

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 10 ACCESIONES DE *Tithonia diversifolia*, BAJO  
CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA FORMACIÓN MESETA DE POPAYÁN**



Universidad  
del Cauca

**EMILIO ALBERTO DORADO PÉREZ  
JUAN JOSÉ SÁNCHEZ QUIRÁ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2019**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 10 ACCESIONES DE *Tithonia diversifolia*, BAJO  
CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA FORMACIÓN MESETA DE POPAYÁN**

**EMILIO ALBERTO DORADO PÉREZ  
JUAN JOSÉ SÁNCHEZ QUIRÁ**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar el título de  
Ingeniero Agropecuario**

**Director  
Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2019**

## **Nota de aceptación**

El Director y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

---

Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA  
Director

---

cMg. MIKE HOLMES BASTIDAS CHITÁN  
Presidente del jurado

---

cMg. LISBETH ROCÍO RUIZ MOSQUERA  
Jurado

Popayán, 22 de octubre de 2019

## DEDICATORIA

Primero, darle gracias a Dios por obrar en nuestras vidas de tal forma que todo ocurre a su manera y en su tiempo perfecto.

Mil Gracias a mi señora madre por su apoyo incondicional, inmenso amor y oportunos consejos. Decirle que su esfuerzo y abnegación cumpliendo el rol de madre y padre a la vez fue exitoso porque gracias a ello hoy soy profesional y una mejor persona.

Inmensamente agradecido con mis hermanas Yady, Patricia y Rosa que al igual que mamá son el motor de mi vida, que se han esforzado con amor para sacarme adelante brindándome confianza y comprensión en los altibajos de mi existencia. Dedicarles a Cristina y José Pablo, mis sobrinos este triunfo, que sigan el ejemplo de estudio, que los quiero mucho y que cuentan con su tío en todo momento.

A todos y cada uno, miembros de mi grandiosa familia porque de una y otra forma han contribuido en este proceso.

A mi padre que Dios lo tenga en su gloria por brindarme su amor en la niñez y sus sabios consejos en la adolescencia; orgullosamente hoy puedo decir que soy profesional como lo deseaba, que me dio las bases para forjar poco a poco carácter y personalidad, para seguir su legado haciendo honor a su buen nombre.

Por último, agradecer a la mujer que me acompañó durante tantos años, con la que compartimos momentos de dulces y amargos en la lucha por salir adelante en la vida, sin duda alguna estaré siempre agradecido por todo lo vivido, su amor, comprensión e incondicionalidad, que la llevo siempre en mi corazón con respeto y cariño.

Emilio Alberto Dorado P.

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo en particular a: Dios quien me ha brindado fortaleza y entendimiento para estar en este largo recorrido de la vida, por concederme la salud para disfrutar y aprender las cosas que se presentan en nuestro diario vivir.

En memoria de mi madre ALBA CECILIA QUIRA CALDON, quien se fuera de mi lado muy temprano que desde el cielo siempre es mi guía en el camino y me brinda toda la sabiduría para continuar. Aunque me haces mucha falta lo diera todo porque estuvieras en esta etapa tan importante de mi vida, mi mayor ejemplo a seguir, siempre te llevo en mi corazón.

A mi padre PRUDENCIO SANCHEZ CAMAYO, a quien le debo todo, porque desde que partió mi madre tú fuiste los dos a la vez, una persona luchadora, echada para delante, que no se deja vencer por ningún obstáculo. A ti, padre, te debo todo lo que soy. Te amo inmensamente, gracias por tus consejos, tu apoyo, por heredarme ese amor por la ganadería y el trabajo de campo y llevarme siempre en tus oraciones. Por ti y para ti, PAPA.

A mi esposa e hija las cuales son mi principal inspiración, las que brindan día a día un apoyo incondicional, al igual que mis hermanos y de más familiares que estuvieron presentes durante este proceso los que se preocupan por que en un futuro yo pueda ser una gran profesional y que pueda transmitir muchos conocimientos y sea capaz de contribuir con la sociedad.

Por último agradecer a nuestros profesores que han formado nuestros conocimientos en la ingeniería agropecuaria los cuales siempre se han preocupado por resaltar el gran valor e importancia de nuestra labor como futuro ingeniero agropecuario y que con su gran experiencia son el mejor ejemplo a seguir, además a mis compañeros que siempre me brindan su amistad y su alegría y que son portadores de nuevos conocimientos que han adquirido por medio de la experiencia los cuales son de gran importancia para nuestra formación personal.

Juan José Sánchez Q.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO REFERENCIAL	15
1.1 LOCALIZACIÓN	15
1.2 MARCO TEÓRICO	15
1.2.1 Contexto de la ganadería en Colombia y el departamento del Cauca	15
1.2.2 Clasificación taxonómica y descripción botánica del Botón de oro	17
1.2.3 Adaptación del Botón de oro	17
1.2.4 Establecimiento del Botón de oro	17
1.2.5 Manejo del Botón de oro	17
1.2.6 Limitantes del Botón de oro	18
1.2.7 Calidad nutricional	18
1.3 MARCO HISTÓRICO	18
2. METODOLOGÍA	20
2.1 ANÁLISIS DE SUELO	20
2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS	21
2.3 MATERIAL EXPERIMENTAL	22
2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
2.5 SIEMBRA	23
2.6 MÉTODO DE SIEMBRA	23
2.7 VARIABLES EVALUADAS	24
2.7.1 Vigor	25

	pág.
2.7.2 Diámetro de la planta	25
2.7.3 Altura de planta	25
2.7.4 Plagas	25
2.7.5 Enfermedades	25
2.7.6 Producción de forraje	25
2.7.7 Porcentaje de materia seca	27
2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1 VARIABLES AGRONÓMICAS EN FASE DE ESTABLECIMIENTO (CRECIMIENTO)	29
3.1.1 Resultados por tratamiento	29
3.1.2 Resultados por bloque	30
3.2 VARIABLES AGRONÓMICAS EN FASE DE ESTABLECIMIENTO (PRODUCCIÓN DE FORRAJE)	32
3.2.1 Análisis por tratamiento	32
4. CONCLUSIONES	36
5. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	43

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Resultados del análisis bromatológico a diferentes edades de <i>Tithonia diversifolia</i>	18
Cuadro 2. Análisis de suelos	20
Cuadro 3. Material experimental identificado en tratamientos	22



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de la formación meseta de Popayán en el Cauca y la vereda Florencia	15
Figura 2. Aplicación de fertilizante a <i>Tithonia diversifolia</i>	21
Figura 3. Comportamiento de las variables climáticas	21
Figura 4. Estacas. A) Acondicionamiento y selección; B) Estaca lista para siembra	22
Figura 5. Vista en planta del diseño Experimental	23
Figura 6. Aplicación de enmienda y siembra de estacas ( <i>Tithonia diversifolia</i> )	24
Figura 7. Siembra directa de semilla de <i>T. diversifolia</i>	24
Figura 8. Estandarización de <i>Tithonia diversifolia</i> . A) Altura de corte; B) Lote experimental estandarizado	26
Figura 9. Cosecha de forraje	26
Figura 10. Distribución de bolsas rotuladas	26
Figura 11. Muestras de <i>Tithonia diversifolia</i> en proceso de secado en horno	27
Figura 12. Toma de datos en el proceso de secado de las muestras	27
Figura 13. Comportamiento de accesiones (botón de oro) en las variables altura, diámetro y vigor de botón de oro en etapa crecimiento	29
Figura 14. Comportamiento de los bloques de las variables altura, diámetro y vigor en etapa de crecimiento	31
Figura 15. Comportamiento para vigor de <i>Tithonia diversifolia</i> en etapa de producción	33
Figura 16. Producción de materia seca por hectárea en un año de <i>Tithonia diversifolia</i>	34

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resultados de análisis de suelos	43
Anexo B. Análisis de varianza entre tratamientos en producción	44
Anexo C. Pruebas de Duncan	45
Anexo D. Registro de campo	46

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en la vereda Florencia, municipio de Totoró, departamento del Cauca, con el objetivo de evaluar el comportamiento de 10 accesiones de botón de oro, *T. diversifolia*, bajo las condiciones edafoclimáticas de la formación meseta de Popayán.

Se evaluó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con 10 tratamientos, siete plantas como unidad experimental y cuatro repeticiones (bloques), en un área total de 496 m<sup>2</sup>. La pendiente fue el factor a bloquear como presunción de cambios de fertilidad. El material experimental fue suministrado por el Dr. Sanín Ortiz Grisales del Centro Experimental de la Universidad Nacional Sede Palmira (Ceunp).

El ensayo se dividió en dos fases (Establecimiento y Producción); se evaluaron las variables: presencia de enfermedades, plagas, altura, diámetro, vigor y producción de materia seca. Los resultados se analizaron mediante estadísticos descriptivos, se realizó análisis de varianza ( $P=0.05$ ) y prueba de promedios de Duncan para determinar el mejor tratamiento. Las accesiones de mayor rendimiento fueron 23-14b y la 8 con valores de 6.860 y 6.803 kg MS/ha/año respectivamente y en conjunto con las accesiones 37-8, 25-2, se perfilan como los materiales de Botón de oro factibles de implementar en sistemas de producción forrajera, bajo condiciones agroecológicas similares a las de la formación meseta de Popayán.

**Palabras clave:** *Tithonia diversifolia*, Producción materia seca, Forrajes tropicales.

## ABSTRACT

The research was carried out in Florencia village, municipality of Totoró, Cauca department, with the objective of evaluating the behavior of 10 accessions of the golden button, *T. diversifolia*, under the edaphoclimatic conditions of the Popayán plateau formation.

It was evaluated under an experimental design of randomized complete blocks, with 10 treatments, seven plants as an experimental unit and four repetitions (blocks), in a total area of 496 m<sup>2</sup>. The slope was the factor to block as a presumption of fertility changes. The experimental material was supplied by Dr. Sanín Ortiz Grisales of the Experimental Center of the National University Headquarters Palmira (Ceunp).

The trial was divided into two phases (Establishment and Production); the variables evaluated was: presence of diseases, pests, height, diameter, vigor and dry matter production. The results were analyzed using descriptive statistics, analysis of variance ( $P = 0.05$ ) and Duncan averages test were performed to determine the best treatment. The highest performance accessions were 23-14b and 8 with values of 6,860 and 6,803 kg DM/ha/year respectively and in conjunction with accessions 37-8, 25-2, are outlined as the feasible Gold Button materials of implement in forage production systems, under agroecological conditions similar to those of the Popayán plateau formation.

