

**RESPUESTA A DIFERENTES ALTURAS DE CORTE DE BOTON DE ORO  
*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray EN EL PENIPLANO DE POPAYAN**



**YADY ELIANA HERNANDEZ SILVA  
FRANCISCO JOSÉ ARBOLEDA HARTMANN**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERIA AGROPECUARIA  
POPAYÁN- CAUCA  
2011**

**RESPUESTA A DIFERENTES ALTURAS DE CORTE DE BOTON DE ORO  
*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray EN EL PENIPLANO DE POPAYAN**

**YADY ELIANA HERNANDEZ SILVA  
FRANCISCO JOSÉ ARBOLEDA HARTMANN**

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

**DIRECTOR:  
M. Sc. NELSON JOSE VIVAS Q.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERIA AGROPECUARIA  
POPAYÁN-CAUCA  
2011**

## **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.

---

**IVÁN ENRIQUE PAZ**  
Presidente del jurado

---

**FABIO ALONSO PRADO CERÓN**  
Firma del jurado

---

**NELSON JOSE VIVAS Q.**  
Director

**Popayán, Febrero 02 de 2012**

## DEDICATORIA

*Dedico este triunfo a Dios por permitirme existir y dotarme de los medios y las personas para lograr conseguir hoy dar este paso tan importante para mí.*

*A mis padres Lilia Ana Silva y Omar Hernández, porque creyeron en mi y guiaron mis pasos logrando hacer de mi una persona de éxito, además de haber estado conmigo en el momento indicado.*

*A mis hermanos que siempre estuvieron dándome aliento en los diferentes altibajos que tuve en todo este tiempo.*

*A mis abuelos especialmente a mis abuelos maternos a quienes debo mi vocación agropecuaria por haberme inculcado el amor por el campo y enseñarme el verdadero valor de la vida.*

*A mis amigos, primo, tíos y demás que siempre me impulsaron a seguir adelante y fomentar en mí el deseo de superación, a todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.*

*Yady Eliana Hernández*

*Ofrezco este logro inicialmente a Dios nuestro creador, por su inmensa bondad.*

*A Lucio Quilindo responsable de mi vocación agropecuaria.*

*A mis amigos y personas más allegadas por confiar en mí, y ayudarme a levantarme cuando tropezaba.*

*Francisco José Arboleda*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios, nuestro creador por la oportunidad que nos brindó para vivir, crecer y educarnos.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional durante nuestra etapa de formación profesional.

A nuestra amiga Stefanie Anaya que fue un pilar durante estos 5 años de estudio y quien nos brindó su amistad en todo momento.

A los profesores, que fueron partícipes de este proceso formativo, en especial a nuestro director de tesis el profesor Nelson José Vivas y a la profesora Sandra Morales Velasco quien nos apoyo incondicionalmente durante la elaboración de este trabajo. Al profesor Luis Alfredo Londoño Vélez que en todo momento nos contagiaba de su peculiar positivismo.

A todas esas personas que hicieron parte de esta etapa de nuestra vida, y que aportaron un granito de arena para ayudarnos a crecer profesionalmente; mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
1. MARCO CONCEPTUAL	15
1.1 <i>Tithonia diversifolia</i>	15
1.1.1 Descripción botánica	15
1.1.2 Origen y distribución	15
1.1.3 Usos	16
1.1.4 Valor nutricional de <i>T. diversifolia</i>	16
1.2 CAPACIDAD DE REBROTE DE UNA PLANTA	18
1.3 MATERIA SECA	19
1.4 VIGOR	19
1.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES	20
1.6 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	21
2. METODOLOGÍA	22
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
2.1.2 Balance Hídrico Climático	22
2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	22
2.2.1 Modelo Estadístico	22
2.2.2 Delimitación o designación de bloques	22

2.2.3	Material experimental	24
2.3	EVALUACIÓN VARIABLES	25
2.3.1	Altura de las plantas	25
2.3.2	Número de rebrotes	25
2.3.3	Vigor	25
2.3.4	Producción de materia seca	25
2.3.5	Presencia de plagas y enfermedades	25
2.4	MANEJO	26
2.4.1	Corte de uniformidad	26
2.4.2	Labores culturales	26
2.4.3	Cosecha	27
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1	NÚMERO DE REBROTOS	28
3.2	ALTURA DE PLANTAS	29
3.3	VIGOR	30
3.4	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA	31
3.5	PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	33
3.6	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES	34
3.6.1	Variable Vigor – Altura	34
3.6.2	Variable Vigor - Materia Seca Total	35
3.6.3	Variable Número de Rebrote – Altura de Corte	36
3.6.4	Variable Rebrote - Materia Seca Total	36

3.6.5	Variable Altura de Corte- Materia Seca Total	37
4.	CONCLUSIONES	38
5.	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFIA	40



## LISTA DE CUADROS

	pág.	
Cuadro 1	Resultado análisis bromatológico a diferentes edades de <i>T. diversifolia</i>	17
Cuadro 2	Efecto de la densidad de siembra en la producción de biomasa	18
Cuadro 3	Escala de evaluación utilizada para calcular presencia de plagas y enfermedades en el cultivo de <i>Tithonia diversifolia</i>	25
Cuadro 4	ANOVA para variable de rebrote	28
Cuadro 5	ANOVA para variable altura de las plantas	29
Cuadro 6	ANOVA para variable vigor de las plantas	30
Cuadro 7	ANOVA para variable de producción de materia seca	31
Cuadro 8	Producción total por hectárea al año de materia seca	32
Cuadro 9	Coeficientes de correlación de Pearson	34

## LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1	Planta <i>Tithonia diversifolia</i>	15
Figura 2	Distribución en campo del diseño de bloques completamente al azar	23
Figura 3	Marcación de los lotes de <i>Tithonia diversifolia</i>	23
Figura 4	Fase inicial del cultivo de <i>Tithonia diversifolia</i>	24
Figura 5	Sistema de riego del cultivo de <i>Tithonia diversifolia</i>	24
Figura 6	Corte del cultivo de <i>Tithonia diversifolia</i> y toma de datos en Campo	26
Figura 7	Comportamiento de la variable número de rebrotes a diferentes alturas de corte en <i>Tithonia diversifolia</i>	29
Figura 8	Comportamiento de la variable altura de las plantas a diferentes alturas de corte en <i>Tithonia diversifolia</i> .	29
Figura 9.	Comportamiento de la variable vigor de las plantas a diferentes alturas de corte en <i>Tithonia diversifolia</i>	30
Figura 10.	Comportamiento de la variable materia seca a diferentes alturas de corte en <i>Tithonia diversifolia</i>	31
Figura 11.	Densidad de plagas y enfermedades presentes en el cultivo	

	de <i>Tithonia diversifolia</i>	33
Figura 12.	Presencia de insectos en el cultivo de <i>Tithonia diversifolia</i>	34
Figura 13.	Vigor vs Altura de corte	35
Figura 14.	Vigor vs Materia Seca Total	35
Figura 15.	Comportamiento de la variable número de rebrotes a diferentes alturas de corte en <i>Tithonia diversifolia</i>	36
Figura 16.	Producción de materia seca vs número de rebrotes	36
Figura 17.	Comportamiento de la variable materia seca a diferentes alturas de corte en <i>Tithonia diversifolia</i>	37

## RESUMEN

El propósito de este trabajo fue determinar la altura adecuada de corte para *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en las condiciones agroecológicas del peniplano de Popayán; a lo largo de este trabajo se puede observar la importancia de éste arbusto como especie forrajera.

