62.15 y 61.90) (61.18 y 59.70%) respectivamente.

Cuadro 1. Características morfoagronómica y rendimientos de producción en *Tithonia diversifolia*, cosechada a diferentes edades de corte durante la época seca

Tratamientos	Características morfoagronómica				Rendimiento de producción (MS)							
	AP (m)	NHP	NTP	RHT #	PHP (g MS <sup>-1</sup> )	PTP (g MS <sup>-1</sup> )	RHT (g MS <sup>-1</sup> )	PH (g MS <sup>-1</sup> )	PT (g MS <sup>-1</sup> )	TAC (g MS día <sup>-1</sup> )	Biomasa (g MS planta <sup>-1</sup> )	Prod (t MS ha <sup>-1</sup> )
T1	0.48 c	147.16 a	11.78 a	10.18 b	22.61 c	15.30 c	1.65 a	0.15 c	1.02 c	1.26 b	37.91 c	0.67 c
T2	1.07 b	155.80 a	13.83 a	11.45 ab	48.34 b	57.43 c	0.90 b	0.31 b	3.58 c	4.52 ab	105.77 c	1.87 c
T3	1.63 a	157.71 a	14.32 a	11.45 ab	90.78 a	126.83 b	0.72 b	0.54 a	9.18 b	6.62 a	217.61 b	3.85 b
T4	1.71 a	171.80 a	14.90 a	13.24 a	99.00 a	217.92 a	0.46 b	0.61 a	15.94 a	7.46 a	316.92 a	5.62 a
EEM	0.09	16.36	1.31	0.46	6.10	11.14	0.13	0.03	1.19	1.09	16.71	296.34
Valor P	0.0001	0.7627	0.3998	0.0047	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0077	0.0001	0.0001

<sup>abc</sup> Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ( $p<0.05$ ). EEM: error estandar de la media; P: probabilidad.

T1: *Tithonia diversifolia* 30 días de corte; T2: *Tithonia diversifolia* 45 días de corte; T3: *Tithonia diversifolia* 60 días de corte y T4: *Tithonia diversifolia* 75 días de corte.

AP: altura de planta; NHP: número de hojas por planta; NTP: número de tallos por planta; RHT# : relación hoja/tallo #; PHP: peso de hoja por planta; PTP: peso de tallo por planta; RHTg: relación hoja/tallo g; PH; peso de hoja; PT; peso de tallo; TAC; tasa absoluta de crecimiento; Prod: producción.

Cuadro 2. Composición bromatológica de *Tithonia diversifolia*. cosechada a diferentes edades de corte durante la época seca

Tratamientos	Época seca				
	Composición bromatológica (%)				
	MS	MO	PC	FDN	FDA
T1	8.64 c	80.20 b	24.68 a	41.56 a	29.69 a
T2	9.86 c	80.60 b	22.60 a	42.73 a	31.78 a
T3	16.35 b	84.76 a	15.17 b	46.94 a	35.80 a
T4	21.80 a	84.85 a	12.37 b	47.10 a	34.96 a
EEM	0.39	0.71	1.13	2.25	1.64
Valor P	0.0001	0.0004	0.0001	0.2375	0.0739

<sup>abc</sup> Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ( $p < 0.05$ ). EEM: error estándar de la media; P: probabilidad

T1: *Tithonia diversifolia* 30 días de corte; T2: *Tithonia diversifolia* 45 días de corte; T3: *Tithonia diversifolia* 60 días de corte y T4: *Tithonia diversifolia* 75 días de corte.

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida.

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* aparente de *Tithonia diversifolia*. cosechada a diferentes edades de corte durante la época seca

Tratamientos	Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente			
	DIVAMS	DIVAMO	DIVAFDN	DIVAFDA
T1	54.10 a	53.58 a	62.15 a	61.18 a
T2	51.45 a	49.35 a	53.73 b	57.53 bc
T3	50.33 a	46.08 a	54.18 b	55.78 c
T4	46.18 a	53.58 a	61.90 a	59.70 ab
EEM	2.23	2.23	1.54	0.72
Valor P	0.1417	0.1729	0.0019	0.0009

<sup>abc</sup> Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ( $p < 0.05$ ). EEM: error estándar de la media; P: probabilidad.

T1: *Tithonia diversifolia* 30 días de corte; T2: *Tithonia diversifolia* 45 días de corte; T3: *Tithonia diversifolia* 60 días de corte y T4: *Tithonia diversifolia* 75 días de corte.