**Key words:** *Tithonia diversifolia*, Dry matter production, Tropical Grasslands.

## INTRODUCCIÓN

La competitividad del sector ganadero colombiano depende en gran medida del rendimiento y la eficiencia productiva de los animales, y estos a su vez de la nutrición que reciben (Rúa, 2012). Para complementar la nutrición y alcanzar el objetivo de mejorar los rendimientos, generalmente se usan suplementos alimenticios ricos en proteínas y carbohidratos solubles, situación que infortunadamente encarece la producción de carne y leche.

Por otra parte, cabe resaltar que en este tipo de sistemas, los ganaderos y técnicos se han preocupado más por la cantidad que por la calidad (Calderón et al., 2006, citados por Gallego, Mahecha y Angulo, 2009), recurriendo a productos de síntesis química (fertilizantes nitrogenados), los que genera graves impactos ambientales y problemas de erosión y salinización en los suelos.

Según Luis Jaime Paz Valencia, Gerente del Comité de Ganaderos del Cauca, las bases de la alimentación bovina seguirán siendo las pasturas, de allí la importancia de adoptar mecanismos que permitan la mejora de los forrajes, tales como la fertilización del suelo, rotaciones de potreros entre 35 y 45 días y realizar siembras de bancos mixtos de forrajes, heno y ensilajes para complementar la alimentación (Rúa, 2012). En otras palabras, la tarea está en buscar e implementar alternativas que den solución al valor nutricional y la calidad, haciendo uso de especies eficientes, con un perfil promisorio, de amplia adaptabilidad a diferentes rangos de factores edafoclimáticos, sin olvidar su acción protectora, restauradora o mejoradora. Entonces, la elección de pasturas y forrajes no sólo debe basarse en las virtudes agronómicas, sino también en el valor nutricional para el ganado (Ospina, 2002, citado por Holguín et al., 2015).

*Tithonia diversifolia* es una planta arbustiva con potencial forrajero, que presenta una alta capacidad de adaptación, desde el nivel del mar hasta 2400 msnm aprox. Además, puede habitar en suelos de alta o baja fertilidad (Holguín et al., 2015); incluso es una especie extendida por todo el país con materiales poco identificados, razón por la cual se desconoce su comportamiento bajo condiciones edafoclimáticas en las que otros materiales se han comportado bien, como el clima cálido, lo que permite plantear la hipótesis de que debe existir al menos una accesión de *T. diversifolia* como alternativa forrajera que contribuya al mejoramiento productivo del sistema ganadero de clima medio, mejorando la calidad de la leche y disminuyendo la porción de concentrado ya que *T. diversifolia* aporta un alto valor proteico a la dieta del animal, además de su funcionalidad como especie mejoradora, recuperadora y protectora de suelos.

El clima, los suelos, las tecnologías, las prácticas y las perspectivas de los productores han cambiado y a su vez el uso de la tierra está enfocado a la producción ganadera. La ganadería es la actividad que más utiliza los recursos de la tierra a nivel mundial (Steinfeid et al., 2009), ocupando aproximadamente el 30% de la superficie terrestre libre de hielo. Cerca del 80% de las tierras agrícolas están destinadas a la producción de pastos y forrajes, lo que equivale a 3400 millones de hectáreas en pastos y 500 millones de hectáreas en

producir alimentos para el ganado (Mora *et al.*, 2017). Sin embargo, actualmente se realizan grandes esfuerzos para ser competitivos en los mercados nacionales e internacionales, aumentando la producción y garantizando trazabilidad para brindar productos de calidad.

Las nuevas tecnologías en producción, han llevado a identificar alternativas con especies que proporcionen nutrientes necesarios en las dietas y a su vez generen sostenibilidad en la unidad productiva. *Tithonia diversifolia*, contiene proteína, carbohidratos solubles y posee bajos contenidos de fenoles, taninos y saponinas (Gallego, Mahecha y Angulo, 2009); esta especie arbustiva cumple con los requisitos que se necesitan para el desarrollo de esta investigación.

En particular, el Botón de oro cumple múltiples funciones: barrera viva, protege suelos degradados cubriéndolos con sus extensas raíces, tiene un gran valor ecológico como fuente de néctar (Katto & Salazar, 1995) y su uso en alimentación animal es cada vez más generalizado, tiene buen valor nutricional, alta digestibilidad de la materia seca y la presencia de aceites en sus hojas y flores, además de la elevada tasa de producción de biomasa (González, Hanh y Narváez, 2014). Contiene proteínas y carbohidratos solubles (Medina *et al.*, 2009, citado por Muñoz y Velasco, 2019).

El Botón de Oro se asocia muy bien en sistemas agrosilvopastoriles. López y Ramos (2018), reportan calidad nutricional en el peniplano de Popayán en la fase de establecimiento de un sistema silvopastoril con *T. diversifolia* y tres especies más. Es usado en la elaboración de abonos verdes (Moriones y Montes, 2017) y se debe resaltar su uso en nutrición animal, el poder restaurador de suelos erosionados y la capacidad de asimilar fósforo de suelos donde este elemento no se encuentra disponible (Jama *et al.*, 2006, citados por Calle *et al.*, 2014). Sus hojas contienen alrededor de 3.5% de N; 0.3% de P y 3.8% de K. En Kenia, la aplicación de abono verde de *T. diversifolia* ha generado mayores incrementos en las cosechas de maíz que los fertilizantes inorgánicos y su efecto en el suelo es más duradero (Jama *et al.*, 2006, citados por Calle *et al.*, 2014); adicionalmente, puede optimizar de manera importante la calidad de la leche, al mejorar el paso de ácidos grasos de cadena larga (Fuentes, 2009) y de proteínas que sirven de precursores para algunos de los componentes de la leche (Gallego, Mahecha y Angulo, 2009). El Botón de oro es una especie multifuncional e importante dentro de un sistema productivo; es por eso que, con seguridad, este estudio ayudó a seleccionar los mejores materiales que se adaptaron a las condiciones de clima y de suelo de la formación meseta de Popayán e impactará de forma positiva a los productores de la zona, transfiriendo tecnología y contribuyendo al mejoramiento productivo de la ganadería en el Cauca.

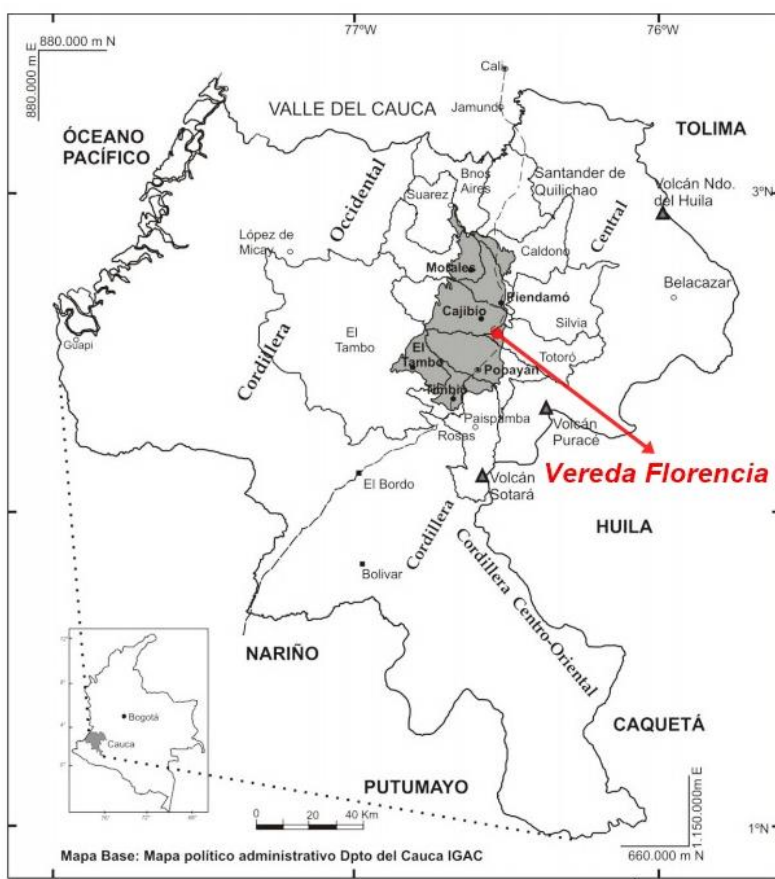
Teniendo en cuenta lo mencionado, se evaluó el comportamiento agronómico de 10 accesiones de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en fase de establecimiento, bajo condiciones edafoclimáticas de la formación meseta de Popayán y se determinó el potencial de producción de forraje de cada una.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en La vereda Florencia, en el municipio de Totoró, departamento del Cauca (Figura 1); el lote experimental se encuentra ubicado aproximadamente a 12 km de la ciudad de Popayán, a 1786 msnm. La temperatura media anual es de 17.6°C y una precipitación media anual de 2.040mm (Climate Data, 2018).

Figura 1. Ubicación geográfica de la formación meseta de Popayán en el Cauca y la vereda Florencia



Fuente: Torres, 2010.

### 1.2 MARCO TEÓRICO

**1.2.1 Contexto de la ganadería en Colombia y el departamento del Cauca.** Desde hace varios años el sector ganadero vive una crisis de rentabilidad. Los efectos de diferentes Tratados de Libre Comercio, el impacto climático, los altos precios de los insumos de

producción en una cadena que beneficia sólo a los comercializadores, la disminuida capacidad industrial para el procesamiento y la ausencia de inversión pública en infraestructura vial y bienes públicos, como asistencia técnica y conocimiento para generar innovación, han agudizado las difíciles condiciones económicas de poco más de 500 mil ganaderos del país y sobre todo de 330 mil de ellos considerados como pequeños (Fedegán, 2014).

Según datos del Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), la ganadería ocupa cerca del 32% del territorio nacional (aproximadamente 38 millones de hectáreas) y de ella, el 66% presenta algún grado de degradación. La producción ganadera es de gran importancia para la economía rural, sectorial y la oferta alimentaria del país, contribuyendo con el 3.6% del PBI nacional, el 27% del PBI agropecuario y el 64% del PBI pecuario. Además, representa el 7% del empleo nacional y el 28% del empleo rural. Según el Instituto Colombiano de Agricultura ICA, la población bovina en el país en 2017 es de 23.5 millones de cabezas de ganado, distribuidas en 514.794 predios y en 2016 el inventario bovino sumaba 22.689.420 animales, distribuidos en 494.402 predios. Lo anterior indica que el hato bovino colombiano aumentó en 785.602 animales, es decir, 3.5% (Fedegán, 2017).