El estudio se realizó en la finca “El Cariño” ubicada en el municipio de Popayán a los 2° 29'51.01" N y 76° 33'28.29" y una altura de 1830 m.s.n.m.; se dispuso de un lote de *Tithonia diversifolia* con una edad de cultivo de un año, el cual se estableció a una distancia de siembra de 0.7m x 1.0 m.

El diseño que se trabajó fué bloques completos al azar (BCA), en el que se incluyeron cuatro tratamientos correspondientes a alturas de corte (T1: a ras del suelo, T2: 10 cm, T3: 20 cm, T4: 30 cm) y tres bloques (repeticiones) con 6 plantas, para un total de 72 plantas de *Tithonia diversifolia*, el factor a bloquear fue la pendiente del terreno. Se hizo un análisis de varianza por medio de software SAS V 9.0 y se realizaron pruebas de promedios de Duncan.

A través de esta investigación se encontró las alturas de corte superiores a los 10 cm favorecen la producción de forraje debido a la alta capacidad de rebrote de las plantas.

## SUMMARY

The purpose of this study was to determine the appropriate height of cut for *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in agro-ecological conditions peniplano Popayan along this work shows the importance of this herbal plant.

The study was conducted at the "El Cariño" located in the town of Popayan to the 2° 29'51.01" N and 76° 33'28.29" and a height of 1830msnm; were available a lot of *Tithonia diversifolia* with an age of growing, which was established at a distance of planting 0.7m x 1.0m.

The design that worked bloques completamente al azar (BCA), which includes four treatments (T1: 0cm, T2: 10 cm, T3: 20 cm, T4: 30 cm) and three replicates each with six plants, for a total of 72 plants *Tithonia diversifolia*, the blocks were represented by 3 rows of 24 plants, where the block factor is the slope, treatments are cutting heights. Statistical analysis was performed by analysis of variance by software SAS V 9.0 and averages were tested for Duncan.

Through this research found cutting heights above 10 cm have a best performance factor of the production of forage due to high regrowth capacity of plants.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia de los productores pecuarios es utilizar arbustos y/o árboles forrajeros en la alimentación de los animales; debido al valor nutricional que estos representan en la dieta y porque minimizan los costos de producción y no afectan la vida útil de los animales.

*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray., es una opción forrajera para las condiciones del peniplano de Popayán, se adapta bien a la zona, contiene un 18.31% de proteína cruda en sus hojas a una edad de rebrote de 60 días (Burbano y Trochez 2010), esta planta puede suministrarse como suplemento en la alimentación diaria de los animales en producción (Mahecha y Rosales, 1999); no obstante existe poca información acerca de la capacidad de rebrote y producción a diferentes alturas de corte, en el trópico y principalmente en el peniplano de Popayán.

Este arbusto, tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, posee buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento, baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. En Colombia, se utiliza en apicultura y alimentación de vacas, conejos (Ríos, 1993), curíes (Gálvez, 1995), ovejas (Vargas, 1992), y cerdos (Solarte, 1994). También se siembra como cerca viva para rodear sitios donde se ubican colmenas y áreas de bosque para protección de fuentes de agua (Ríos, 1997). Se utiliza también como especie ornamental y en parcelas de producción agrícola con alta diversidad para atraer insectos benéficos.

Teniendo en cuenta la importancia de esta planta forrajera y la escasa información que se tiene acerca de su capacidad de rebrote y producción, se propuso determinar la altura óptima de corte y la capacidad de rebrote para las condiciones agroecológicas del peniplano de Popayán.

## MARCO CONCEPTUAL

### *Tithonia diversifolia*

Figura 1. Planta *Tithonia diversifolia*



En Colombia esta planta herbácea (figura 1), perteneciente a la familia de las compuestas crece en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar (30°C), hasta 2700 msnm (10°C); precipitaciones de 800 a 5000mm/año y en distintos tipos de suelos de neutros a ácidos y de desde fértiles hasta muy pobres en nutrientes (Gómez et al, 2002).

Es muy ruda, puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema; es de rápido crecimiento y la demanda de insumos y manejo del cultivo es relativamente baja.

Se propaga por semilla o por esquejes, florece y fructifica durante todo el año. Puede ser una planta anual o perenne.

**1.1.1 Descripción Botánica** *T. diversifolia* es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente al Reino Plantae, Subreino Traqueobionta (plantas vasculares), División Magnoliophyta (plantas con flor), Clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), Subclase Asteridae y Orden Asterales.

Según Nash y Williams (1976) su altura oscila entre 1,5 a 4,0 m; su tallo es erecto, ramificado, las ramas tiernas cubiertas de pelillos, que con la edad se pierden. Posee hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo y de 4 a 20 de ancho, generalmente divididas en tres a cinco 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.

**1.1.2 Origen y Distribución** Se distribuye desde el Sur de México hasta Centroamérica y el norte de Sudamérica (Colombia, Ecuador y Venezuela), incluyendo las Antillas (Trópicos). Se encuentra también en E.U.A., Islas del Pacífico, Australia, África y Asia. Se considera invasiva en algunas regiones. En

Tailandia se organizan actividades turísticas y un festival alrededor de su época de floración en noviembre. En México se ha registrado en Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998). Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical; se tienen reportes de Sur de México, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylán (Nash 1976), Cuba (Roig y Mesa 1974) y Colombia.

**1.1.3 Usos** La *T. diversifolia* es utilizada en apiarios como fuente de néctar y polen, también es sembrada cerca de los cultivos para atraer insectos benéficos que controlan plagas, se encuentra formando parte de cercas vivas y barreras rompe vientos, se utiliza en la alimentación diaria de animales (rumiantes y monogástricos), además se emplea en la elaboración de abonos verdes para mejorar las condiciones edáficas del suelo y en la medicina tradicional.

La literatura reporta que esta especie arbustiva ha sido incluida en la alimentación diaria de diferentes especies animales, encontrándose un alto consumo en pollitos (consumo del 75 al 99%, respecto al testigo, al sustituir el 20% del concentrado por forraje de *Tithonia diversifolia* seco y molido), en ovejas se han alcanzado consumos de 1668 kg de forraje/animal/día en base fresca, en estado de prefloración; equivalentes a 712 g en base seca. En gallinas ponedoras se encontraron consumos máximos de 19.24 gr/animal /día cuando se reemplazó el 20% de la dieta comercial por harina de *Tithonia diversifolia*. Además se tienen reportes del uso de *Tithonia diversifolia* en evaluaciones con cabras, combinada con *Gliricidia sepium* y en evaluaciones con búfalos (Mahecha y Rosales, 1999).

**1.1.4 Valor nutricional de *T. diversifolia*** Según estudios realizados por Mahecha y Rosales (1999), se encontró que los contenidos de proteína en las hojas de *Tithonia diversifolia* oscilan entre 14.84% y 28.75% en base seca dependiendo de su estado vegetativo.

Además se encontraron altos niveles de fósforo (0.32-0.39% en base seca) y Ca (1.65%-2.25%), con un porcentaje de degradabilidad de la materia seca del 90% a las 48 horas, los contenidos de extracto etéreo fluctúan entre 1.4% y 2.43% de la materia seca, contenidos de FDN están entre 35.3% y 41%, los contenidos de fenoles varían de 0% y 1.23 % y de taninos entre 0% y 0.01%.

