



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS  
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE**

**URACCAN**

**Monografía**

**Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento  
de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en condiciones  
de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017**

**Para Optar al Título de  
Ingeniero en Zootecnia**

**Autores:**

**Ángel Ernesto López Guzmán**

**Lidio José Díaz Jarquín**

**Tutor:**

**MSc. Wilson Calero Borge**

**Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, mayo 2018**



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS  
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE  
URACCAN**

**Monografía**

**Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento  
de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en condiciones  
de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017**

**Para Optar al Título de  
Ingeniero en Zootecnia**

**Autores:**

**Ángel Ernesto López Guzmán**

**Lidio José Díaz Jarquín**

**Tutor:**

**MSc. Wilson Calero Borge**

**Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, mayo 2018**

A nuestro creador y Padre Celestial por habernos dado la fuerza, voluntad e inspiración por el entendimiento y la sabiduría para poder culminar esta tesis.

Así como también dedicamos nuestro triunfo a todos los estudiantes que han muerto por encontrar la democracia y la justicia en todo el pueblo Nicaragüense.

Al Dios dueño de todo lo que existe y existirá, que con gran misericordia estuvo con nosotros en cada momento llenándonos de su sabiduría, amor y comprensión para ser pacientes en este largo tiempo que estuvimos y en los momentos más difíciles en este proceso de realización de este trabajo.

Por eso dedicamos este logro al creador del universo nuestro Dios y merecedor de todo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por habernos dado vida y cumplir el sueño de culminar nuestra carrera. A nuestro tutor MSc. Wilson Antonio Calero Borge, que con mucha dedicación y conocimientos proporcionados fue posible la culminación de esta tesis y al Ing. Carlos Álvarez Amador, por su ayuda para el procesamiento de los datos y asesoramiento.

A todos los docentes del área de Recursos Naturales y Medio Ambiente; a la universidad URACCAN por darnos la oportunidad de estudiar en esta gran casa de estudios en estos largos cinco años. A la familia, en especial a nuestras madres; María Catalina Jarquín Marín y María Antonia López Guzmán, que con su apoyo incondicional a lo largo de nuestra trayectoria educativa y formación profesional han hecho posible que nuestro sueño se haga realidad.

Yo, Ángel Ernesto López Guzmán, agradezco en especial a mi familia A mi “Madre” por el apoyo incondicional y sus oraciones contantes; al Sr. Carlos Alberto Domínguez Medina, y la MSc. Maricela Espinoza Valerio; todos han sido parte fundamental para la realización de este gran esperado sueño de obtener mi título de Ingeniero en Zootecnia.

Yo, Lidio José Díaz Jarquín, agradezco en especial a mi familia que siempre estuvo conmigo, a mi “Madre” por su apoyo incondicional, a

mi “Padre” por ser indispensable en mi vida y a mi “Hermano”, a ellos por los logros que he alcanzado, agradezco a todos mis amigos que me ayudaron de una u otra forma a alcanzar mis metas.

## Resumen

La producción de forrajes, como fuente principal de alimentación para bovinos, ha generado proteína de alta calidad en carne y leche para satisfacer las necesidades humanas. La elección de forrajes no sólo debe basarse en las virtudes agronómicas, sino también en su valor nutricional, palatabilidad para el ganado en este sentido se evaluaron los efectos de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento vegetativo de la forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***) en condiciones de vivero, los cuales fueron comparados con un testigo (sin abono orgánico), el experimento consistió en un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), evaluado en esquejes de 30 cm de largo con 4 nudos, los cuales se manejaron en vivero en bolsas de 4x8 pulgadas, con proporciones de 30% de abono orgánico y 70% de tierra común, se evaluaron tres réplicas por tratamiento, cada réplica consistió en 49 plantas, con un área útil de 9 plantas, para un total 588 plantas en el ensayo y 108 de área útil.

Los datos se procesaron en el programa **InfoStat**, sometiéndose al análisis de varianza para lograr la separación de medias de acuerdo con la prueba LSD Fisher. El mayor crecimiento de plántulas botón de oro (***Tithonia diversifolia***) se obtiene cuando se aplica el abono orgánico Lombrihumus. La producción de materia verde de las hojas se incrementa en un 58.62 gr cuando se aplica Lombrihumus, y 47.61 gr cuando se aplica Bokashi. La mayor producción de materia verde de tallos se obtuvo mediante la aplicación de Lombrihumus con 86.18

gr. Los abonos orgánicos no tuvieron efecto en la producción de materia seca de (***Tithonia Diversifolia***) en términos numéricos existe un ligero efecto de los sustratos 18.96 gr Testigo, 14.31 gr Lombrihumus, 14.98 gr Compost y 13.72 gr Bokashi. Los mayores valores de incremento de área foliar se obtuvieron mediante la aplicación de Lombrihumus con 103.33 cm<sup>2</sup> de incremento de área foliar y 95.67cm<sup>2</sup> cuando se le aplica Compost. Se recomienda el uso de los abonos orgánicos para promover el crecimiento rápido de la Tithonia diversifolia.