El departamento del Cauca ha tenido, durante varios años, ganaderías que se caracterizan por ser de sistema extensivo, con una participación de la actividad agropecuaria en el PIB regional cercano al 50% que ocupa más del 50% de la población económicamente activa. Del total del producto agropecuario, aproximadamente el 30% se origina en el sector pecuario, y de él, la ganadería bovina de carne y leche constituye el 90% de la producción. La producción bovina representa un 27% del PIB agropecuario del departamento y aproximadamente el 13.5% del PIB nacional (Vivas, 2005).

La orientación productiva de la ganadería bovina del Cauca se encuentra diversificada en el doble propósito, ceba, cría y leche (32%, 27%, 24%, 17%, respectivamente). El inventario bovino es de 315.597 cabezas, distribuidas en 21.452 predios con destinación pecuaria (ICA, 2019). Lo anterior caracteriza al departamento como de baja capacidad de carga (0,32 cabezas/ha), pues produce al año 90 millones de litros de leche (246 mil litros de leche al día) y tiene una oferta de animales para sacrificio de 48 mil bovinos (Osorio, 2013).

La actividad ganadera del departamento del Cauca, se basa en sistemas ganaderos extensivos bajo tecnología tradicional por pequeños y medianos productores, que en conjunto con el cambio climático y sus manifestaciones con épocas de sequía prolongadas, deterioran los recursos naturales de suelo, agua, fauna y flora, aspectos ambientales que han sido objeto de constantes críticas en los últimos años (Vera, 2008, citado por Martínez, 2014), ya que durante esta época en la meseta de Popayán, la disponibilidad y calidad de las pasturas se reduce drásticamente, haciendo que el ganado se enfrente a un estrés nutricional y calórico que conlleva a la disminución de la producción de leche y carne, afectando la eficiencia y rentabilidad del sector (Agenda Interna Cauca, 2007, citada por Martínez, 2014).



Unido a lo anterior, el escaso conocimiento del valor nutritivo de especies forrajeras nativas e introducidas, hace que los sistemas de producción ganadera durante las épocas de escasez de forraje de esta región se vean afectados, pues la dieta de los animales no cumple en términos de cantidad y calidad con los nutrientes esenciales para su buen desempeño. Aunque la investigación de forrajes en Colombia ha generado nuevas tecnologías, estas no han sido acogidas debido a la falta de divulgación y el poco interés por parte de los productores en cambiar sus sistemas tradicionales (Vivas, 2005).

### **1.2.2 Clasificación taxonómica y descripción botánica del Botón de oro.**

División: Spermatophyta

Clase: Dicotiledoneae

Subclase: Metaclamídeas

Orden: Campanuladas

Familia: Compositae

Género: *Tithonia*

Especie: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Katto & Salazar, 1995)

*T. diversifolia* es una planta arbustiva de 1.5 a 4.0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo y 4 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 pecíolo, bordes aserrados, pedúnculos de 4 a 20 cm de largo, lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud. (Katto & Salazar, 1995)

**1.2.3 Adaptación del Botón de oro.** Crece en diferentes condiciones de suelo y clima desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm aproximadamente; precipitaciones desde 800 a 5000 mm y en un amplio rango de suelos desde ácidos hasta neutros y de suelos pobres hasta fértiles (Peters *et al.*, 2010).

**1.2.4 Establecimiento del Botón de oro.** Se hace con semilla o, más eficientemente, por estaca, utilizando material vegetativo proveniente de plantas jóvenes, con tallos de 50 cm de largo y 2 a 3.5 cm de diámetro y que posean 3 a 4 yemas. Los tallos se siembran en forma horizontal o inclinada sin taparlos totalmente (Peters *et al.*, 2010).

**1.2.5 Manejo del Botón de oro.** La *T. diversifolia* soporta condiciones de corte permanente; ha demostrado una alta producción de biomasa y rápida recuperación después del corte e incluso del pastoreo, con altos valores bromatológicos especialmente en proteína y minerales (Botero, 2017). Si es utilizada para consumo animal, se fertiliza con materia orgánica y riego después de cada corte; la altura de corte se puede realizar de 10 a 50 cm cada 7 semanas (Peters *et al.*, 2010). En la meseta de Popayán, la mejor edad de corte es a los 50 días, ya que presenta mejor comportamiento y niveles de proteína de hasta el 19.46% (Burbano y Trochez, 2010).

**1.2.6 Limitantes del Botón de oro.** No se han encontrado problemas al suministrar botón de oro en la dieta de animales de interés zootécnico; aunque contiene niveles aceptables de sustancias antinutricionales como fenoles y taninos (Calle *et al.*, 2014). También contiene una cumarina, posiblemente colinina que se podría percibir como limitante, pero por sus bajos contenidos no han representado problemas en bovinos y conejos cuando se ha suministrado durante varios días en su dieta (Peters *et al.*, 2010), ni en ovinos (Muñoz y Velasco, 2019).

**1.2.7 Calidad nutricional.** El botón de oro es una planta forrajera adecuada para la alimentación de rumiantes (bovinos, cabras, ovejas y búfalos), con un alto nivel de proteína, alta degradabilidad en el rumen, bajo contenido de fibra y niveles aceptables de sustancias antinutricionales como fenoles y taninos (Calle *et al.*, 2014).

En el estudio realizado por Mahecha y Rosales (2006), se encontró que la materia seca varió entre 13.5 y 23.23% y la proteína cruda osciló entre 14.84 y 28.75%, dependiendo del estado vegetativo de la planta. Burbano y Trochez (2010), en la vereda El Descanso, en el municipio de Timbío, reportaron para *Tithonia diversifolia* una proteína cruda de 18,37% con cortes cada 60 días (FDN del 42,47%, FDA con 37,14% y 61,57% de DIVMS).

Cuadro 1. Resultados del análisis bromatológico a diferentes edades de *Tithonia diversifolia*

Edad/ Días	PC%	FDN%	FDA%	Hemicelulosa	DIVMS%
40	18.45	46.4	37.28	9.12	62.72
50	19.46	43.96	36.8	7.16	61.36
60	18.31	42.47	37.14	5.33	61.57
70	16.22	47.11	41.43	5.68	53.85

Fuente: Burbano y Trochez, 2010.

De igual manera, Diaz y Montilla (2018) reportaron para *Tithonia diversifolia* una proteína cruda de 30.16%; FDN de 44,78%, FDA de 29.29% y DIVMS 66,23%. Por otro lado, Holguín *et al.* (2015) reportaron proteína cruda en un rango de 10.3% y 23%, FDN entre 43,92% y 54,48%, FDA entre 45,85% y 60,68%

### 1.3 MARCO HISTÓRICO

Las cifras significativamente altas del aporte de la ganadería a la economía mundial, revelan la importancia de este renglón productivo. Se estima que es un activo con un valor cercano a 1.4 billones de dólares, que genera 1.300 millones de empleos (CIAT, 2015), lo cual indica que es una actividad de relevancia en diferentes países del mundo, con preponderancia en aquellos que se encuentran ubicados en el trópico, puesto que las características que le confiere la zona se traducen en mayor productividad. Esta es la razón por la que los países que cuentan con esta posición privilegiada, son de interés para el desarrollo de la actividad ganadera, aunque se ha identificado un problema relacionado con la nutrición animal, quizá porque las condiciones extremas del trópico interfieren, limitando el desarrollo de algunas

especies forrajeras, con la consecuente reducción de la eficiencia y rentabilidad de la ganadería.

De aquí la importancia del estudio y la investigación en nuevas alternativas forrajeras. En el caso particular de Colombia, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) propone la estrategia CIAT 2014 – 2020 Livestockplus (Ganadería Eco-eficiente) para trabajar en pro del desarrollo de la ganadería moderna, dando solución a interrogantes que surgen de los modelos tradicionales o la producción convencional. Existen alternativas de solución en cuanto a especies vegetales; una de ellas es *Tithonia diversifolia*, que posee un potencial multiusos bastante amplio, lo cual llama la atención en diferentes ámbitos profesionales.

En la producción agrícola y pecuaria, el botón de oro cada día toma mayor relevancia por los beneficios que ofrece. Son importantes los esfuerzos realizados en cuanto a investigación, para obtener mayor información acerca de la especie y aprovechar al máximo su potencial; en Colombia, la mayoría se enfocan en la composición nutricional y su efecto en la nutrición animal. Los estudios sobre su comportamiento durante el establecimiento, así como las características que debe reunir el material de propagación para lograr un rápido y efectivo desarrollo, son escasos o se han realizado de forma puntual (Medina *et al.*, 2009). En este sentido, debido a los pocos trabajos que existen en esta temática no es posible establecer una discusión acertada y amplia acerca de la mayoría de las variables agronómicas de *Tithonia diversifolia*.

En el departamento del Cauca se encuentra el estudio de Moriones y Montes (2017), que trata sobre el aporte de *Tithonia diversifolia* en abonos orgánicos: efecto en producción y suelo. Existen trabajos de *Tithonia diversifolia* enfocados en introducción a sistemas silvopastoriles (Diaz & Montilla, 2018; Lopez y Ramos, 2018) y sobre la respuesta de *Tithonia diversifolia* a diferentes alturas de corte y a distintas edades de rebrote de la planta, que aunque representan un gran aporte, dejan aún interrogantes entorno al Botón de oro en el departamento del Cauca.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 ANÁLISIS DE SUELO

Las submuestras de suelo se tomaron al azar en forma de zigzag, una submuestra cada 30 pasos en la parcela N° 45, donde se realizó el trabajo de investigación. La muestra se tomó a una profundidad entre 20 y 25 cm y se obtuvieron resultados que evidencian los nutrientes existentes en el lote, para determinar el tipo de fertilización y la enmienda que se debe aplicar al terreno. A continuación se presentan los resultados correspondientes al análisis de suelos realizado al lote, previo al establecimiento del trabajo de investigación.

Cuadro 2. Análisis de suelos

Ítem	
Capacidad de intercambio catiónico	28.199 cmol+/kg
Calcio	2.725 cmol+/kg
Magnesio	0.825 cmol+/kg
Potasio	0.277 cmol+/kg
Sodio	0.011 cmol+/kg
Bases totales	3.838 cmol+/kg
% Saturación de bases	13.61%
Clase textural	franco-areno-arcillosa
pH	5.2
Acidez intercambiable	2.52 cmol+/kg
% Saturación acidez intercambiable	39.66%
%Carbonato total	10.42%
Fósforo disponible	6.34 cmol+/kg
%Nitrógeno total	0.9103 %

El análisis de suelos revela que se trabajó en un suelo de clase textural Franco-arcillo-arenoso. El componente arcilloso tiene un papel importante, al aumentar la proporción de minerales arcillosos que hacen que en los suelos se obtenga un efecto estabilizador de la materia orgánica y un incremento en su contenido (Sombroek, 1986, citado por IDEAM, 1999). El pH se encuentra en un rango de 5.2, lo que clasifica a ese suelo como muy fuertemente ácido, según resultados del análisis realizado en el laboratorio del Instituto geográfico Agustín Codazzi.