En su presentación en harina se encontró una Digestibilidad *in vitro* de materia seca de 63.3% y de 65.9% para la digestibilidad *in vitro* del nitrógeno. Por lo anterior esta planta forrajera es considerada como una especie con un alto nivel



de proteico, con alta digestibilidad ruminal, con bajo contenido de fenoles y taninos.

En otro estudio realizado por Burbano y Tróchez (2010), se realizó un análisis bromatológicos de *T. diversifolia* en cuatro edades de corte, a los 40, 50, 60 y 70 días. Los resultados obtenidos se pueden observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultado análisis bromatológico a diferentes edades de *T. diversifolia*

<b>Edad / Días</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>
<b>PC%</b>	18.45	19.46	18.31	16.22
<b>FDN%</b>	46.4	43.96	42.47	47.11
<b>FDA%</b>	37.28	36.8	37.14	41.43
<b>Hemicelulosa %</b>	9.12	7.16	5.33	5.68
<b>DIVMS%</b>	62.72	61.36	61.57	53.58
<b>MS / Planta (g)</b>	66.75	74	85.25	65.25
<b>MS kg/ha/año</b>	609.09375	540.2	518.604167	340.232143
<b>PC kg/ha/año</b>	168.35625	142.058	111.385833	84.5757143
<b>FDN kg/ha/año</b>	423.4	320.908	258.359167	245.645
<b>FDA kg/ha/año</b>	340.18	268.64	225.935	216.027857

PC: Proteína cruda; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácido; DIVMS: Digestibilidad in vitro de materia seca; MS: Materia seca.

Fuente. Burbano y Tróchez (2010).

Durante el segundo semestre de 1992 en la ciudad de Buga (Valle del Cauca – Colombia) se llevó a cabo un estudio para evaluar la producción de biomasa de *T. diversifolia*, las distancias de siembra utilizadas fueron: 0.5m x 0.75m, 0.75m x 0.75m y 1.0m x 0.75m y los cortes se hicieron sobre el nivel del suelo a 10cm y 50cm. Además se evaluó la altura de la planta a los 21, 35, 49 y 110 días después de la siembra, número de flores, número de tallos, peso de la planta y relación hoja: tallo: flor.

Al evaluar la producción de biomasa fresca en las tres distancias de siembra no se encontraron diferencias significativas ( $P=0.875$ ), ni entre las alturas de corte ( $P=0.628$ ). Los promedios de peso por planta en cada distancia de siembra fueron

de 3.08 kg para la distancia uno, de 3.22 kg para la distancia dos y de 3.41 kg para la tres; obteniéndose como resultado que las distancias de siembra empleadas en el ensayo son las adecuadas ya que no generan competencia en la producción de biomasa (ver cuadro 2).

En conclusión no se presentaron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos utilizados por Ríos y Salazar (1994). Esta información complementa los datos suministrados por Mahecha y Rosales (1999) y Navarro y Rodríguez (1990).

Cuadro 2. Efecto de la densidad de siembra en la producción de biomasa

<b>Plantas / m<sup>2</sup></b>				
	2.66	1.77	1.33	ES/P
<b>Biomasa fresca</b>				
(kg/planta)	3.08	3.22	3.41	0.45/0.875
peso tallos (kg)	1.8	1.4	2.2	0.24/0.322
peso hojas (kg)	1.1	0.7	1.2	0.34/0.703
peso flores (kg)	0.72	0.49	1.14	0.34/0.703
<b>No. de flores</b>	132	81	194	25.0/0.224
<b>No. de tallos</b>	8.3	7.8	17.8	0.85/0.033
<b>Altura de planta (cm)</b>				
21 días	6.8	6.2	5.9	0.42/0.43
35 días	25	19	21	2.0/0.2
49 días	48.5	44	45	2.0/0.365
110 días	190	180	176	7.0/0.425
<b>Incremento diario</b>				
(cm/día)	2.1	2.0	1.97	0.08/0.514

Fuente: Ríos y Salazar, 1994.

## CAPACIDAD DE REBROTE DE UNA PLANTA

Es la habilidad que posee una planta de sobrevivir bajo condiciones de estrés; esta destreza es vital para la conservación de las especies. La capacidad de rebrote puede verse afectada o variar durante el desarrollo de la planta, debido a la disponibilidad de nutrientes y la energía almacenada, de igual forma, puede fluctuar con la actividad meristemática, siendo esta actividad diferente entre formas de vida y especies.

## **MATERIA SECA**

El porcentaje de materia seca se refiere a la cantidad de material vegetal que queda tras extraer toda el agua contenida en la planta, al ser sometida a calor (normalmente 65°C durante 24 a 72 horas, dependiendo de la muestra) bajo condiciones de laboratorio de tal modo que toda el agua se evapore.

El porcentaje de materia seca, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{de materia seca} = 100 - [( \text{peso inicial} - \text{peso en seco} ) / \text{peso inicial}] \times 100$$

## **VIGOR**

El vigor de una planta es la expresión de todas las características internas y externas, que se traducen en la presencia de ella en un medio determinado y que cumplen la función que le corresponde.

Por vigor de semilla se entiende la suma de las propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de la plántula. Las semillas de buen comportamiento se denominan de alto vigor y las de pobre comportamiento de bajo vigor” (International Seed Testing Association, 1977).

La definición lleva implícitos aspectos particulares del comportamiento que han sido considerados variaciones evidentes asociadas con el vigor, como son los procesos bioquímicos y reacciones en el transcurso de la germinación, tales como la actividad respiratoria y reacciones enzimáticas, la velocidad y uniformidad de la germinación de la semilla y crecimiento de la plántula, la velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula y crecimiento en el campo, y la capacidad de emergencia de las semillas bajo condiciones desfavorables (Abascal, 1984).

No obstante, pueden ocurrir variaciones en el vigor por factores como: la constitución genética, las condiciones ambientales y nutrición de la planta madre, el estado de madurez en la cosecha, el tamaño, peso y densidad de la semilla, así como su condición física e integridad mecánica, el grado de deterioro o envejecimiento y la presencia de patógenos (Abascal, 1984).

## PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LAS PLANTAS

La palabra “plaga”, en la agricultura se refiere a todos los animales (insectos, ácaros, nematodos, aves y roedores), plantas (malezas) y microorganismos (viroides, virus, micoplasmas, bacterias y hongos) que tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola. Las plagas prosperan si existe una fuente concentrada y confiable de alimento, e, infortunadamente, las medidas que se utilizan normalmente para aumentar la productividad de los cultivos (monocultivos de variedades de alta producción, altas densidades de siembra, el uso de agroquímicos, etc.) crean un ambiente favorable para las plagas (Villalva, 1996).

Aunque es evidente que desde tiempos prehistóricos ya existían enfermedades y plagas en las plantas, fue con la transformación del hombre en agricultor, modificando las tierras y cultivándolas, cuando los agentes causantes de las mismas comenzaron a cobrar una notable importancia, incidiendo negativamente en la producción. Al romperse los equilibrios naturales entre las plantas y sus enemigos, éstos han proliferado en ocasiones de forma alarmante, obligando al hombre a una continua lucha por medios diversos. Ejemplo dramático de ello puede ser el caso de la filoxera (*Peritymbia vitifolii*), que se introdujo en Europa procedente de América a finales del siglo XIX y arrasó todos los viñedos, o el escarabajo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*), que se ha extendido al mismo tiempo que lo hacía este cultivo en América y Europa (Villalva, 1996).