DIVAMS: digestibilidad *in vitro* aparente de la materia seca; DIVAMO: digestibilidad *in vitro* aparente de la materia orgánica; DIVAFDN: digestibilidad *in vitro* aparente de la fibra detergente neutra; DIVAFDA: digestibilidad *in vitro* aparente de la fibra detergente ácida.

### Discusión

Las características morfoagronómica y los rendimientos de producción tiene una estrecha relación con la madurez fisiológica de la planta. esto quiere decir. que a medida que se incrementan las edades de corte existe un incremento en las variables antes mencionadas. El incremento del rendimiento y la biomasa de la *Tithonia diversifolia* con la edad de rebrote se puede atribuir. entre otros factores. al aumento del proceso fotosintético y la síntesis de metabolitos

necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas. lo que trae consigo acumulación de materia seca (Romero y Leyva, 2014). El contenido de MS de los forrajes está influenciado por la frecuencia de corte. así como por la capacidad del mismo de interceptar la radiación solar y así poder fotosintetizar, además. por la capacidad de las raíces de captar las reservas orgánicas. el agua y los nutrientes almacenados a nivel de suelo y por los daños que reciban sus estructuras de desarrollo. entre otros factores (Camero y Rodríguez, 2015). Reyes *et al.*, (2009) indican que la condición de déficit

de humedad del suelo durante la época seca, limita la expresión del potencial de producción de MS de un forraje. Esta baja disponibilidad de humedad genera que las plantas no expresen su potencial productivo, en este caso las características morfoagronómico y los rendimientos de producción.

La composición bromatológica de un forraje está relacionada con la materia seca y materia orgánica. a medida que se incrementa las edades de corte aumentan dichos contenidos de nutrientes. La composición química de la *Tithonia diversifolia* puede presentar variaciones en función de las condiciones del suelo donde se cultive. así como de otros factores ambientales. siendo de especial importancia considerar el efecto de las temporadas secas o lluviosas a lo largo del año (Gallego *et al.*, 2014). Los porcentajes de la MS aumentó con la edad de corte determinado. entre otros aspectos. por el incremento del rendimiento al envejecer la planta y con ello el aumento de los componentes estructurales de la planta (Verdecia *et al.*, 2018). Lo que corrobora a lo reportado por Herrera (2005) evidencia que en la medida que la planta avanza en madurez se produce un proceso fisiológico en los forrajes relacionado con el control del balance hídrico en la planta, 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.

La PC, FDN y FDA se ve afectada por la madurez fisiológica de la planta existiendo un decremento a medida que se incrementan las edades de corte. Lo que concuerda con Meza *et al.*, (2014) quienes mencionan que la PC se ve afectada a medida que aumenta la edad disminuyen los porcentajes de proteína y se incrementan las fracciones fibrosas. 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). 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). 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 y de nitrógeno del suelo pudieran influir en este comportamiento (Meza *et al.*, 2014).

El incremento de la FDN y FDA con la edad de corte pudiera estar 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 (Rodríguez, 2017). Así mismo, el comportamiento de la 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 (Milera *et al.*, 2010).

La digestibilidad del forraje de *Tithonia diversifolia* varía en función del estado vegetativo de la planta. la época y factores ambientales. Una de las características más sobresalientes de la *Tithonia diversifolia* es su alta digestibilidad *in vitro* de la MS, aunque esta puede variar con la edad de la planta y la época del año (Verdecia *et al.*, 2018). De igual modo la disminución de la digestibilidad *in vitro* de la MS, MO, FDN y FDA se ve afectada a medida que se incrementa la edad de la planta, lo que se asocia a la lignificación de la pared celular (Verdecia *et al.*, 2018). De esta manera las fracciones fibrosas en las plantas está relacionado íntimamente 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 (Milera *et al.*, 2010). De acuerdo a Mahecha y Rosales (2005) en términos generales el follaje de *Tithonia diversifolia* se caracteriza por una alta proporción de nitrógeno de naturaleza proteica. una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal. una baja proporción de nitrógeno ligado a la fibra dietética insoluble. así como un bajo contenido de fibra.

## Conclusiones

Se concluye que el follaje de *Tithonia diversifolia* presentó variaciones en sus características morfoagronómica, rendimientos de producción, composición química y la digestibilidad *in vitro*. en las edades de corte durante la época seca. lo que se sugiere que podría considerarse como una especie promisoría forrajera de interés en la alimentación animal

## Agradecimientos

Este proyecto fue financiado con Fondos Concursables FOCICYT-2016 Cuarta Convocatoria. de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

## Literatura citada

AOAC. 2007. Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemist Inc. Arlington. VA. USA.  
Barros. M.; Rovalino. V.; Núñez. O.; Mera. R.; Artieda.