En cuanto al complejo de intercambio catiónico, la relación Ca:Mg ideal es 2:4; en este caso se tiene relación de 3:1, mostrando poca presencia de magnesio, lo que coincide con los suelos de la meseta de Popayán. Es evidente que existe un desbalance en la relación Ca:Mg y que las aplicaciones de cal con bajo contenido de Mg pueden inducir a una severa deficiencia de este elemento (Munévar, s.f.). Por esta razón se utilizó cal dolomita en aplicaciones de 60 g/semestre/planta, corrigiendo pH con la acción del carbonato de calcio y aportando contenido de Mg (30%). El suelo posee una capacidad de intercambio catiónico de 28.20 cmol/kg, considerado un valor alto según el Agustín Codazzi; la saturación de bases presenta un porcentaje de 13.61%, menor al 35% que lo clasifica como bajo. Para

macro elementos relevantes como el fósforo, se tiene 6.34 mg/kg, contenido considerado bajo; el potasio está en un nivel medio con 0,277 cmol/kg y el nitrógeno total tiene un rango de 0.91%, que indica contenido alto para el clima medio en el que se ubica la finca. En este caso se aplicó 30 g de 15-15-15 por planta a los 45 días dds y se aumentó la dosis a 60 g/planta con aplicación a los 120 dds.

Figura 2. Aplicación de fertilizante a *Tithonia diversifolia*



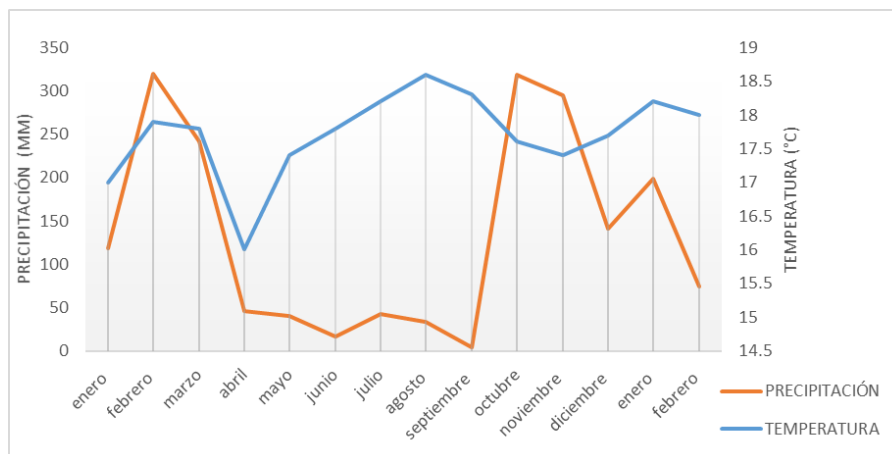
A pesar de que no se tienen datos para materia orgánica, Piendamó y el municipio de Totoró, territorio al que pertenece la parcela en la que se desarrolló la investigación, dieron el mayor porcentaje de muestras, con más de 10% de materia orgánica (Munévar, s.f.), lo que indica un contenido alto.

## 2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Para los parámetros climáticos, se tuvieron en cuenta los promedios de temperatura y precipitación tomados de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias (FACA) de la Universidad del Cauca.

Según los datos obtenidos, el régimen de lluvias que se presentó durante la investigación es bimodal con tres periodos lluviosos y un periodo seco; el primer periodo comprendió los meses de febrero y marzo, el segundo fue de octubre a noviembre y el tercer periodo fue el mes de enero, siendo febrero el mes más lluvioso del año con un promedio de 319.8mm. El periodo o estación seca correspondió a los meses de abril a septiembre, siendo estos los menos lluviosos con promedios entre 3.8 y 42.7 mm de precipitación. La distribución de la temperatura durante todo el año está en el rango de 16 y 18.6°C (Figura 3).

Figura 3. Comportamiento de las variables climáticas



Fuente: Facultad de Ciencias Agrarias, 2019.

### 2.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

La semilla que se utilizó en el trabajo de investigación (Cuadro 3), fue suministrada por el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia (CEUNP) sede Palmira.

Cuadro 3. Material experimental identificado en tratamientos

Tratamiento	Accesión	Municipio de origen	Departamento	Altura (msnm)
T1	42-3	Pescador	Cauca	1400
T2	20	Vía Quimbaya Alcalá	Valle del Cauca	1324
T3	7	Cerrito	Valle	2100
T4	18	Vía Finlandia Quimbaya	Quindío	1824
T5	23-14B	Alcalá	Valle	1280
T6	21	Entrada a Alcalá	Valle	1309
T7	37-8	Vía Líbano Ibagué	Tolima	1252
T8	25_2	Darién	Valle	1438
T9	8	Cerrito valle	Valle	1313
T10	43-4	Vía Villarrica puerto	Cauca	1026

Fuente: Holguín *et al.*, 2015.

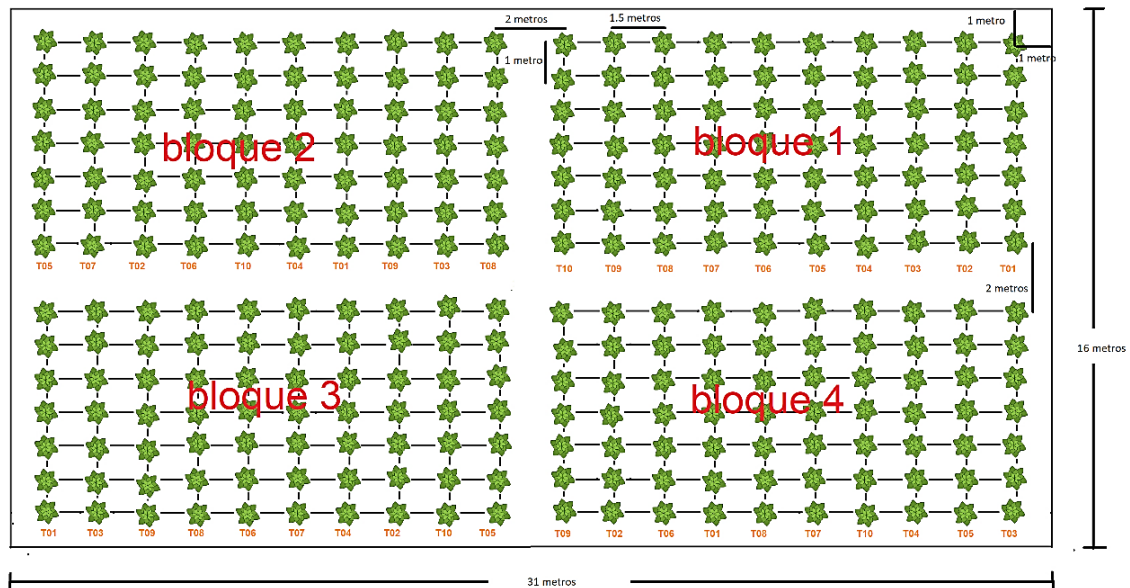
Figura 4. Estacas. A) Acondicionamiento y selección; B) Estaca lista para siembra



### 2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), donde el factor a bloquear fue la pendiente del terreno como presunción de fertilidad del suelo; los tratamientos estuvieron representados por las diferentes accesiones de la especie vegetal estudiada. Se utilizaron 4 bloques (repeticiones), con 10 tratamientos y 7 plantas por parcela experimental. El diseño se implementó en un área de 16m \* 31m para un total de 496 m<sup>2</sup>, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Vista en planta del diseño Experimental



## 2.5 SIEMBRA

La preparación del terreno inició con la eliminación de malezas presentes en el lote mediante la aplicación de herbicidas; cuando el herbicida cumplió su función, se realizó la preparación del terreno para la siembra, utilizando el sistema de labranza mínima. Sólo se intervinieron los sitios que el trazado señaló que iban a ser sembrados, insertando una estaca de la especie a investigar; en cada sitio se aplicó cal dolomita como enmienda (Figura 6).

## 2.6 MÉTODO DE SIEMBRA

El material vegetal fue colectado en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Palmira (CEUNP); se obtuvieron las estacas y se utilizó una estaca por sitio (Figura 7), a

una distancia entre plantas de un metro y a 1.5 metros entre hileras. La distancia entre bloques (calles) fue de dos metros.

Figura 6. Aplicación de enmienda y siembra de estacas (*Tithonia diversifolia*)



Figura 7. Siembra directa de semilla de *T. diversifolia*



## 2.7 VARIABLES EVALUADAS

Se evaluó la fase de establecimiento, con evaluaciones cada 15 días durante dos meses y mensual a partir del tercer mes. Se realizó tres resiembras hasta lograr el establecimiento de las plantas a los 6 meses. Posteriormente se hizo un corte de estandarización, siguiendo la metodología de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales – RIPET



(Toledo; 1982); después del corte de estandarización se evaluó la fase de producción, evaluando las variables cada 60 días. Debido a que la propuesta investigativa tuvo un calendario de tiempo establecido, solo se logró completar dos evaluaciones de producción en época de lluvias y una evaluación de producción en época seca y con la información recolectada en estas evaluaciones se obtuvo los resultados del comportamiento productivo.

Dentro de la evaluación de establecimiento de la especie en campo, se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

**2.7.1 Vigor.** Expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor, teniendo como patrón de comparación todo el ensayo (Vivas, 2005).

**2.7.2 Diámetro de la planta.** Expresa la cobertura; fue tomado desde los extremos opuestos de las ramas laterales de la planta y medido en centímetros (Vivas, 2005).

**2.7.3 Altura de planta.** Medida como la distancia desde el piso hasta la parte más alta de cada planta en estado natural, en centímetros (Vivas, 2005).

**2.7.4 Plagas.** Se evaluó el daño de la siguiente manera:

- 1 Presencia del insectos (identificar la especie entomopatógena) daño inferior al 1%.
- 2 Daño leve.
- 3 Daño moderado
- 4 Daño grave. (Toledo, 1982).