**Palabras clave:** fertilizantes orgánicos, crecimiento, Tithonia diversifolia, forrajera, área foliar

## INDICE

I. Introducción .....	1
II. Objetivos .....	3
2.1. General.....	3
2.2. Específicos .....	3
III. Hipótesis.....	4
IV. Marco teórico .....	5
4.1. Generalidades de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	5
4.1.1. Origen.....	5
4.1.2. Distribución .....	5
4.1.3. <i>Tabla 1. Clasificación taxonómica de botón de oro</i> <i>(Tithonia diversifolia)</i> .....	6
4.1.4. Descripción de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	6
4.1.5. Variedades de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	7
4.2. Contenido Nutricional .....	7
4.3. Digestibilidad .....	8
4.3.1. Concepto .....	8
4.3.2. Cómo se mide .....	8
4.3.3. Digestibilidad de esta forrajera .....	8
4.4. Aspectos agronómicos .....	10
4.5. Producción de forraje .....	10
4.6. Inclusión en la dieta de los animales .....	12
4.7 Composición bromatológica .....	13
4.8 Usos de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	14
4.9. Formas de reproducción de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	14
4.10. Fertilizantes orgánicos.....	15

4.11 Tipos de fertilizantes orgánicos .....	18
V. Metodología y materiales .....	27
5.1. Ubicación del estudio .....	27
5.2. Enfoque de la investigación.....	27
5.3. Tipo de investigación.....	27
5.4. Población .....	28
5.5. Muestra .....	28
5.6 .Tipo de ensayo.....	28
5.7. Establecimiento del diseño en campo .....	28
5.8 Descripción de los tratamientos.....	29
5.9 Manejo del ensayo .....	29
5.10 Variables medidas .....	30
5.11 <i>Tabla 7. Operacionalización de variables</i> .....	36
5.12 Materiales.....	37
5.13 Procesamiento de los datos .....	38
VI. Resultados y discusión.....	39
6.1 <i>Sobrevivencia del material vegetativo de Tithonia diversifolia en condiciones de vivero</i> .....	39
6.1.1 <i>Sobrevivencia de plántulas Tithonia diversifolia</i> .....	39
6.2 <i>Área foliar de plántulas botón de oro Tithonia diversifolia en condiciones de vivero</i> .....	41
6.2.1 <i>Área foliar de Tithonia diversifolia</i> .....	41
6.2.2 <i>Cantidad de hojas de Tithonia diversifolia</i> .....	43
6.2.3 <i>Ancho de hojas de plántulas botón de oro Tithonia diversifolia</i> .....	44

6.2.4 Largo de hojas de plántulas botón de oro <i>Tithonia diversifolia</i> .....	45
6.3 Crecimiento vegetativo de plántulas <i>Tithonia diversifolia</i> en condiciones de vivero.....	46
6.3.1 Diámetro de tallos de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	46
6.3.2 Altura de plántulas <i>Tithonia diversifolia</i> .....	47
6.3.4 Biomasa fresca de hojas de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	50
6.3.5 Relación Hoja/Tallo de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	51
6.4 Sistema radicular de la forrajera <i>Tithonia diversifolia</i> botón de oro en condiciones de vivero.....	53
6.4 .1 Cantidad de raíces por planta de <i>Tithonia diversifolia</i> ...53	
6.4.2 Longitud de raíces de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	55
6.4.3 Biomasa fresca de raíces de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	56
6.4.4 Biomasa fresca de tallos de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	57
6.5 Materia seca de plántulas de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	58
VII. Conclusiones.....	60
VIII. Recomendaciones.....	62
IX. Referencias .....	64
X. Anexos .....	72
Anexo 1. Esquema del ensayo .....	72
Anexo 2. Medición del número de hojas .....	73
Anexo 3. Medición altura de plantas.....	74
Anexo 4. Medición de diámetro de tallos .....	75
Anexo 5. Medición del área foliar .....	76
Anexo 6. Determinación de materia seca en muestras de <i>Tithonia diversifolia</i> .....	77

Anexo 7. Galería de Imágenes .....	78
AVAL DEL TUTOR.....	80

## **I. Introducción**

En Nicaragua los problemas de escases de alimentos para alimentación bovina es un factor que causa grandes pérdidas en la producción ganadera, asociadas al cambio climático y el tipo de prácticas agropecuarias que utilizan los productores del país.

Los abonos orgánicos ayudan a mejorar la estructura de los suelos, favorecen la retención de humedad, haciéndose más sueltos por lo tanto las plantas no sufren en las épocas secas. Mantienen un alto nivel de vida micro bacteriana es decir dan comida y sustentan la vida de millones de hongos y bacterias. Estos microorganismos viven en el suelo, son los verdaderos trabajadores del campo y dan fertilidad a la tierra, mejorando la infiltración del agua y la respiración de la tierra a este fenómeno se le llamo evapo transpiración según Sánchez (1995) citado por Prado y Rocha (2004).