Las pérdidas que ocasionan las plagas y enfermedades en los cultivos de los países desarrollados pueden cifrarse entre el 10 y 20 % del total de la producción, según los cultivos. Ello obliga a una constante lucha y al empleo de cantidades masivas de productos fitosanitarios, en ocasiones de efectos poco estudiados o controvertidos, tanto para la Naturaleza como para el ser humano y los animales consumidores de las plantas tratadas (Villalva, 1996).

En términos generales, la denominación plaga afecta a todos los animales que causan daños a las plantas, lo que incluye a vertebrados, artrópodos, moluscos y gusanos, mientras que la denominación enfermedad afecta a los organismos que causan perturbaciones en el metabolismo de la planta, pudiéndole producir incluso la muerte, lo que incluye una serie de organismos microscópicos tales como los hongos, bacterias y virus (Villalva, 1996).

**Causas de las plagas y de las enfermedades de las plantas:** Las causas pueden ser de diversa naturaleza, pudiéndose establecer dos grandes grupos, según sean de origen parasitario o no parasitario. Las afecciones parasitarias pueden ser provocadas por animales, vegetales o virus, mientras que las no

parasitarias se deben a causas fisiológicas producidas por accidentes meteorológicos y carencia o exceso de elementos nutritivos (Villalva, 1996).

## **CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2009), la vocación de uso de la zona en la cual se realizó el estudio es cultivos permanentes semi-intensivos; son tierras de relieve plano a fuertemente ondulados con pendientes hasta del 25%, el clima es templado-húmedo, con suelos profundos a superficiales, bien drenados, texturas moderadamente gruesas a finas y baja fertilidad.

Estos suelos requieren prácticas moderadas de conservación mediante la prevención de la erosión, hacer labranza mínima, riegos y drenajes requeridos y planes de fertilización.

## METODOLOGÍA

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en el peniplano de Popayán, en la finca “El Cariño”, ubicada a una altitud de 1830 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 18.8°C y una precipitación de 1890 mm al año; a 400 m del kilometro cero de la vía Popayán-Cali.

**2.1.2 Balance Hídrico Climático** El balance hídrico permite saber que disponibilidad de agua se tiene, analizar los déficits, excedentes, etc. A través de la aplicación de una fórmula matemática en la que se tiene en cuenta datos como precipitación, temperatura, radiación, viento, humedad relativa, etc. Para el municipio de Popayán no se presenta déficit.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue el de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (<http://www.galeon.com>).

**1.1.5 Modelo Estadístico** Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos (Altura de corte → T1: a ras del suelo, T2: 10 cm, T3: 20 cm, T4: 30 cm) y tres repeticiones cada una con 6 plantas, para un total de 72 plantas de botón de oro, los bloques estuvieron representados por 3 filas de 24 plantas, donde el factor a bloquear fue la pendiente del terreno.

**1.1.6 Delimitación o designación de bloques** La distribución de bloques se realizó a favor de la pendiente del 1 al 3, la distribución de los tratamientos dentro de cada bloque se hizo al azar tomando 4 balotas y asignando el número a cada una de las parcelas dentro del bloque, cada balota tenía un número con un tratamiento previamente asignado. Para efecto de bordes se dejaron tres plantas por tratamiento y para bloques dos plantas por bloque. (Figura 2 y 3).

Figura 2. Distribución en campo del diseño de bloques completamente al azar

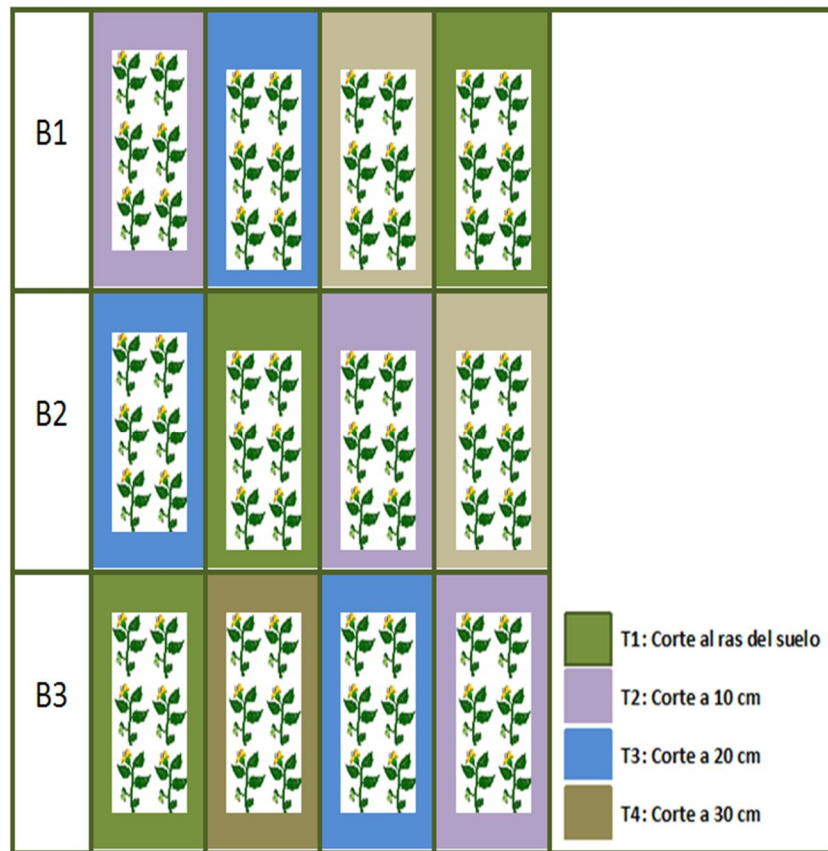


Figura 3. Marcación de los lotes de *Tithonia diversifolia*



**1.1.7 Material experimental** Inicialmente se dispuso de un lote de *Tithonia diversifolia*, sembrado a una distancia de 0.7 m entre plantas por 1 m entre surcos, establecido un año atrás (ver figura 4). El riego del cultivo se realizó mediante aspersores, una vez al día, hasta dejar el lote a capacidad de campo (ver figura 5).

Figura 4. Fase inicial del cultivo de *Tithonia diversifolia*



Figura 5. Sistema de riego del cultivo de *Tithonia diversifolia*





## **EVALUACIÓN VARIABLES**

Se evaluaron variables (Vivas 2005) tales como:

**1.1.8 Altura de plantas** Medida como la distancia en metros desde el suelo hasta la última hoja formada, de cada una de las plantas en estado natural.

**1.1.9 Número de rebrotes** Conteo después de cada corte.

**1.1.10 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; para el parámetro de comparación se tuvo en cuenta el cultivo en general expresado por el estado de la planta.

**1.1.11 Producción de materia seca** Expresada como la producción total de biomasa de la planta en el corte de evaluación y su rendimiento en materia seca.

**1.1.12 Presencia de plagas y enfermedades** Se calculo por medio de observaciones, ver escala de evaluación en el cuadro 3.

Cuadro 3. Escala de evaluación utilizada para calcular presencia de plagas y enfermedades en el cultivo de *Tithonia diversifolia*.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Presencia del insecto o de la enfermedad. Daño inferior al 5% de plantas afectadas
2	Daño leve. 5-20% de plantas afectadas.
3	Daño moderado. 20-40% de plantas afectadas.
4	Daño grave. Más de 40% de plantas afectadas.