**2.7.5 Enfermedades.** Se consideran plantas afectadas por enfermedad las que presentan los síntomas y se calificó de 1 a 4, así:

- 1 Presencia de enfermedad = 5% de plantas afectadas.
- 2 Daño leve = 5-20% de plantas afectadas
- 3 Daño moderado = 20-40% de plantas afectadas
- 4 Daño severo o grave = más de 40% de plantas afectadas (Toledo, 1982)

**2.7.6 Producción de forraje.** Primero se realizó un corte de estandarización a los seis meses, a 35cm de altura. La cosecha de forraje (hojas y peciolas), se realizó a los 60, 120 y 180 días en estado de prefloración, posterior al corte de estandarización (Figura 8). El aforo se realizó de forma manual cosechando forraje (hojas y peciolas) (Figura 9), simulando el ramoneo de un bovino, tomando solo las tres plantas centrales de cada tratamiento para así evitar el efecto borde, seguidamente se colocó en bolsas de papel kraft

rotuladas (Figura 10); de esta forma se pesaron para conocer la materia verde total (MVT) de cada tratamiento.

Figura 8. Estandarización de *Tithonia diversifolia*. A) Altura de corte; B) Lote experimental estandarizado



Figura 9. Cosecha de forraje



Figura 10. Distribución de bolsas rotuladas



**2.7.7 Porcentaje de materia seca.** Una vez evaluada la producción de materia verde, se tomó una sub muestra de 200 g de cada uno de los bloques y tratamientos. Las sub muestras se llevaron a un proceso de secado en horno con ventilación controlada a 72°C por 72 horas; con el peso final de cada sub muestra, por diferencia de pesos se calculó el contenido de materia seca (Ecuación 1) y la producción total en materia seca.

$$MS\% = \frac{\text{material seca submuestra} \times 100\%}{\text{material verde submuestra}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Figura 11. Muestras de *Tithonia diversifolia* en proceso de secado en horno



Figura 12. Toma de datos en el proceso de secado de las muestras



## **2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis de la información obtenida en campo, se utilizó un formato preestablecido para cada evaluación; con la información colectada se organizó una matriz en el programa Excel, que permitió realizar el análisis estadístico con ayuda del programa SPSS V19.0. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y al encontrar diferencias estadísticas ( $P= 0,05$ ) entre los tratamientos, se aplicó la prueba de promedios de Duncan ( $P =0,05$ ) con el propósito de identificar el mejor comportamiento de los tratamientos evaluados.

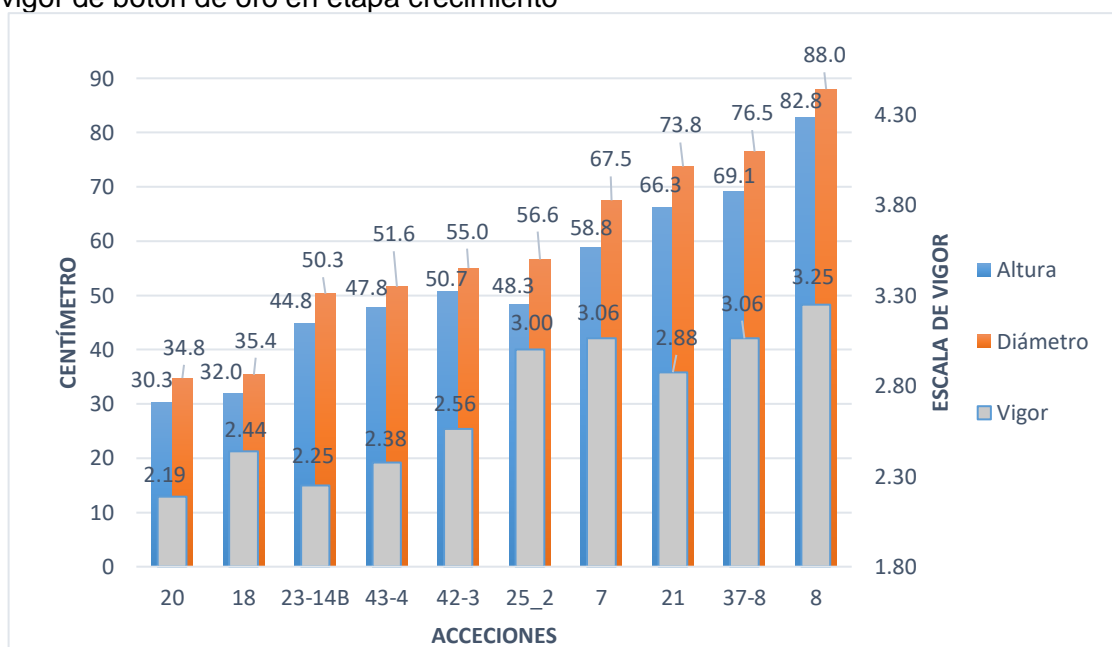
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 VARIABLES AGRONÓMICAS EN FASE DE ESTABLECIMIENTO (CRECIMIENTO)

Una vez realizada la siembra del botón de oro *Tithonia diversifolia*, se consideró el inicio de la fase de establecimiento en etapa de crecimiento hasta que se realizó el corte de estandarización. Se tuvieron en cuenta las variables agronómicas de vigor, diámetro y altura. Durante los dos meses iniciales se realizaron resiembras de varios tratamientos en los cuatro bloques; a continuación, se muestra el comportamiento de la investigación en esta etapa.

**3.1.1 Resultados por tratamiento.** Al comparar los promedios de las variables de diámetro, altura y vigor entre los tratamientos durante la fase de establecimiento, se presentó el siguiente comportamiento (Figura 13).

Figura 13. Comportamiento de accesiones (botón de oro) en las variables altura, diámetro y vigor de botón de oro en etapa crecimiento



En la fase de establecimiento se encontró para vigor un promedio de 2.71 para todos los tratamientos, con una desviación estándar 1.079; se destacan las accesiones 8 y 37-8 como las accesiones con mayor vigor, con valores de 3.25 y 3.06 respectivamente. Se resalta que el vigor que se presentó en el establecimiento es de medio a bajo, teniendo el mayor vigor la accesión 8 con 3.25 y el menor vigor la accesión 20 con 2.19. Para el crecimiento de estas accesiones, se tuvo la altura como un parámetro de evolución, alcanzando alturas de 82.8 cm para la accesión 8, pero también teniendo 30 cm para la accesión 20. En la

altura, el promedio encontrado fue de 53.1 cm con una desviación estándar 29.1, destacando el crecimiento de las accesiones 7, 21, 37-8 y 8 por encima de los 60 cm.

El diámetro de los materiales en esta etapa de establecimiento, tuvo comportamiento promedio de 59 cm con desviación estándar de 30.1, destacándose las accesiones 8, 37-8, 21 y 7 como las de mayor diámetro y nuevamente la accesión 20 como la de menor diámetro. Según González, Hanh y Narváez (2014), un arbusto de *Tithonia diversifolia* tiene un diámetro promedio entre 85,51 cm a 123,27 cm. En la presente investigación se destacaron las accesiones 8, 21 y 37-8 con 88, 73.8 y 76.5 cm de diámetro, respectivamente. Solamente la accesión 8 de esta investigación es comparable con los resultados obtenidos por González, Hanh y Narváez (2014), mientras que la 21 y 37-8 presentan valores considerables.

Para la variable altura, las cuatro accesiones con mayor desarrollo en esta etapa de crecimiento alcanzaron valores entre 58.8cm y 82.8cm, comparadas con los resultados obtenidos por Díaz y Montilla (2018). Al evaluar *Tithonia diversifolia* en etapa de establecimiento obtuvieron 95cm a 100cm para municipio de Popayán, superiores a los de esta investigación, debido posiblemente a que las accesiones aquí evaluadas están en un periodo de adaptación edafoclimáticas a la zona.

Según Porras (2016), *Tithonia diversifolia* alcanzó madurez reproductiva en 118 días (finca A) a 2.538 msnm y 167 días (finca B) a 1.350 msnm después de la siembra, con una altura promedio de 105 cm. En esta investigación se obtuvo un promedio de altura para la accesión 8 de 82.8cm, siendo la de mayor comportamiento, alcanzado la madurez reproductiva a los 158 días a 1786 msnm. Según lo anterior, la variación de promedios de alturas de cada estudio y la diferencia en días de la madurez reproductiva se le podría atribuir a que el ciclo de vida de una planta es resultado de una interacción compleja entre la información genética y la ambiental, que las hormonas regulan muchos de los factores genéticos determinantes de crecimiento y desarrollo, al igual que casi todas las respuestas a los factores ambientales y que la duración del día controla la floración (Tompkins & Bird, 1974).

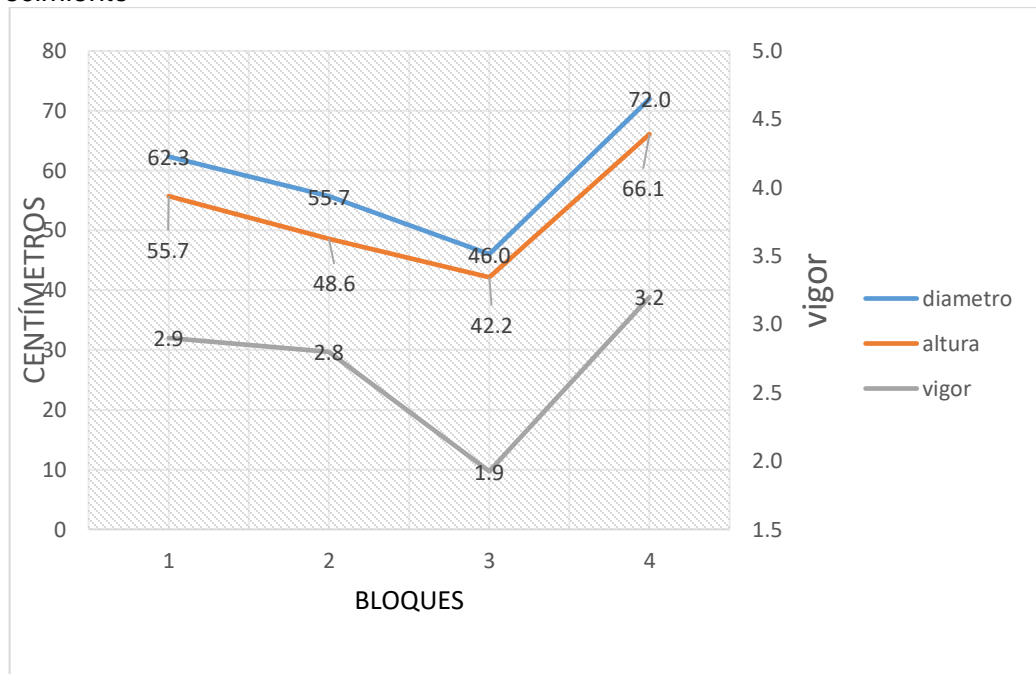
Por último, el promedio de vigor obtenido en este estudio fue de 2.71, siendo la accesión 8 la de mayor valor, con 3.25. Por su parte, Díaz y Montilla (2018) reportan un promedio de 3.28 para la misma variable.