La ganadería en el territorio de Nueva Guinea es de sistema de pastoreo extensivo y semi extensivo dependen exclusivamente del forraje y ciertas leguminosas que se encuentran en los potreros y no utilizan un sistema de alternativas de verano que vengan a mejorar sus índices de producción y reproducción.

La mayoría de los suelos de Nueva Guinea dedicados para pasturas son de fertilidad media a baja y acidez alta (5.5 a 5 pH), esto incide en que las pasturas tengan una baja producción de forraje y un

deterioro acelerado, lo que trae como consecuencia la baja producción láctea y cárnica en la ganadería (Prado y Rocha, 2004).

Esto significa que haciendo uso de la forrajera (*Tithonia diversifolia*) los problemas de disponibilidad de alimentos se mitigarían, en gran parte, por los atributos que tiene esta forrajera de alto contenido de proteína y las altas producciones de materia verde, valiéndose de que no se ve afectado por el pH, tal como sucede en las pasturas, implementando el uso de esta forrajera se tendrán resultados positivos en las unidades de producción.

La universidad URACCAN, mediante el Laboratorio Natural, está impulsando la investigación relacionada con el sector agropecuario, como es la importancia de las forrajeras en especial botón de oro, con esto se pretende tener un impacto positivo para el sector pecuario de la zona, así como para la comunidad universitaria en general, pues servirá como un referente para futuras investigaciones relacionadas con esta temática.

## II. Objetivos

### 2.1. General

2.1.1. Determinar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento vegetativo de la forrajera Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en condiciones de vivero, 2017.

### 2.2. Específicos

2.2.1. Identificar la sobrevivencia del material vegetativo de la forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***) mediante la aplicación de tres fertilizantes orgánicos en condiciones de vivero.

2.2.2. Valorar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento vegetativo de la planta forrajera Botón de oro (***Tithonia diversifolia***).

2.2.3. Evaluar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el incremento del área foliar de la especie Botón de oro (***Tithonia diversifolia***).

2.2.4. Estimar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el desarrollo radicular de la especie Botón de oro (***Tithonia diversifolia***).

### III. Hipótesis

**Ha:** El abono orgánico Lombrihumus tendrá los mayores efectos en el crecimiento vegetativo de la planta forrajera ***Tithonia diversifolia*** en condiciones de aviveramiento.

**Ho:** El abono orgánico Lombrihumus no ejercerá los mayores efectos en el crecimiento vegetativo de la a planta forrajera ***Tithonia diversifolia*** en condiciones de avive amiento.

## **IV. Marco teórico**

### **4.1. Generalidades de *Tithonia diversifolia***

#### **4.1.1. Origen**

En un estudio realizado por Pérez, et al. (2009) se expone que es originaria de Centroamérica, pero se encuentra ampliamente distribuido en el área tropical de diferentes continentes, lo que le confiere una gran plasticidad ecológica lo que significa que esta planta tiene la capacidad de tolerar suelos con pH bajo, suelos arcillosos con poco drenaje. *Tithonia diversifolia* es una planta herbácea o arbustiva robusta, conocida con diversos nombres comunes que identifican o manifiestan su amplitud de usos benéficos o características parecidas a otras plantas como son árbol maravilla, falso girasol y árnica de la tierra, entre otros.

#### **4.1.2. Distribución**

Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical; se tienen reportes del Sur de México, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylán, Cuba y Colombia, expuesto por Roig y Mesa (1974) y Nash en (1976).

**4.1.3. Tabla 1. Clasificación taxonómica de botón de oro (*Tithonia diversifolia*)**

REINO	PLANTAE
Subreino	Traqueobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Tithonia
Especie	Tithonia diversifolia

**Fuente:** Olmedo (2009)

**4.1.4. Descripción de *Tithonia diversifolia***

Nash, (1976) citado por Ríos (s.f) plantea que:

*Tithonia diversifolia* es una planta herbácea 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 (p.1).

#### 4.1.5. Variedades de *Tithonia diversifolia*

La familia Asterácea posee unas 15.000 especies distribuidas por todo el mundo (Gómez y Rivera, 1987).

El género *Tithonia* comprende diez especies originarias de Centro América. ***Tithonia diversifolia*** fue introducida a Filipinas, la India y Ceilán (Nash1997).

También se registra en el Sur de México, Guatemala, Honduras, Salvador, Costa Rica, Panamá (Nash, 1976), Cuba (Roig y Mesa, 1974), Venezuela (Adolfo Cardozo, profesor UNELLEZ, Venezuela, comunicación personal) y Colombia (Ríos, 1993).