Con base en la información recolectada en campo (tres veces, cada siete semanas; ver figura 6), se procedió a realizar el análisis estadístico (ANOVA) mediante el software SAS V 9.0, se aplicó la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento. Modelo estadístico utilizado durante el ensayo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

**Donde:**

**Y<sub>ij</sub>:** Variable respuesta de tratamientos con j repeticiones

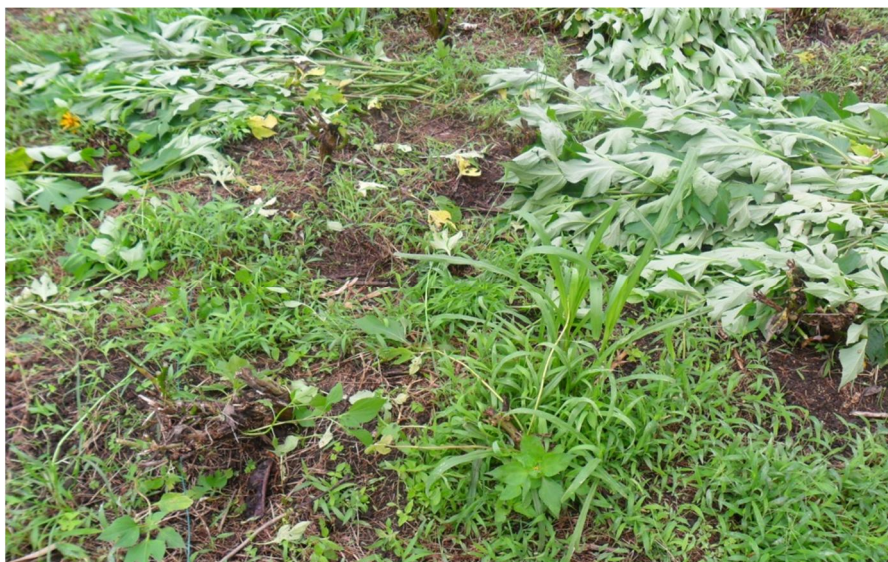
**U:** Efecto de la media general

**T<sub>i</sub>:** Efecto de los tratamientos

**B<sub>j</sub>:** Efecto del bloque

**E<sub>ij</sub>:** Efecto del error experimental

Figura 6. Corte del cultivo de *Tithonia diversifolia* y toma de datos en campo



## **MANEJO**

**1.1.13 Corte de Uniformidad** Este se realizó de acuerdo con el tamaño o porte de las plantas, con plantas semiarbusivas que son de 30 a 60 cm desde el suelo al corte (Toledo, 1982). En particular el lote experimental tuvo una uniformización a 30 cm en correspondencia con el manejo tradicional del cultivo en la finca el Cariño y en el peniplano de Popayán.

### **1.1.14 Labores Culturales**

**Limpieza del lote** Se realizó una limpieza manual del lote al día siguiente al corte de uniformidad, durante el desarrollo del trabajo después de cada corte se hizo una limpieza.

**1.1.15 Cosecha** Se realizaron cinco cortes (cuatro cortes de evaluación y uno de uniformidad) cada siete semanas, de acuerdo con las alturas previstas en cada tratamiento; según las recomendaciones del trabajo de Burbano y Trochez (2010), para el peniplano de Popayán.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### NÚMERO DE REBROTOS

Como se puede apreciar en la cuadro 4, al realizar el análisis de varianza para el número de rebrotes, existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr = 0,05$ ). Para determinar con mayor precisión las diferencias, se elaboró una prueba de promedios de Duncan, revelando que las plantas de *T. diversifolia* responden mejor, a una altura de corte no tan drástica como lo es el corte al ras del suelo (T1), debido a que la aparición de tallos es mayor y por ende la cantidad de cogollos que se originan es elevada.

Cuadro 4. ANOVA para variable de rebrote

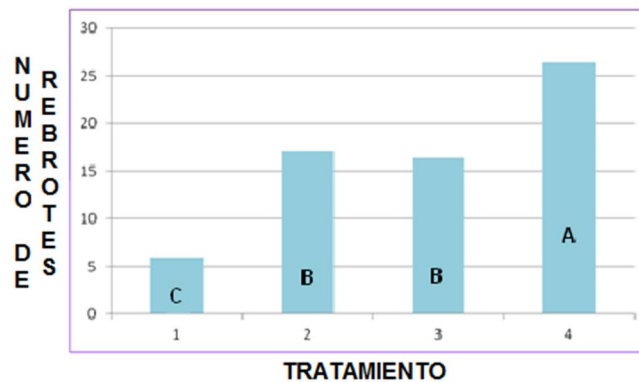
FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-VALOR	Pr > F
MODELO	5	1361.75	272.35	8.34	<.0001
ERROR	28	914.75	32.669643		
TOTAL CORREGIDO	33	2276.5			

Al calcular la variable número de rebrotes mediante prueba de Duncan, se encontró que el tratamiento 4 (altura de corte a 30cm) presentó el mayor número de rebrotes, con un promedio de 22.4, los tratamientos 2 (altura de corte a 10cm) y 3 (altura de corte a 20cm) se comportan de forma similar con promedios de 15.1 y 13.4 respectivamente, y el corte al ras del suelo fue el que presentó el menor número de rebrotes con un promedio de 4.8. Los datos obtenidos en esta investigación para el T2 coinciden con los reportados por Burbano y Trochéz (2010). Para una altura de corte de 30 cm. Mientras que en la presente investigación para altura de 30 cm se obtuvieron 22,4 rebrotes.

Esto se debe a que entre mayor sea la altura de la planta, mayor desarrollo de yemas y por lo tanto mayor número de rebrotes (Según Nash y Williams 1976).

Medina et al (2009) reporta de 1 a 5 rebrotes por planta, lo cual coincide sólo con el corte al ras del suelo (T1)mientras los otros tratamientos tienen entre 13 y 22 rebrotes como se puede ver la figura 7 que muestra el comportamiento de la variable número de rebrotes a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*.

Figura 7. Prueba de Duncan para la variable número de rebrotes a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*.



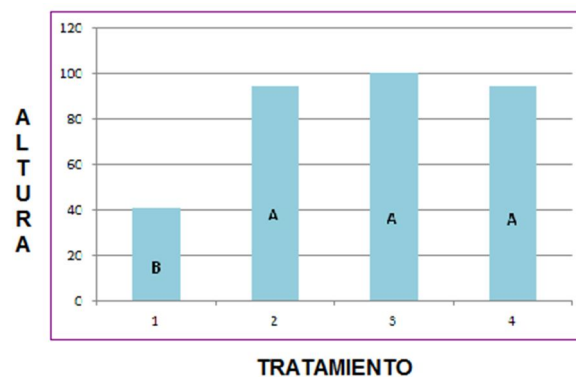
### ALTURA DE PLANTAS

Cuadro 5. ANOVA para variable altura de las plantas

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-VALOR	Pr > F
MODELO	5	13814.22	2762.84	7.35	0.0002
ERROR	28	10518.16	375.65		
TOTAL CORREGIDO	33	24332.38			

En el cuadro 5 se muestra el ANOVA realizado para altura de plantas donde se observan las diferencias significativas que se obtuvieron entre los diferentes tratamientos, por consiguiente se realizó una prueba de promedios de Duncan con alfa 0.05 arrojando el siguiente orden jerárquico (figura 8)

Figura 8. Prueba de Duncan para la variable altura de las plantas a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*.