- J.; Vaca. L. 2017. Composición química, cinética de degradación ruminal y producción de gas *in vitro* de arvenses con potencial forrajero. *Livest Res Rural Dev* 29(4). [lrrd.org/lrrd29/4/barr29071.html](http://lrrd.org/lrrd29/4/barr29071.html)
- Camero. A.; Rodríguez. H. 2015. Chemical properties of soil, forage production and population density of earthworms in a silvopastoral system in the Zona Huetar Norte of Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 28(1): 91-104.
- Castillo. E.; Estrada. J.; Valles. B.; Castelán. O.; Ocaña. E.; Jarillo. J. 2013. Total dry matter yield and nutritive quality of leaves and Young stems of four *Cratylia argentea* accessions in the humid tropics of Veracruz, México. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17(1): 79- 93.
- Galindo. J.; Delgado. D.; Pedraza. R.; García. D. 2005. Impact of trees, shrubs and other legumes on the ruminal ecology of animals fed fibrous diets. *Pastos y Forrajes* 28(1): 59-68.
- Gallego. L.; Mahecha. L.; Angulo. J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agron. Mesoam* 25(2):393-403.
- Herrera. R.S. 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.
- Holguín. V.; Ortiz. S.; Huertas. A.; Fandiño. C.; Mora. J. 2018. Consumo voluntario y ganancia de peso en corderos alimentados con ensilaje de *Cenchrus purpureus* Schum y *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 9(2): 181- 191.
- INIAP. 2019. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo. ECUADOR.
- Juárez. H.J.; Bolaños. E.D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Uciencia* 23 (1): 81-90.
- La O. O.; González. H.; Orozco. A.; Castillo. Y.; Ruiz. O.; Estrada. A.; Ríos. F.; Gutiérrez. E.; Bernal. H.; Valenciaga. D.; Castro. B.; Hernández. Y. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(1).
- Mahecha. E.; 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):1. [lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm](http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm)
- Menke. K.H.; Steingass. H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim Res Develop* 28: 7-55.
- Meza. G.A.; Loor. N.J.; Sánchez. A.R.; Avellaneda. J.H.; Meza. C.J.; Vera. D.F.; Cabanilla. M.G.; Liuba. G.A.; Meza. J.S.; Meza. F.F.; Ramírez. M.A.; Moncayo. O.F.; Cadena. D.L.; Villamar. R.O.; Díaz. E.; Rizzo. L.M.; Rodríguez. J.M.; López. F.X. 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. *Pastos y Forrajes* 33(1): 1-8.
- Narváez. N.; Lascano. C. 2004. Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Trop* 26(3): 66-74.
- Navarro. M.; Villamizar. C. 2012. Evaluación de diferentes frecuencias de corte en guinea mombaza (*Panicum maximum*, Jacq.) bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel de campano (*Pithecellobium saman*) en Sampedre. *Rev. Colombiana Cienc. Anim* 4(2):377-395.
- Reyes. A.; Bolaños. E.; Hernández. D.; Aranda. E.; Izquierdo. F. 2009. Dry matter production and protein concentration in 21 genotypes of the humidicola grass *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick 25(3): 213-224.
- Rodríguez. I. 2017. Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development* 29(4): 1-25.
- Romero. A.; Leyva. A. 2014. La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales* 35(1): 11-20.
- Ruiz. E.; Febles. G.; Galindo. J.; Savón. L.; Chongo. B.; Torres. V.; Cino. D.; Alonso. J.; Martínez. Y.; Gutiérrez. D.; Crespo. G.; Mora. L.M.; Scull. I.; La O. O.; González. J.; Lok. S.; González. N.; Zanora. A. 2014. *Tithonia diversifolia*. its possibilities in cattle rearing systems. *Cuban J. Agric. Sci* 48(1): 79-82.
- Tilley. J.M.A.; Terry. R.A. 1963. A two-stage techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111.
- Toledo. J.M.; Schultze-Kraft. R. 1982. Metodología

- para evaluación agronómica de pastos tropicales. Toledo JM (ed.). Manual para la evaluación agronómica. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pp. 91-110.
- Van Soest. P.J.; Robertson. J.B.; Lewis. B.A. 1991. Methods for dietary fiber. neutral detergent fiber. and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583.
- 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.