#### 4.2. Contenido Nutricional

*Tithonia diversifolia* ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno, fibra bruta del 31.6 % a los sesenta días de edad (Medina, 2009).

Según Ibrahim (2005) una de las características más sobresalientes en esta planta es el valor nutricional del follaje, puede acumular tanta proteína en sus hojas (hasta 33%) como las leguminosas.

Posee altos contenidos de fósforo y tiene, además, alta digestibilidad de materia seca y presencia de aceites en hojas y flores. Además, presenta un 39,8% de azúcares totales y puede alcanzar alta concentración de carbono en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año (Ruíz, et al. (2012).

### 4.3. Digestibilidad

#### 4.3.1. Concepto

En una investigación de McDonald (1986), define la digestibilidad de un alimento como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido.

#### 4.3.2. Cómo se mide

Según Lascan (1990) determina que la digestibilidad se puede medir habitualmente como digestibilidad aparente o real" según la siguiente ecuación:

$$DA = \frac{CMS - CME}{CMI} * 100$$

**Donde:**

**DA:** Digestibilidad Aparente

**CMS:** Cantidad de Materia Seca

**CME:** Cantidad de Materia Excretada

**CMI:** Cantidad de Materia Ingerida

#### 4.3.3. Digestibilidad de esta forrajera

Según Medina (2009) citado por Gallego, Mahecha y Ángulo (2014) quienes reportaron valores para la digestibilidad ruminal entre 68,93% y 73,73%, refiriendo que no se vio afectada por el contenido de metabolitos secundarios de la planta. Basados en estos estudios

se puede decir que se tendrán resultados exitosos al implementar en la dieta de los bovinos la forrajera botón de oro.

La digestibilidad es la base de las metodologías de evaluación de los alimentos, por definición, es la fracción de alimento consumido que no aparece en las heces y por lo tanto se absorbe en el tracto gastrointestinal (Stein, 2007).

Así mismo la digestibilidad sirve como una medida para determinar la calidad de la dieta y de las materias primas utilizadas en ella, la disponibilidad de los nutrientes que las constituyen, la importancia que tienen estos en la salud de los animales, su desempeño y las características de las heces, además sirve como soporte para el cálculo de los requerimientos nutricionales (Harmon, 2007).

*Tithonia diversifolia* se identificó como un material con una alta degradación de la materia seca a nivel ruminal en 24 horas, 149% con relación a un patrón de cascarilla de soya y, un contenido de proteína entre el 21 y 25%. Por estas razones se considera que puede ser una especie con potencial para alimentación de animales monogástricos (Vargas, 1996). En otro trabajo se encontró una alta degradabilidad de la materia seca, especialmente a las 24 horas. La degradabilidad fue de 33, 50, 83 y 90% a las 0, 12, 24 y 48 horas respectivamente (Rosales, 1996).

#### 4.4. Aspectos agronómicos

**Tabla 2.** Aspectos agronómicos que tomar en cuenta para la siembra de *Tithonia diversifolia*.

PRECIPITACIÓN	800 – 5,000 mm año
Rango de temperatura	23 a 27 °C
pH del suelo	4,5 a 8,0
Adaptación	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos. Suelos pesados con mediana saturación de iones de aluminio o hierro y bajo contenido de fósforo.
Restricciones	Saturación con iones de aluminio, suelos encharcados
Fertilidad del suelo	Baja a alta

**Fuente:** Solarte, (2013)

#### 4.5. Producción de forraje

Según Lezcano et al, (2012); esta especie tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal, entre las que se pueden mencionar su fácil establecimiento, resistencia al corte frecuente, tolerancia a suelos pobres, una producción aproximada de 55 toneladas de materia seca por hectárea por año.

En un estudio en Panamá, en una zona de trópico sub húmedo, los rendimientos de materia seca de botón de oro encontrados variaron entre 1628, 5082 y 8759 kg MS/ha con frecuencias de corte de 8,

12 y 16 semanas respectivamente (Polo, 2008, citado por Chiari, 2015).

Mahecha y Rosales (2005) resaltan el potencial de ***Tithonia diversifolia*** como forrajera, pues sin ser leguminosa, presenta un forraje de alto valor nutritivo, con altos contenidos de proteína, minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites tanto en hojas como en flores y un porcentaje de azúcares totales del 39.80%; puede alcanzar una alta concentración de carbono (C) en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año.

La producción de biomasa puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo (Mahecha, 1998).

En este mismo punto Gallego, Mahecha y Arizala (2014) afirman que puede producir hasta 275 toneladas de material verde (unas 55 toneladas de materia seca) por hectárea por año.

Es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema (Lezcano, 2012), con estos aportes se puede afirmar que esta forrajera será de mucha importancia que sea introducida en todos los hatos ganaderos de la zona y del país, por todas las ventajas antes mencionadas, y por los sistemas de producción que predominan en nuestra zona.