Entre los tratamientos 2, 3 y 4 no se presentaron diferencias significativas. La altura de las plantas (desde la base hasta la última hoja formada) vario de 94.5 a 100.5 cm; pero a su vez estas si presentaron diferencias con respecto al tratamiento 1, que presentó en promedio una altura de 40.6 cm.

En la reciente investigación de Burbano y trochez (2010), para diferentes edades de corte no se presentaron diferencias significativas cuando se corto a 30 cm de altura. Este ensayo concuerda con dicha investigación.

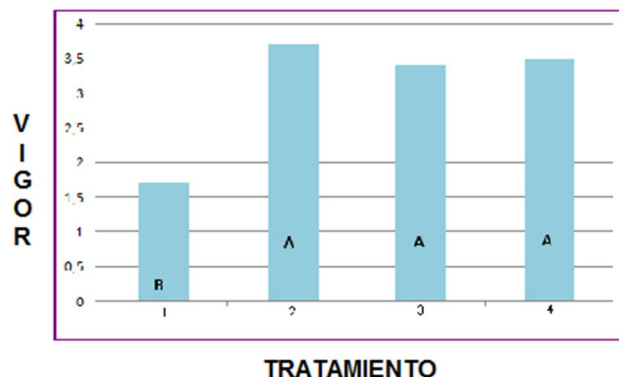
## VIGOR

Cuadro 6. ANOVA para variable vigor de las plantas

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-VALOR	Pr > F
MODELO	5	20.26	4.05	10.04	<.0001
ERROR	28	11.30	0.40		
TOTAL CORREGIDO	33	31.56			

Como se puede observar en el cuadro 6 se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, por consiguiente se realizó una prueba de promedios de Duncan con alfa 0.05, arrojando el siguiente orden jerárquico que se muestra en la figura 9.

Figura 9. Prueba de Duncan para la variable vigor de las plantas a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*



Las plantas de *Tithonia diversifolia*, a las cuales se les aplicó el tratamiento T1, corte al ras del suelo; expresaron la calificación más baja para la variable vigor 1.7 y una altura inferior a la manifestada (40.6 cm) por los otros tres tratamientos. Para el tratamiento 2, 3 y 4 (cortes a 10, 20 y 30 cm) se obtuvieron alturas de 94.6, 100.5 y 94.5 cm respectivamente y una oscilación de vigor entre 3.4 y 3.7.

A partir de los resultados obtenidos, se infiere que a mayor altura de corte, las plantas de *Tithonia diversifolia* expresan calificaciones más altas para vigor, a diferencia de Burbano y Trochez (2010) que para distintas edades de corte no encontraron diferencias significativas en esta variable.

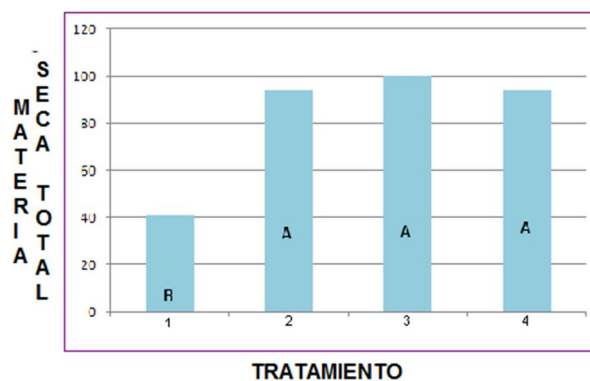
## PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

Cuadro 7. ANOVA para variable de producción de materia seca

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-VALOR	Pr > F
MODELO	5	66418.40	13283.68	7.07	0.0002
ERROR	28	52592.63	1878.31		
TOTAL CORREGIDO	33	119011.02			

Como se puede observar en el cuadro 7 se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos por consiguiente se realizó una prueba de promedios de Duncan con alfa 0.05 arrojando el siguiente orden jerárquico que se muestra en la figura 10.

Figura 10. Prueba de Duncan para la variable materia seca a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*



Esto indica que los tratamientos 2, 3 y 4 poseen un mejor desempeño que el tratamiento 1 en la producción de materia seca, pero que entre ellos no hay una diferencia estadísticamente significativa

Todo esto es consecuencia del óptimo desarrollo y tiempo adecuado de corte, ya que a mayor altura de las plantas, mayor número de yemas y de rebrotes, lo cual indica mayor formación de hojas, generando así una mayor área foliar; lo que se convierte en una mayor producción de forraje (Mahecha y Rosales, 1999). En cuanto al tratamiento 1 el número de rebrotes es menor y son poco desarrollados. El cuadro 8 presenta la producción de materia seca total al año, en kilogramos y toneladas por hectárea.

Cuadro 8. Producción total por hectárea al año de materia seca

TRATAMIENTO	Kg / hectárea / año	Ton / hectárea / año
1	3298.29	3.30
2	14736.57	14.74
3	11152.86	11.15
4	13721.71	13.72

Estudios realizados por Ríos y Salazar (1995), obtuvieron rendimientos de 82, 57 y 46 ton/ha a una densidad de siembra de 2.66, 1.77 y 1.33 plantas / m<sup>2</sup>, otras publicaciones hechas por Ríos (1998) reportaron una producción potencial de forraje de 31.41 ton/ha con una distancia de siembra de 0.75 m x 0.75 m; para una distancia de siembra de 1.0 m x 0.75 m consiguió una producción de 21.2 ton/ha, sin diferencias significativas entre ambas. Sin embargo informó que es posible obtener mayor rendimiento por unidad de área con 0,5 m x 0,75 m, no obstante se podrían correr los riesgos fitosanitarios inherentes a esta forma de cultivo.

Se encontró que Pérez et al (2009) cita a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (datos sin publicar), donde en un área de 1200 m<sup>2</sup> y con una densidad de siembra de una planta por metro cuadrado, se obtuvo un rendimiento de 35 ton/ha a los 60 días de sembrado el *Tithonia diversifolia*.

Otras investigaciones como la de Hernández (2008), mencionan que al evaluar la altura de corte a 0 cm, 15 cm y 30 cm y una frecuencia de corte de 30 y 60 días; obtuvo en la primera cosecha una producción de forraje de 14 ton/ha y de 35



ton/ha. Estos resultados se deben a que en la primera fase, las precipitaciones fueron escasas, mientras que en el establecimiento de la plantación coincidió con los meses de lluvia (agosto-octubre, año 2007). Este autor además encontró que las plantas que se cortaron a una altura de 15 y 30 cm fueron más resistentes que las que se les aplicó el tratamiento al ras del suelo.

Ramírez et al (2006) obtuvo una producción MS de 5 ton/ha/corte, en bancos de proteína de alta densidad.

Este ensayo está por debajo de los parámetros reportados por otros autores (alrededor de un 75%), incluyendo a Burbano y Tróchez (2010), los cuales reportan una producción de materia seca de 38-47 ton/ha/año. Esto puede ser consecuencia de que durante la realización de esta la investigación el periodo de lluvias fue abundante y la escasa pendiente impedía una correcta evacuación de las aguas lluvias.

## PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de *Tithonia diversifolia* fue inferior al 5%, se observaron signos y presencia de plagas y enfermedades pero el daño que le ocasionaron a las plantas no alcanzó el umbral de daño económico. (Ver figuras 11 y 12).