**3.1.2 Resultados por bloque.** Al contrastar los promedios de las variables diámetro, altura y vigor entre bloques durante la etapa de crecimiento, se obtuvieron los resultados presentados en la figura 14.

Al realizar un análisis por bloques para la variable crecimiento en fase de establecimiento, se observó un comportamiento heterogéneo entre ellos, siendo el bloque 4 el de mejores resultados en cuanto a altura, diámetro y vigor; el 3 presentó el menor comportamiento para

las tres variables evaluadas, lo que evidencia que sí fue acertado al momento de bloquear y que si pudo haber diferencias en los terrenos para los cuatro bloques.

Figura 14. Comportamiento de los bloques de las variables altura, diámetro y vigor en etapa de crecimiento



El bloque 4 obtuvo los mayores resultados respecto a vigor, altura y diámetro; a pesar de que los cuatro bloques estuvieron bajo el mismo manejo agronómico y las mismas condiciones ambientales, solo el bloque 4 presentó un marcado desempeño.

Al inicio de esta investigación, se notó que en el área donde más adelante estaría ubicado el bloque 4, existían vestigios de una quema que dejó una cantidad importante de ceniza, también se debe tener en cuenta que el lote se encuentra ubicado en la base o parte baja de la finca en donde hay mayor acumulación de nutrientes debido a la escorrentía donde se nota un cambio transicional de suelo, se observó un color oscuro como de horizonte A; se percibe un suelo más suelto, húmedo al tacto y se infieren unas mejores condiciones de materia orgánica y fertilidad para este sitio.

Entre los beneficios para los suelos que pueden ser obtenidos con la aplicación de celulosa y cenizas de las calderas, se incluyen la elevación del pH, la reducción de los niveles de aluminio, aumento en los contenidos de determinados nutrientes minerales, mejora de las propiedades físicas (Gloria, 1992, citado por Bellote *et al.*, 1995). Teniendo en cuenta lo mencionado, es probable que el aporte de cenizas haya sido significativo en el desempeño de las accesiones del bloque 4.

El bloque 3 obtuvo el menor rendimiento; al igual que los demás bloques, a este se le dio el mismo manejo agronómico y se expuso a las mismas condiciones ambientales, lo que hace que se tenga que analizar el tema del tipo de terreno. El comportamiento del bloque 3 pudo estar influenciado por una cerca de árboles de pino contiguo, que podría estar deteriorando la capa edáfica que nutre tanto a los suelos como a las plantas y producto de acículas de pino, que impiden su respiración (Gutiérrez, 2011).

De otra parte, la bióloga de la Universidad Nacional Clara Chamorro, especialista en el estudio de suelos, afirma que los efectos más importantes que deterioran el suelo, son los cambios en su estructura física y química, que hacen que se vuelvan infértiles para la agricultura. De las raíces de los pinos botan unas resinas que alteran el medio de los organismos que transforman la materia orgánica y las rocas en suelo (El Tiempo, 1997); como consecuencia, su número disminuye y el suelo se afecta. Si se tiene en cuenta lo anterior, esto pudo ser la causa de la baja germinación de estacas y la baja respuesta de la resiembra realizada en este bloque, además del menor comportamiento en las variables evaluadas en esta investigación.

### **3.2 VARIABLES AGRONÓMICAS EN FASE DE ESTABLECIMIENTO (PRODUCCIÓN DE FORRAJE)**

Una vez realizado el corte de estandarización del botón de oro (*Tithonia diversifolia*), se consideró el inicio de la fase de establecimiento en etapa de producción. Se observaron las variables agronómicas de vigor, diámetro y altura, plagas, enfermedades y producción de forraje (MS Kg/ha/año). En el análisis estadístico se encontraron diferencias estadísticas para las diferentes variables.

A lo largo de la investigación y en cada una de las evaluaciones, se realizó el monitoreo pertinente para determinar la infestación de plagas y el grado de incidencia de enfermedades. Se tuvo como resultado menos del 1% en plagas; de igual manera, la incidencia de enfermedades fue menor al 5% de plantas afectadas. Como afirma Toledo (1982) en su escala de evaluación, los resultados no fueron categóricos en esta investigación por presentar valores tan bajos, dando lugar a no presentar problemas fitosanitarios, ni infestación de plagas que limitaran el normal crecimiento y desarrollo de las accesiones.

Al realizar un análisis de Varianza por bloques, no se presentaron diferencias significativas ( $P=0.05$ ) en todas las variables, excepto para vigor, evidenciándose una homogeneidad en el ambiente donde se desarrollaron los tratamientos, que no influyó en los resultados presentados.

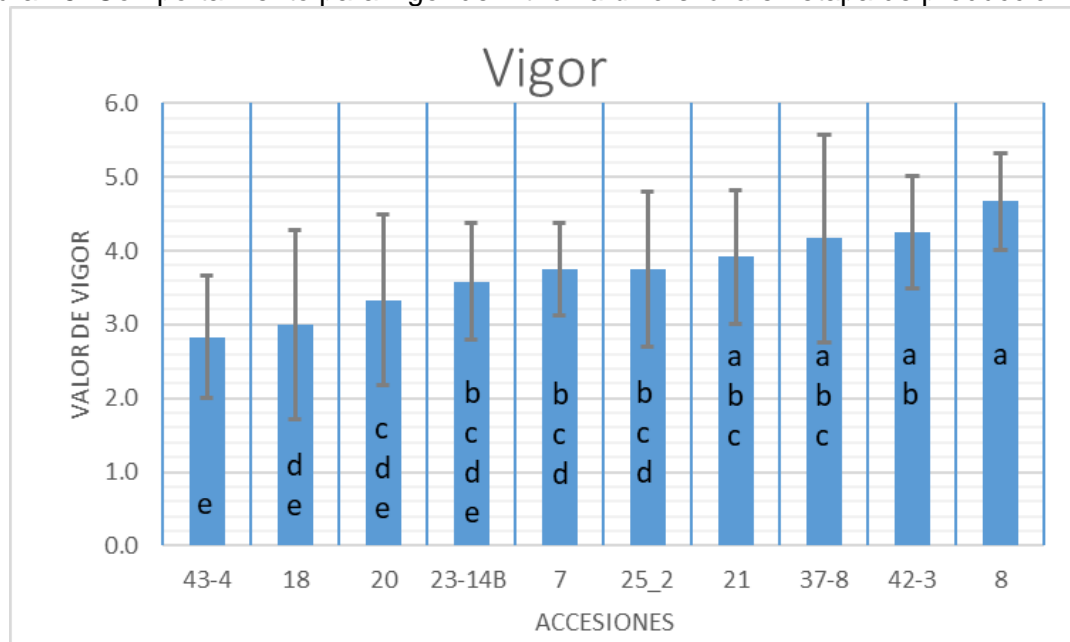
**3.2.1 Análisis por tratamiento.** El análisis de varianza – ANOVA no arrojó diferencias estadísticas ( $P=0.05$ ) entre los tratamientos (accesiones) para las variables, contenido de materia seca, diámetro y altura, presencia de plagas y enfermedades. Por otra parte, se



presentan diferencias estadísticas ( $P=0.05$ ) para vigor y producción de forraje (ton MS/ha/año). Para identificar las accesiones que se comportaron de manera distinta, se hizo la prueba de rangos múltiples de Duncan y se encontraron los siguientes resultados:

**Vigor:** la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P=0.05$ ) para los diez tratamientos, muestra una clasificación de cinco grupos (figura 11), en los que se observa la existencia de cuatro accesiones en el grupo **a** (8, 42-3, 37-8, 21) con valores de 4.67, 4.25, 4.17 y 3.92, respectivamente. El mayor desempeño en este grupo lo obtuvo la accesión 8. En el grupo **b** se encuentran en un rango medio, donde las accesiones 25-2, 7 y 23-14B, tienen promedios de 3.8, 3.8 y 3,6 respectivamente. Por último, los grupos **c**, **d**, **e** (accesiones 20, 18 y 43-4, respectivamente), presentan un rendimiento de menos de 3.5, siendo la accesión 43-4, la de menor expresión de vigor, con un valor de 2.8.

Figura 15. Comportamiento para vigor de *Tithonia diversifolia* en etapa de producción



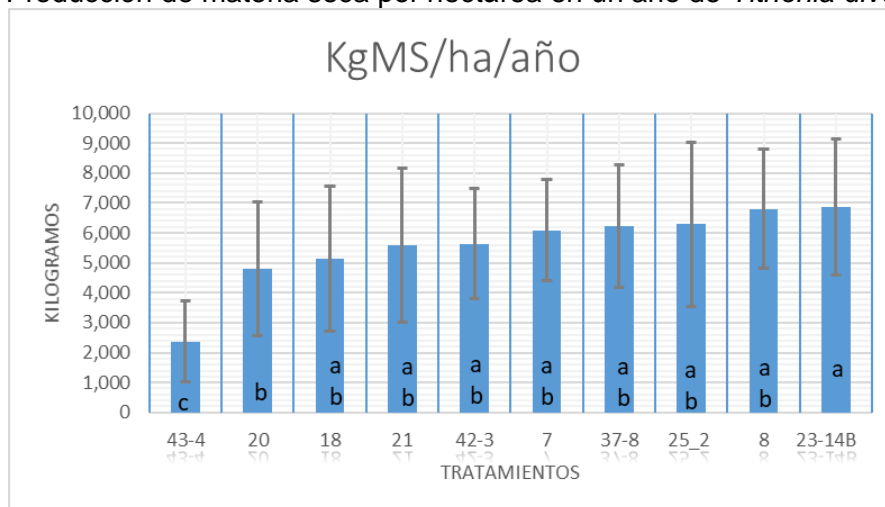
Las diez accesiones de *Tithonia diversifolia* tuvieron comportamientos diferentes en el momento de expresar su vigor; de esta manera, las accesiones, 8, 42-3 y 37-8 fueron las de mayor valor, con promedios de 4.67, 4.25 y 4.17 respectivamente. Los resultados obtenidos por Hernández y Arboleda (2011), reportan que el vigor de *Tithonia diversifolia* oscila entre 3,4 y 3,7 para el peniplano de Popayán; igualmente, Burbano y Trochez (2010) reportan un promedio de 4,0. Cabe resaltar que las tres accesiones son provenientes de alturas entre 1252 a 1400 msnm, mientras que la formación de meseta de Popayán está a una altura promedio de 1786 msnm.