Según Ruíz (2012) en estudios hechos en Colombia alcanzó mayor rendimiento de *Tithonia* a distancias de 0.50 m entre surco para ambas épocas del año y la plantación debe ser cortada a alturas entre 10 y 15 cm, con frecuencia de corte de 60 y 80 días en la estación de lluvia y seca, respectivamente.

#### **4.6 Inclusión en la dieta de los animales**

En un estudio realizado por Gallego, Mahecha y Angulo (2014) afirman que el uso de *Tithonia diversifolia* en la producción de leche es relevante debido a sus nutrientes y la presencia de taninos, y derivado de esto, por la posible mejoría de la fermentación, lo que implica una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes de la dieta. Sin embargo, aún no se referencian estudios que evidencien realmente todos los beneficios que se podrían tener al usar esta planta en la alimentación de vacas lecheras (p. 402).

En ovejas, se han alcanzado consumos de 1.67 kg de forraje/cabra/día en base fresca, en estado de prefloración, equivalentes a 712 gramos en base seca (Mahecha, 1998). Es de suma importancia por la razón de que en nuestra zona también existen muchos productores que se dedican a la cría de ganado menor, y es mucha importancia la introducción de la forrajera botón de oro, por el hábito alimenticio que tiene los pelibuey, cabras y ovejas.

En algunas fincas en Panamá se utiliza Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado

para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo, tallo de caña y pasto elefante.

#### 4.7 Composición bromatológica

**Tabla 3** .Análisis proximal, nutrientes digestibles totales y minerales de la materia seca de *Tithonia diversifolia*, de acuerdo a su estado vegetativo (%).

<b>Variables nutricional</b>	<b>30 días despu</b>	<b>Prefloraci ón 50 días</b>	<b>Floració n media 60 días</b>	<b>Floració n complet</b>	<b>Pasada la floració</b>
Materia seca	14.1	17.22	17.25	17.75	23.25
Proteína	28.51	27.48	22.0	20.2	14.84
Fibra cruda	3.83	2.5	1.63	3.3	2.7
Extracto Etéreo	1.93	2.27	2.39	2.26	2.43
Cenizas	15.66	15.05	12.72	12.7	9.42
Extracto no	50	52.7	61.4	61.5	65.6
NDT	48	46.8	46	46	45
Minerales					
Calcio	2.3	2.14	2.47	2.4	1.96
Fosforo	0.38	0.35	0.36	0.36	0.32
Magnesio	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06

**Fuente:** Olmedo (2009)

## **4.8 Usos de *Tithonia diversifolia***

### **Alimentación Bovina**

El botón de oro de acuerdo con Ruíz (2012) 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 anti nutricionales como fenoles y taninos. El follaje de botón de oro es rico en nitrógeno total, buena parte del cual está presente en aminoácidos y, en baja proporción, está ligado a la fibra dietética insoluble. Su concentración de proteína (de 18,9 a 28,8%) es comparable a la de otras especies forrajeras utilizadas para alimentación de rumiantes tales como el Matarratón *Gliricidia sepium* (25%), *Leucaena leucocephala* (22,2 %) y cámbulo o cachimbo *Eritrina poeppigiana* (21,4%). (Botón de oro y ganadería (p.4).

## **4.9. Formas de reproducción de *Tithonia diversifolia***

### **4.9.1 Asexual (estaca)**

La propagación puede realizarse por estaca o por semilla. Se han utilizado estacas de 20 a 30 cm de largo, de la parte media de tallos verdes; esto permite un enraizamiento rápido.

En un ensayo de propagación vegetativa realizada en la granja del IMCA, Buga (Valle del Cauca), se utilizaron estacas del primer tercio o parte más leñosa del tallo, del segundo tercio o zona intermedia y último tercio, o parte más tierna del tallo vegetativo proveniente de

plantas sin florecer tomando tallos aproximadamente 50 cm de longitud, 2.0 a 3.5 cm de diámetro y que poseen 4 a 5 yemas. Estos son sembrados de manera horizontal o inclinada sin cubrirlos totalmente de tierra (Navarro y Rodríguez 1990).

#### **4.9.2 Sexual (semilla)**

La semilla puede sembrarse en semillero o directamente en el campo. Se han hecho investigaciones, sobre reproducción de *Tithonia diversifolia* por semilla y los resultados no son tan relevantes, en el sentido que las semillas de esta planta tienen una baja viabilidad, que anda entre el 10% y el 15%, lo que significa que para su reproducción es muy lenta, y se opta por la reproducción por estacas, que se han alcanzado hasta 98% de efectividad de propagación con este método (Rodríguez 1990).

### **4.10. Fertilizantes orgánicos**

#### **4.10.1 Origen de los abonos orgánicos**

Desde hace años, los chinos han recogido y compostado las materias de sus jardines de sus campos y de sus casas, incluyendo materias fecales. En el oriente, existen lugares dispuestos para recoger las basuras urbanas: unos residuos se queman y con los otros se hacía compost.