Figura 11. Densidad de plagas y enfermedades presentes en el cultivo de *Tithonia diversifolia*

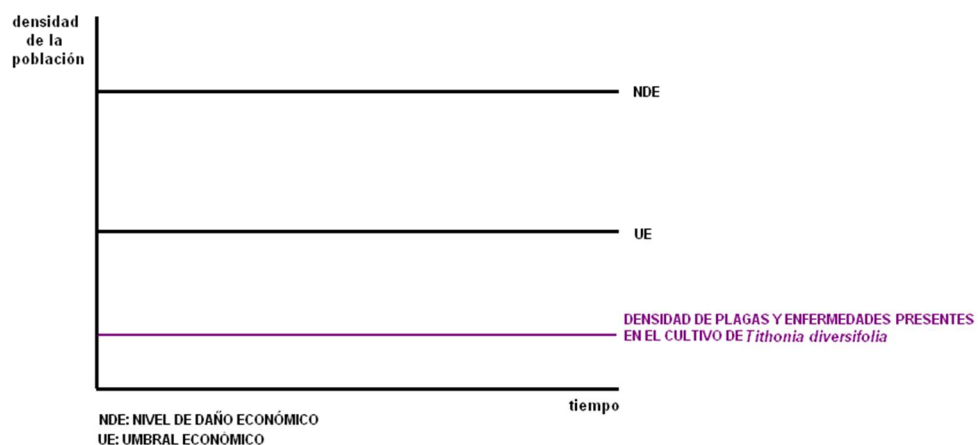


Figura 12. Presencia de insectos en el cultivo de *Tithonia diversifolia*



## ANALISIS DE CORRELACION DE LAS VARIABLES

Las diferentes variables presentaron correlación entre: vigor-altura, vigor-materia seca total, rebrotes-altura, rebrotes-materia seca total y altura-materia seca total (ver cuadro 9).

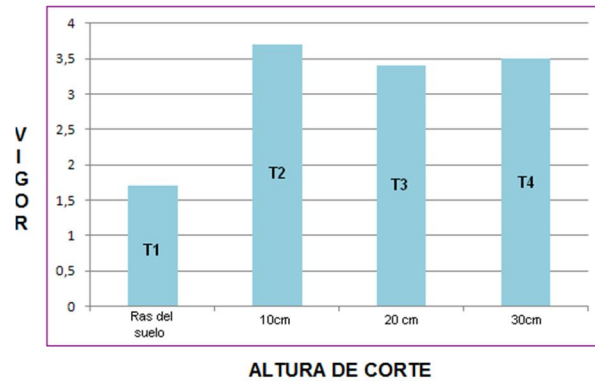
Cuadro 9. Coeficientes de correlación de Pearson

	VIG	REB	ALT	MST	MS
VIG	1.00000	0.44583 0.0082	0.75213 <.0001	0.62948 <.0001	-0.19308 0.2739
REB	0.44583 0.0082	1.00000	0.40987 0.0161	0.53177 0.0012	-0.10067 0.5711
ALT	0.75213 <.0001	0.40987 0.0161	1.00000	0.70962 <.0001	-0.10966 0.5370
MST	0.62948 <.0001	0.53177 0.0012	0.70962 <.0001	1.00000	0.00250 0.9888
MS	-0.19308 0.2739	-0.10067 0.5711	-0.10966 0.5370	0.00250 0.9888	1.00000

**1.1.16 Variable Vigor – Altura** Las variables altura de corte y vigor poseen una correlación directa y altamente significativa con un valor de  $r=0.75213$ , lo cual indica que las plantas de *T. diversifolia* responden mejor a una altura de corte diferente al ras del suelo. Esto se debe que la planta no tiene que sacrificar una alta cantidad de nutrientes en su recuperación, por otro lado las plantas que recibieron el tratamiento 1 (corte al ras del suelo) tuvieron un estrés que las obligo

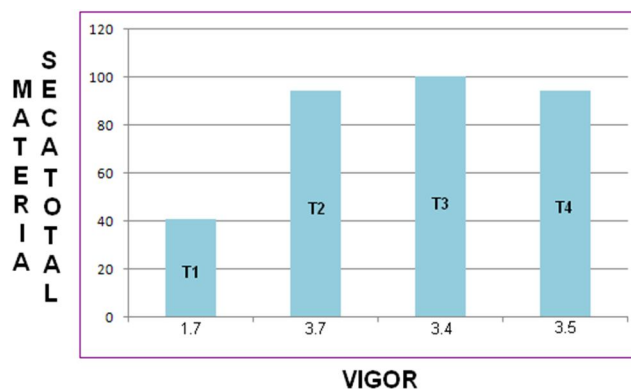
a modificar su metabolismo para trasladar carbohidratos de reserva y rebrotar, lo que se repercute en un mayor tiempo de su ciclo fenológico. Ver figura 13.

Figura 13. Vigor vs Altura de corte



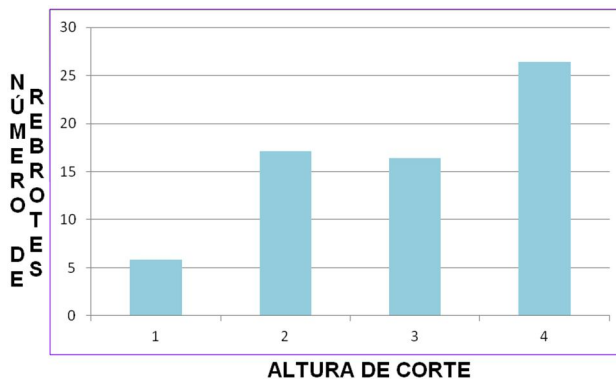
**1.1.17 Variable Vigor - Materia Seca Total** Las variables materia seca total (MST) y vigor poseen una correlación significativa con un valor de 0.63, lo cual indica que las plantas vigorosas, con un excelente desarrollo; tiene una mayor producción de materia seca total. La figura 14 muestra la interacción que hubo entre estas dos variables evaluadas, como se puede observar los tratamientos T2, T3 y T4 arrojaron los mayores porcentajes para la variable MST. Esto se debe a que plantas vigorosas, poseen una mayor altura y mayor número de yemas, rebrotes, ramas y hojas que finalmente se convierten en una mayor producción de materia seca (Burbano y Tróchez 2010).

Figura 14. Vigor vs Materia Seca Total



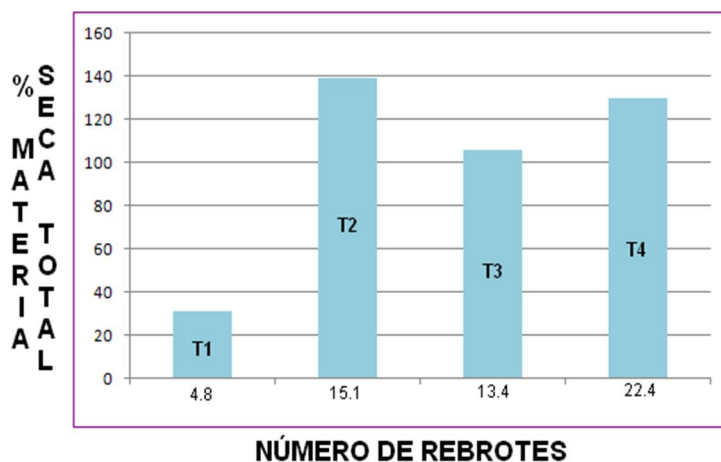
**1.1.18 Variable Número de Rebrote – Altura de Corte** Las variables altura de corte y número de rebrotes presentaron una correlación de 0.41, por lo que se asume que a mayor altura de corte se favorece el número de rebrotes. Figura 15.