Por otra parte, los valores obtenidos del grupo **b** (accesiones 25-2, 7 y 23-14B), comparados con Hernandez y Arboleda (2011), presenta valores similares.

Para esta variable agronómica, se observó un incremento del valor de vigor en la fase de producción, atribuible posiblemente a que después del corte de estandarización, la planta es estimulada a producir rebrotes a partir de una planta establecida, lo que da lugar al incremento de valor de vigor (Lopez y Ramos, 2018).

**Producción de forraje (kg MS/ha/año):** al realizar análisis de varianza, se aprecian diferencias estadísticas ( $P=0,05$ ) entre las diferentes accesiones (Tratamientos), tal como lo muestra la figura 12. Aplicando la prueba de promedios de Duncan ( $P=0.05$ ) en las 10 accesiones, para la variable de producción expresada en kg MS/ha/año se forman tres grupos, donde se destaca el grupo **a** por reunir los materiales con mayor producción, con las accesiones 23-14B y 8 que tienen promedios de 6.860 y 6.803 kg/ha/año de materia seca respectivamente; en el grupo **b** están las accesiones 25-2 y 37-8, las cuales tienen producciones cercanas entre sí (6.289 y 6.219 kg/ha/año). Se incluye también en este grupo la accesión 7 con una producción de 6.082 kg/ha/año. Por otra parte, el grupo **c** reúne las accesiones 42-3, 21, 18 y 20, que tienen producciones por debajo de 6000 kg/ha/año; aquí también se incluye la accesión de menor producción (43-4) con solo 2.372 kg/ha/año.

Figura 16. Producción de materia seca por hectárea en un año de *Tithonia diversifolia*



Las accesiones 23-14B y 8 tienen producciones similares, con 6.860 kg/ha/año y 6.803 kg/ha/año de materia seca respectivamente, con cortes a los 60 días para la porción (hojas y peciolos); Molina (2008) obtuvo 9.400 kg MS/ha/año con corte a los 45 días y concuerda aproximadamente con el dato de Holguín *et al.* (2015) que tuvieron producciones de 9.191 kg/ha/año de materia seca con cortes de 60 días (tallos y lámina foliar). Las 10 accesiones presentaron comportamientos diferentes, pero tan solo sobresale el 40% de ellas.

Díaz y Montilla (2018) obtuvieron 5.300 kg MS/ha/año de botón de oro en una interacción con gramíneas, mientras que López y Ramos (2018) tienen reportes de 650 kg MS/ha/año en un sistema silvopastoril con ovinos. La presente investigación obtuvo 6.860 kg/ha/año en el máximo producido como monocultivo.

Como se puede observar, la cantidad producida en cada investigación es variable debido a que la biomasa producida por *T. diversifolia* varía dependiendo de la densidad de siembra, el tipo de suelo, el estado vegetativo y las condiciones ambientales (González, Hanh y Narváez, 2014).

#### 4. CONCLUSIONES

*Tithonia diversifolia* es una planta promisorio para la alimentación animal; si se presentan problemas de oferta forrajera en fincas ganaderas de la formación meseta de Popayán, a la hora de implementar sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles, monocultivos o cualquier otro modelo de sistema de producción ganadera, es una buena elección, gracias a su comportamiento en campo, su producción y composición nutricional. Esto permite realizar una mejor planeación y fortalecimiento de la oferta forrajera, que se puede traducir en mayor productividad, acompañado de una buena rentabilidad del negocio.

De la colección de *Tithonia diversifolia* evaluada en esta investigación, las accesiones 8 y 23 -14B se consideran como los dos materiales de mayor producción de forraje (6803 y 6860 kg MS/ha/año respectivamente); las accesiones 37-8 y 25-2, se perfilan como los materiales de Botón de oro factibles de implementar en sistemas de producción forrajera bajo condiciones agroecológicas similares a las de la formación meseta de Popayán.

La evaluación de la colección de *Tithonia diversifolia*, permitió identificar la necesidad de contar con semilla de buena calidad respecto a su estado de madurez, al igual que en la necesidad de cosechar y sembrar en el menor tiempo posible, la no observación de estos parámetros conllevó la necesidad de resiembras que limitaron el establecimiento del cultivo experimental.

## **5. RECOMENDACIONES**

Continuar el proceso investigativo partiendo de la colección establecida, puesto que las accesiones pueden desarrollar un mejor potencial productivo con las condiciones medioambientales de la formación meseta de Popayán.

Adelantar un estudio que muestre el comportamiento de calidad nutricional de la colección.

Sería de gran importancia avanzar con procesos de investigación bajo condiciones de pastoreo en sistemas silvopastoriles, con el objetivo de estimar el efecto de los dos mejores tratamientos a nivel de productividad animal y su respuesta a la presión de pastoreo.

Dar a conocer a los ganaderos de la formación meseta de Popayán, las diez accesiones de botón de oro que se implementaron en esta investigación y recomendar las dos mejores como opción de oferta forrajera en sus fincas.

## BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, A.; LIMA, R.; HERNÁNDEZ, J.C.; GÓMEZ Y. y PÉREZ, Y. Efecto de la densidad de plantación en el establecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl). Gray. Congreso de Producción Animal Tropical (5: I.D. Animal. Memorias. San José, Cuba: 2015).

BELLOTE, A.F. *et al.* Efecto de la aplicación de ceniza de caldera y residuo de celulosa en el suelo y en el crecimiento de *Eucalyptus grandis*. 1995.

BOTERO, J.M. Potencial de extracción y utilización de nutrientes de *Tithonia diversifolia* y su relación con el rendimiento y calidad nutricional. Tesis Doctoral en Ciencias Agrarias con Área de Énfasis en Manejo de Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia: 2017.

BURBANO, E. y TROCHEZ, L. Respuesta a diferentes edades de rebrote de *Tithonia diversifolia* (Hemsl). A. Gray. Tesis Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Popayán, Colombia: 2010.

CALLE, A.C. *et al.* El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña [en línea]. Engormix ©: 2014 [citado mayo, 2019]. Disponible en internet en: [https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/boton-oro-arbusto-gran-t31797.htm?fbclid=IwAR28IBP0-uoTzoa\\_7pTdl5ELmG7q6G3hm\\_ERGmyKN5T0KPnxfJKmJ0jmCw](https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/boton-oro-arbusto-gran-t31797.htm?fbclid=IwAR28IBP0-uoTzoa_7pTdl5ELmG7q6G3hm_ERGmyKN5T0KPnxfJKmJ0jmCw)

CIAT CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Estrategia CIAT 2014-2020. Ganadería Eco-eficiente a paso acelerado en forrajes tropicales para crear sistemas agrícolas de doble ventaja. Palmira, Colombia: 2015.

CLIMATE DATA. ORG. Resultados de la búsqueda para Popayán [en línea]. Climatedata.org ©®: 16, febrero, 2018 [citado mayo, 2019]. Disponible en internet en: <https://es.climate-data.org/search/?q=popayan>

DIAZ, E. y MONTILLA, E. Evaluación del establecimiento de un sistema silvopastoril experimental para la producción ovina en el peniplano de Popayán. Tesis Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Popayán; 2018.

EL TIEMPO. Los pinos, tan malos como los pintan [en línea]. El Tiempo.com ©®: 24, febrero, 1997 [citado junio, 2019]. Disponible en internet en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-569185>

FEDEGAN. Censo pecuario nacional del ICA [en línea]. FEDEGAN ©: 2017 [citado junio, 2019]. Disponible en internet en: <http://www.fedegan.org.co/noticias/conozca-el-censo-pecuario-nacional-del-ica-2017>

FEDEGAN. Foro Ganadería Regional Visión 2014 -2018. Cesar, Valledupar: abril, 2014).

FUENTES, M.C. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Tesis doctoral en Producción animal. Universitat Autònoma de Barcelona. Departamento de Ciencia Animal y de los alimentos. Bellaterra: 2009.

GALLEGO, L.A.; MAHECHA, L. y ANGULO, J. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. En: Agronomía Mesoamericana, 2009, vol. 25, no. 2, pág. 393-403.

GONZALEZ, J.; HAHN von HESSBERG, C. y NARVÁEZ, W. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. En: Boletín Científico Museo de Historia Natural, 2014, vol. 18, no. 2, pág. 45-58.

GUTIÉRREZ, F.A. Efectos negativos de las plantas exóticas maderables sobre el bosque nativo andino. En: Revista Logos Ciencia y Tecnología, 2011, vol. 84.

HERNÁNDEZ, Y. y ARBOLEDA, E. Respuesta a diferentes alturas de corte de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el peniplano de Popayán. Tesis Ingeniería Agropecuaria. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Popayán: 2011.

HOLGUÍN, V. *et al.* Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray en Candelaria, Valle del Cauca. En: Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2015, vol 62, no. 2.

IDEAM. El macizo colombiano y su área de influencia. Capítulo 4. Santafé de Bogotá, D.C.: 1999.

KATTO, C.I. y SALAZAR, A. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. En: Livestock Research for Rural Development, 1995, vol. 6, no. 3.

LÓPEZ, J. y RAMOS, R. Evaluación de un establecimiento de un sistema silvo pastoril en clima medio, municipio de Timbío- Cauca. 2018.

MAHECHA, L. y ROSALES, M. Valor Nutricional del Follaje de Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la Producción Animal en el Trópico [en línea]. Engormix ©: 17, noviembre, 2006 [citado junio, 2019]. Disponible en internet en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/valor-nutricional-follaje-de-tithonia-diversifolia-t26693.htm>

MARTÍNEZ, M.C. Evaluación agronómica de 23 accesiones de *Leucaena diversifolia*, en el peniplano de Popayán. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias Línea de Investigación en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia. Palmira: 2014.

MEDINA, M. *et al.* Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Trujillo, Venezuela: 2009.

MOLINA, D.A. Evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático, en ecosistemas de bosque húmedo tropical. Informe de Investigación, Universidad de la Salle, Bogotá: 2008.

MOLINA, T.D. Evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático, en ecosistemas de bosque húmedo tropical. Bogotá: 2008.

MORA, M. *et al.* Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. En línea: DIALNET, 2017, <https://www.journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/download/1212/2466>

MORIONES, M. y MONTES, L. Aporte de *Tithonia diversifolia* en abonos orgánicos: efecto en producción y suelos del Cauca, Colombia. Universidad del Cauca. Popayán: 2017.