Después de la primera Guerra Mundial, surgió con mayor auge los abonos populares, para su utilización en la agricultura. En los últimos

años se ha puesto de manifiesto tales abonos orgánicos químicos empobrecen la tierra a medio plazo (Sagarpa, 2012) Citado por López y Miranda (2015).

#### **4.10.2 Importancia de los abonos orgánicos**

Según el Fondo para la Protección del Agua (FONAG), 2010. La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

Según Pastrana (1999), citado por Veliz (2014), en la naturaleza, nada se desecha, todo se recicla. Lo que sale de la tierra vuelve a ella en forma de excremento. Aprendiendo de la naturaleza la sabiduría secular ha respetado estos ciclos manteniendo la fertilidad de la tierra basándose en abonados orgánicos precedentes de materiales orgánicos.

UNAM (2008) citado por Veliz (2014), en su artículo Importancia de los abonos orgánicos, menciona que la aplicación de materia orgánica aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos en el suelo. Los cuales son asimilados de mejor manera por las plantas para su crecimiento y reproducción.

### **4.10.3 Ventajas de los fertilizantes orgánicos**

Según Cervantes (2013) citado por López y Miranda (2015)

- Permiten aprovechar residuos orgánicos
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como mejoran la capacidad de absorber el agua.
- Suelen necesitar menos energía para su elaboración.
- Los abonos orgánicos poseen la gran ventaja de aportar nutrientes en forma natural sin exponer a la planta al riesgo de quemarla por exceso.
- Pueden ser aplicados en distintas épocas del año ya que la liberación es lenta y gradual y se va produciendo naturalmente con los riegos y las lluvias.
- Ayuda a mejorar la estructura del suelo, alivianan aquellos suelos muy pesados y mejoran la retención de agua y nutrientes en los suelos muy arenosos.

### **4.10.4 Desventajas de los fertilizantes orgánicos**

- En algunos casos pueden ser fuentes de algunos patógenos si no son adecuadamente tratados.
- No se sabe con exactitud que nutrientes van estar disponibles para las plantas por que la velocidad con que son liberados depende de muchos factores, como es el pH, temperaturas y humedad.

- El estiércol seco, mantillos de hojas y otros abonos orgánicos pueden ser más fáciles de desestructurar uniformemente, y los nutrientes no estarán disponibles hasta que las bacterias los trasformen. Por lo tanto, es recomendable incorporarlos a la tierra unas semanas o meses antes de plantar.

## **4.11 Tipos de fertilizantes orgánicos**

### **4.11.1 Lombrihumus**

Es un abono orgánico, producido por la digestión de la Lombriz Roja Californiana y africana, mediante el consumo de materia orgánica. Este se presenta en un producto desmenuzable, ligero y sin olor. se puede usar en todo tipo de plantas como abono orgánico sin tener el riesgo de afectarlas o matarlas por recalentamiento (Ampié 2010) citado por López y Miranda (2015).

El humus de la lombriz está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependen de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de las lombrices (Maldonado, 2010).

El lombrihumus se destaca por su alta disponibilidad de fósforo. Este una vez procesado por las lombrices podrán dejarse madurar, almacenándose en buenas condiciones por algunos meses, este proceso de maduración incrementa el nivel de sustancias altamente estables (Fischerworrying, 2000 citado por Prado y Rocha, 2004).

**Tabla 4.** Composición química del Lombriz humus

Elementos	Cantidad	U/M
Materia Orgánica	79.79	%
Nitrógeno	2.91	%
Fosforo	2.01	%
Potasio	1.80	%
Calcio	4.6	%
Magnesio	0.64	%
Hierro	0.60	%
Manganeso	228	Ppm
Cobre	401	Ppm
Zinc	133	Ppm
Cobalto	13	Ppm

**Fuente:** (Ramírez 2000) citado por (López y Miranda 2015)

Quienes exponen que estos son los principales elementos que contiene el Lombrhumus, los cuales ayudan a la recuperación de las propiedades del suelo y proporcionan una dieta completa a las plantas.

#### 4.11.2. Propiedades químicas

- Incrementa la eficiencia de la fertilización.
- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.

- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan las plantas González (2010) citado por Lopez y Miranda, (2015).