Figura 15. Comportamiento de la variable número de rebrotes a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*, mediante prueba de Duncan.



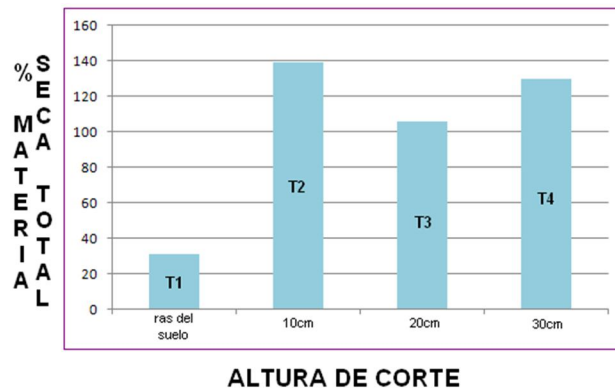
**1.1.19 Variable Rebrote - Materia Seca Total** El estudio manifestó que existe una correlación significativa de 0.53 para las variables número de rebrotes y materia seca total, significa que a mayor número de rebrotes, mayor cantidad de biomasa y por tanto mayor producción de materia seca total. Ver figura 16.

Figura 16. Producción de materia seca vs número de rebrotes



**1.1.20 Variable Altura de Corte- Materia Seca Total** Como se puede observar en la matriz de correlación de Pearson (cuadro 9) las variables de producción de materia seca total y altura de corte se correlacionan en 0.71 con un alto nivel de significancia, lo cual indica que las plantas de *Tithonia diversifolia* manifiestan una respuesta favorable a una altura de corte diferente a la utilizada en el tratamiento 1 (corte al ras del suelo). Esto se debe a los carbohidratos de reserva que posee la planta se ven afectados (Medina y García 2009) y por ende la producción de follaje. Ver figura 17.

Figura 17. Comportamiento de la variable materia seca a diferentes alturas de corte en *Tithonia diversifolia*, mediante prueba de Duncan.



## CONCLUSIONES

Para la producción de forraje la altura ideal de corte para *T. diversifolia* es a 10 cm del suelo, se obtiene mayor producción de materia seca, mientras que el mayor número de rebrotes por planta se obtiene a una altura de corte de 30 cm.

Las alturas de corte a 10, 20 y 30 cm responden mejor a una mayor producción de materia seca, obteniéndose una producción anual por hectárea de 11 a 14 toneladas; El corte al ras del suelo no permite una buena recuperación de la planta y la producción de materia seca que se obtiene es baja (alrededor de 3 ton/ha/año).

El cultivo de *Tithonia diversifolia* con técnicas de manejo básico no presenta problemas fitosanitarios de consideración.

## RECOMENDACIONES

Botón de oro en cultivos para corte y acarreo puede ser cortado entre 10 y 30 cm porque a estas alturas se obtiene mejor capacidad de rebrote y producción de materia seca

Se recomienda incluir en las unidades productivas especies forrajeras, que permitan minimizar costos de producción y tener alimento disponible en épocas de escasez.

Es necesario que se realicen estudios en los que se evalué el comportamiento de *Tithonia diversifolia* al ser sometida a ramoneo (capacidad de recuperación, cantidad de forraje producido, etc).

## BIBLIOGRAFIA

ABASCAL, J. (1984). Manual de métodos de ensayo de vigor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 72 p.

BURBANO Edwin, TRÓCHEZ Loreimer (2010). Respuesta a diferentes edades de rebrote de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Trabajo de grado (Ingeniería Agropecuaria), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. 28-63p.

GALVEZ A L (1995) Cuyes, lombrices, forrajes y manejo de microcuencas en Matituy - Nariño. Memorias IV Seminario Internacional sobre Sistemas Pecuarios Sostenibles para las montañas tropicales. Editado por CIPAV y CENDI. Cali, Colombia.

GÓMEZ María Elena, RODRÍGUEZ Lylian, MURGUEITIO Enrique, RÍOS Clara Inés, ROSALES Mauricio, MOLINA Carlos, MOLINA Enrique, MOLINA Juan Pablo (junio de 2002). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente de proteica. Fundación CIPAV. Tercera edición, Cali - Colombia. 35-69p.

HERNÁNDEZ I, MILERA M, SIMÓN L, HERNÁNDEZ D, IGLESIAS J, LAMELA L, TORAL O, MATÍAS C y GERALDINE F. (1998). Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. Conferencia electrónica de la FAO\_CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 4.

HERNÁNDEZ, A. (2008). Factores agronómicos que influyen en la producción de *Tithonia diversifolia* en la provincia de Matanzas. Trabajo de Curso. EEPF «Indio Hatuey»-Sede Universitaria de Perico. Matanzas, Cuba. 23 p.

<http://www.galeon.com/colposfes/z/est501/dca/dca.htm>

International Seed Testing Association. (1977). Rules for Testing Seeds. 176p.

MAHECHA L. y M. ROSALES (1999). Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hems). Gray en la producción animal en el trópico. Fundación CIPAV. Cali, Colombia.



MEDINA María, GARCÍA Danny, GONZÁLEZ Miriam, COVA Luis, MORATINOS Pedro (2009). Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Trujillo, Venezuela. 19-25p.

NASH, D.L. & WILLIAMS, L.O. (Eds.), (1976). Flora of Guatemala, Compositae. Part XII. Fieldiana Botany. 24-96p.

NAVARRO F Y RODRÍGUEZ E (1990). Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.

PÉREZ, MONTEJO, IGLESIAS, LÓPEZ, MARTÍN, GARCÍA, MILIÁN IDOLKIS, HERNÁNDEZ (Ene-Mar, 2009). Pastos y Forrajes. Vol 32. Matanzas, Cuba. 8-12p

Ramírez, U. *et al.* (2006). Productividad agronómica del arbusto forrajero *Tithonia diversifolia* en Yucatán, México. Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 35p.

RÍOS C I (1993). Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - IMCA - CIPAV. Informe de avance. Cali, Colombia. 81-83 p.

RÍOS C I (1997). Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. 2da edición. Colciencias - CIPAV. Cali, Colombia. 115-126 p.

Ríos CI. (1998). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 14.

Ríos C I y Salazar A, (1994). *Tithonia diversifolia* (Hemsl) gray una fuente proteica alternativa para el trópico. Primera parte. En proceso para ser publicado.

RÍOS C I Y SALAZAR A (1995). *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico. Livestock Research for Rural Development Vol 6 No 3. 75-87 p.

ROIG y MESA JT. (1974). Plantas Medicinales, Aromáticas y Venenosas de Cuba. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 53-96p.

SOLARTE A (1994) Experiencias de investigación participativa en sistemas de Producción Animal en dos zonas del Valle del Cauca. Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Cali, Colombia 49-72 p.

TOLEDO J. (1982). Manual para la evaluación agronómica. CIAT: Red internacional de pastos tropicales. Cali, Colombia. 27-47p.

VARGAS J E (1992). Evaluación de la aceptación del botón de oro en la dieta de las ovejas de pelo. Documento sin publicar.

VILLALVA S. (1996). Plagas y enfermedades de jardines. Mundi-Prensa

VILLASEÑOR R., J. L. y F. J. ESPINOSA G., (1998). Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 39p.

WANJAU S, MUKALAMA J y THIJSEN R. (Marzo de 1998). Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. Boletín de ILEIA. 25 p.