MUNÉVAR, M. F. Fertilidad de los suelos de la meseta de Popayán y del municipio de Totoró (Cauca). Popayán: s.f.

MUÑOZ, Y. y VELASCO, J. Evaluación de comportamiento productivo de ovinos tipo carne, bajo tres estrategias forrajeras en el municipio de Popayán. Tesis Ingeniería Agropecuaria. universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias. Popayán: 2019.

OSORIO, C.G. Proyecciones de la Ganadería Colombiana [en línea]. Fabega.org ©: junio, 2013 [citado junio, 2019]. Disponible en internet en: <http://www.fabegan.org/upload/publicaciones/Proyecciones%20de%20la%20ganader%C3%ADa%20Colombiana.pdf>



PETERS, M. *et al.* Especies forrajeras multipropósito opciones para productores del trópico americano. CIAT. Cali, Colombia: 2010.

RÍOS, C. Ganadería [en línea]. CIPAV. Obtenido de Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV: s.f. [citado junio, 2019]. Disponible en internet en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Rios14.htm>

RÚA, M. De la adecuada nutrición bovina depende la eficiencia productiva [en línea]. Diario La República @: 12, junio, 2012 [citado mayo, 2019], Disponible en internet en: <https://www.larepublica.co/archivo/de-la-adecuada-nutricion-bovina-depende-la-eficiencia-productiva-2013240>

RUIZ, M.L. Aporte de *Tithonia diversifolia* en abonos orgánicos: efecto en producción y suelos del Cauca, Colombia. En: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 2017, vol. 5, no. 2, pág. 101-111.

SAAVEDRA, S.Y. Fenología y fisiología de semillas de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín: 2016.

STEINFEID, H *et al.* La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Livestock's Long Shadow [en línea]. FAO. Roma: 2009 [citado 18, abril, 2019]. Disponible en internet en: <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

TOLEDO, J.M. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de evaluación de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali, Colombia: 1982.

TOMPKINS, Peter & BIRD, Christopher. La vida secreta de las plantas. Capítulo 13. Respuesta de las plantas al ambiente. Editorial Diana. 1a. ed. México: 1974, pág. 261. ISBN 968-13-1048-9.

TORRES, H. M. Petrografía, geocronología y geoquímica de las ignimbritas de la formación Popayán, en el contexto del vulcanismo del suroccidente de Colombia. Tesis Maestría en Ciencias de la Tierra con énfasis en vulcanología. Universidad EAFIT. Medellín: 2010.

TRIANA, J.R. Análisis del efecto del establecimiento de un sistema silvopastoril de un banco forrajero con *Tithonia diversifolia* sobre las características físicas y químicas del suelo en el piedemonte llanero colombiano. Tesis Maestría, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA, Bogotá D.C.: 2018.

VIVAS, N.J. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum* en suelos ácidos. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Escuela de Posgrados. Palmira, Colombia: 2005.

ZULUAGA, J.C. Ganadería colombiana: Transformación y Perspectivas [en línea] Periódico El Tiempo ©: 12, septiembre, 1994 [citado junio. 2019]. Disponible en internet en: [www.eltiempo.com](http://www.eltiempo.com): <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-224325>

# ANEXOS

## ANEXO A. Resultados de análisis de suelos

RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO – CARACTERIZACIÓN Q-01															FECHA				
GESTIÓN AGROLÓGICA															AAAA-MM-DD				
															2017-05-31				
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO										EMILIO ALBERTO DORADO PEREZ			TIPO DE MUESTRA		SUELO		No. SOLICITUD		2182_1
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN										Cauca - Popayán									
SUPLEMENTO DE RESULTADOS										<input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE						CALLE 71ANH NO. 5-46 BARRIO LA PAZ	
No. DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	GRANULOMETRÍA			CLASE TEXTURAL	GRAVILLA %	RELACIÓN DE pH	pH	ACIDEZ INTERCAMBIABLE cmol(+)/Kg	S.A.I. %	SALINIDAD		CARBONATO DE CALCIO		CARBONO ORGÁNICO %	CARBONO TOTAL %	FÓSFORO DISPONIBLE mg/Kg		
		ARENA %	LIJO %	ARCILLA %							CE (dSm)	PSI	Cualitativo	Cuantitativo %					
MQ1-23149	PARCELA NUMERO 45-	57.7	19.8	22.5	F A/ A	N.A.	1:1	5.2	2.52	39.66	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10.42	6.34		
COMPLEJO DE CAMBIO cmol(+)/Kg							ELEMENTOS MENORES mg/Kg												
CIC	Ca	Mg	K	Na	B.T.	S.S. %	Mn	Fe	Zn	Cu	B	S	N-NH4	N-NO3	NITRÓGENO TOTAL %	AZUFRE TOTAL %			
28.199	2.725	0.825	0.277	0.011	3.838	13.61	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			

Observaciones:

Método	Condiciones específicas o ambientales del método
CIC (capacidad intercambio catiónico): extracción con Acetato de Amonio 1M pH 7 – Volumétrica cuantificación por volumetría.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.
BASES INTERCAMBIABLES (calcio, magnesio, potasio y sodio): extracción con Acetato de Amonio 1M pH 7 y cuantificación por absorción-emisión atómica.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.
FÓSFORO DISPONIBLE: Bray II – Espectrofotométrico. Modificado por el IGAC y adaptado a los suelos colombianos*.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.
ACIDEZ INTERCAMBIABLE (A.I.) aluminio de cambio: extracción con cloruro de potasio 1M y cuantificación por volumetría.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.
CARBONO TOTAL: oxidación completa y cuantificación por infrarrojo.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.
TEXTURA DEL SUELO: Hidrómetro de Bouyoucos – Densimétrico. Método IGAC adaptado a los suelos colombianos*.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.
pH: Potenciométrico en relación suelo/agua 1:1*.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.

INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-07															FECHA				
GESTIÓN AGROLÓGICA															AAAA-MM-DD				
															2017-05-31				
NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO										EMILIO ALBERTO DORADO PEREZ			TIPO DE MUESTRA		SUELO		No. SOLICITUD		2182_1
DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN										Cauca - Popayán									
SUPLEMENTO DE RESULTADOS										<input type="checkbox"/> DE FECHA		DIRECCIÓN DEL CLIENTE						CALLE 71ANH NO. 5-46 BARRIO LA PAZ	
No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	NITRÓGENO TOTAL %																
MQ1-23149	SUELO	PARCELA NUMERO 45 - MUESTRA 001	0.9103																
Observaciones:																			

Método	Condiciones específicas o ambientales del método
NITRÓGENO TOTAL: Combustión en Analizador Elemental o Kjeldahl y titulación potenciométrica.	Temperatura: 10-40 °C y Humedad relativa no superior al 85%.

## ANEXO B. Análisis de varianza entre tratamientos en producción

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
% Materia seca	Entre grupos	4342.633	9	482.515	1.233	0.282
	Dentro de grupos	43049.333	110	391.358		
	Total	47391.967	119			
KgMS/ha/año	Entre grupos	184756161.375	9	20528462.375	4.402	0.000
	Dentro de grupos	513032752.417	110	4663934.113		
	Total	697788913.792	119			
diámetro	Entre grupos	16961.075	9	1884.564	1.623	0.117
	Dentro de grupos	127715.250	110	1161.048		
	Total	144676.325	119			
altura	Entre grupos	20419.008	9	2268.779	1.941	0.053
	Dentro de grupos	128597.583	110	1169.069		
	Total	149016.592	119			
vigor	Entre grupos	34.675	9	3.853	4.027	0.000
	Dentro de grupos	105.250	110	0.957		
	Total	139.925	119			
plagas	Entre grupos	0.000	9	0.000		
	Dentro de grupos	0.000	110	0.000		
	Total	0.000	119			
Enfermedades	Entre grupos	0.000	9	0.000		
	Dentro de grupos	0.000	110	0.000		
	Total	0.000	119			

### ANEXO C. Pruebas de Duncan

<b>Kg MS/ha/año</b>					
<b>Duncan<sup>a</sup></b>					
accesión	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	
43-4	12	2372.17			c
20	12		4801.25		b
18	12		5135.50	5135.50	ab
21	12		5594.00	5594.00	ab
42-3	12		5638.83	5638.83	ab
7	12		6081.92	6081.92	ab
37-8	12		6219.08	6219.08	ab
25-2	12		6289.33	6289.33	ab
8	12		6803.17	6803.17	ab
23-14B	12			6860.17	a
Sig.		1.000	0.053	0.098	

<b>vigor</b>							
<b>Duncan<sup>a</sup></b>							
accesión	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	
43-4	12	2.8333					e
18	12	3.0000	3.0000				de
20	12	3.3333	3.3333	3.3333			cde
23-14B	12	3.5833	3.5833	3.5833	3.5833		bcde
7	12		3.7500	3.7500	3.7500		bcd
25-2	12		3.7500	3.7500	3.7500		bcd
21	12			3.9167	3.9167	3.9167	abc
37-8	12			4.1667	4.1667	4.1667	abc
42-3	12				4.2500	4.2500	ab
8	12					4.6667	a
Sig.		0.089	0.097	0.069	0.149	0.089	

## ANEXO D. Registro de campo

Evaluación N°: \_\_\_\_\_

Fecha de evaluación: \_\_\_\_\_

	Bloque 2										Bloque 1									
Accesión	23-14B	37-8	20	21	43-4	18	42-3	8	7	25_2	43-4	8	25_2	37-8	21	23-14B	18	7	20	42-3
Vigor																				
Plagas																				
Enfermedades																				
Diámetro																				
Altura (cm)																				
Maleza																				
	Bloque 3										Bloque 4									
Accesión	42-3	7	8	25_2	21	37-8	18	20	43-4	23-14B	8	20	21	42-3	25_2	37-8	43-4	18	23-14B	7
Vigor																				
Plagas																				
Enfermedades																				
Diámetro																				
Altura (cm)																				
Maleza																				

Evaluación N°: \_\_\_\_\_

Fecha de evaluación: \_\_\_\_\_

El

	Bloque 2										Bloque 1									
Accesión	23-14B	37-8	20	21	43-4	18	42-3	8	7	25_2	43-4	8	25_2	37-8	21	23-14B	18	7	20	42-3
Peso muestra																				
Peso sub-muestra																				
Peso sub-muestra seca																				
	Bloque 3										Bloque 4									
Accesión	42-3	7	8	25_2	21	37-8	18	20	43-4	23-14B	8	20	21	42-3	25_2	37-8	43-4	18	23-14B	7
Peso muestra																				
Peso sub-muestra																				
Peso sub-muestra seca																				