#### **4.11.3. Propiedades Físicas**

- No se pierde el nitrógeno por la descomposición.
- Es muy concentrado (1 tonelada de humus de lombriz equivale a diez toneladas de estiércol.
- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente, mejora su porosidad.
- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica. (González, 2010 citado por López y Miranda 2015)

#### **4.11.4. Propiedades biológicas**

- Incorporado en el trasplante, reduce el "shock" postransplante.
  - Favorece la formación de micorrizas.
  - Aumenta la flora microbiana beneficiosa.
- Aumenta la resistencia de las plantas, plagas y enfermedades (Ferré, Palomino y Ramos 2016) p.23)

## **4.12 Compost**

Según la biblioteca del Campo (2002) el compost es un material del resultado de la descomposición aerobia de restos vegetales y animales, el cual, cuando se produce y mantiene en condiciones apropiadas aportan al suelo nutrientes y factores que activan las funciones biológicas de suelos, microorganismos y plantas. En algunos casos, en el proceso de fabricación del compost, se agregan correctores minerales con el fin de hacer más completa su acción en la nutrición del suelo; así mismo, es frecuente la adición de microorganismos como activadores de la función viva del suelo.

### **4.12.1 Ventajas del Compost**

Seguro para aplicarlo al cultivo porque es relativamente libre de patógenos y no causa la inanición de nitrógeno. En el Compost la mineralización total asegura un suministro de minerales en estado ionizado y la temperatura alta en el proceso asegura la eliminación de microorganismos que podrían competir por los nutrientes (Shintani, Leblanc y Tabora, (2000).

### **4.12.2 Desventajas del Compost**

Se necesita gran cantidad de materia orgánica para producir un volumen suficiente para la finca; además se necesita mucho tiempo para su producción y en el proceso de descomposición se pierde gran parte del contenido nutricional y energético (Shintani, Leblanc y Tabora, 2000)

### **4.12.3 Propiedades Químicas**

- Aumenta de la disponibilidad de nitrógeno (N), Fósforo (P), potasio, (K), Hierro (Fe) y azufre (S).
- Incrementa de la eficiencia de fertilización.
- Estabiliza la reacción del suelo (pH) es decir el índice de acidez del suelo.
- Aumenta los macronutrientes y micronutrientes.

Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción e inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas (Ferré, Palomino y Ramos (2016, p. 23)

### **4.12.4 Propiedades Físicas**

- Incentiva la actividad microbiana.
- Actúa como soporte y alimento de los microorganismos,
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- El compost adopta un color oscuro (marrón oscuro o negro), retiene energía calorífica.
- Mejora la porosidad, permeabilidad y aeración del suelo.
- Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua, (Ferré, Palomino y Ramos (2016), p. 23)

**Tabla 5.** Composición Química del Compost

NUTRIENTES	Porcentaje
Humedad	40 – 45
Nitrógeno como N <sub>2</sub>	1.5 – 2
Fósforo como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2 - 2.5
Potasio como K <sub>2</sub> O	1 - 1.5
Materia orgánica	12.92
Relación C/N	10 – 11
Ácidos húmicos	2.5 – 3
pH	6.8 - 7.2
Carbono orgánico	14 - 30
Calcio	2 - 8

**Fuente:** Meléndez (2003)

#### 4.13 El Bokashi

Bokashi es una palabra japonesa que significa materia orgánica fermentada, en buenas condiciones de humedad y temperatura, los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material orgánico, como son los azúcares, almidones, y proteínas liberando sus nutrientes (Hernández, 2009 citado por López y Miranda 2015).

Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente, estable, económico y de fácil preparación. Este abono es producto de un proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de

origen animal y vegetal, el cual es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida.

Luego se descompone la fracción más compleja: celulosa, lignina, lípidos, taninos y ceras. Este proceso, genera energía en forma de calor, que aumenta la temperatura a más de 50°C; por esta razón es importante airear el material, para enfriar la mezcla y así evitar la muerte de los microorganismos

El principal uso que se le da al bokashi es para el mejoramiento del suelo ya que aumenta la diversidad microbiana y la cantidad de materia orgánica (Shintani, 2000)

#### **4.13.1 Ventajas del Bokashi**

Según Galeano (2000), citado por Véliz (2014)

- Mejoramiento de la fertilidad del suelo: la planta se desarrolla bien por la aplicación del Bokashi; mejora su enraizamiento, se robustece y el suelo aumenta su cantidad de macro y micro elementos.
- Reducción de las enfermedades: el cultivo resiste enfermedades, ya que la planta se vigoriza por las sustancias activas fisiológicas producidas por los microorganismos.
- Activación de la planta: durante la fermentación existen microorganismos que realizan un trabajo específico en la degradación de materiales, produciendo sustancias que influyen

en la activación o vigorización de la planta; un buen Bokashi se obtiene por la presencia de sustancias fisiológicamente activas.

- Durabilidad del efecto: el Bokashi no tiene un efecto inmediato como los abonos químicos, pero su efecto es durable, aunque lento.
  - En la preparación del Bokashi se utiliza el humus o suelo virgen, que nunca ha sido cultivado, mitad del total del material, esta tierra tiene la capacidad de retener el nutriente que se pierde con el vapor.
  - No se forman gases tóxicos, ni malos olores.
  - El volumen que se produce se adapta a las necesidades.
  - No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
  - Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos y causantes de enfermedades.
  - El producto se elabora en un período relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días).
  - El producto se utiliza inmediatamente después de preparado.
- Bajo costo de producción. (p. 21)

#### **4.13.2 Desventajas sobre la elaboración y uso del Bokashi**

- Si no se maneja bien el proceso de producción algunos microorganismos patógenos, malos olores e insectos no deseables podrían desarrollarse.
- Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de las plantas.

**Tabla 6.** Composición química del Bokashi sólido

NITRÓGENO	1,23%
Fosforo	2,98%
Potasio	1,05%
Calcio	9,45%
Magnesio	0,62%
Zinc	274ppm
Boro	5,34ppm
Cobre	234ppm
Hierro	11975ppm
Manganeso	345ppm
Sodio	0,062%
Azufre	591,3%
Carbono	12,4%
Humedad	33,56%
Relación C/N	10,1
Materia Orgánica:	21,33ppm

*Fuente:* Ortega (2012)

## **V. Metodología y materiales**

### **5.1. Ubicación del estudio**

La presente investigación es un estudio sobre el efecto que tuvo la forrajera botón de oro (***Tithonia diversifolia***), bajo la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos, la misma se realizó en el Laboratorio Natural de URACCAN ubicado en la colonia Jerusalén, a 9 km de Nueva Guinea, RACCS en un periodo de 2 meses entre diciembre a febrero 2018.

### **5.2. Enfoque de la investigación**

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que permitió generar datos numéricos y resultados estadísticos de cada uno de los tratamientos los cuales se aplicaron a la forrajera botón de oro (***Tithonia diversifolia***).

### **5.3. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es experimental, porque se estableció un diseño experimental en la que se estimuló las respuestas de diversas variables con la aplicación de diferentes tratamientos de abonos orgánicos, esto permitió observar el comportamiento de la forrajera botón de (***Tithonia diversifolia***) una vez aplicados los tratamientos.

#### **5.4. Población**

La población la constituye el total de individuos del área experimental, correspondiendo a 588 plantas de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), distribuidas en un área de 15m<sup>2</sup> de vivero.

#### **5.5. Muestra**

Correspondió al número de plantas que se encontraron en la parcela útil, el cual equivale a 108 plantas de Botón de oro (***Tithonia diversifolia***), distribuidas en un área de 1.92 m<sup>2</sup>, de las cuales se tomaron los datos durante el ensayo.

#### **5.6 .Tipo de ensayo**

El tipo de ensayo que se utilizó es un Diseño Completamente al Azar (D. C. A.) tuvo una duración de 2 meses y se establecieron 3 réplicas por tratamiento para un total de 12 réplicas, el ensayo se estableció con esquejes de *Tithonia diversifolia* como material de reproducción asexual.

#### **5.7. Establecimiento del diseño en campo**

El área del estudio fue bajo condiciones de vivero, se aplicaron cuatro tratamientos con tres réplicas, para un total de 12 parcelas experimentales, el área experimental tuvo una dimensión de 6 metros de largo por 2.50 metros de ancho donde se establecieron 2 bancos con seis parcelas, con dimensiones de 1 metro de ancho por 1 metro de largo para cada tratamiento, con 49 plantas por cada réplica, para un total de 588 plantas en total, se midieron 9 plantas por réplica para un total de 108 plantas..

## **5.8 Descripción de los tratamientos**

Para el presente trabajo se definieron tres tratamientos:

**Tratamiento 1 (T1):** En este tratamiento se aplicó el abono orgánico Lombrihumus elaborado por las lombrices a base de su alimentación con el estiércol de ganado, se hizo una relación 30% lombriz humus, más 70% tierra común.

**Tratamiento 2 (T2):** En este tratamiento se aplicó el abono orgánico Compost elaborado por materia orgánica de materiales: estiércoles, restos de poda, y residuos agropecuarios, se hizo una relación 30% compost más 70% tierra común.

**Tratamiento 3 (T3):** Al igual que los anteriores se aplicó abono orgánico Bokashi, el cual fue elaborado con una diversidad de materiales secos y residuos de cosecha para la aplicación de su dosis la relación fue 30% de Bokashi, 70% tierra común.

**Tratamiento 4 (T4):** Este tratamiento corresponderá al testigo que no se le aplicó ningún tratamiento.

## **5.9 Manejo del ensayo**

**Preparación del área donde se preparó la tierra:** Se limpió el área donde se estableció el ensayo, de tal forma que las bolsas en que se sembraron los esquejes permanecieran en un terreno nivelado y de manera uniforme.

**Preparación del sustrato:** Se procedió con la limpieza del área donde se realizó la remoción, volteo y cernido de la tierra para luego ser combinada con cada tratamiento.

**Llenado de las bolsas:** Esto se realizó pesando el material del tratamiento y combinándose con la tierra de manera que la mezcla se homogenizara y aseguraran las proporciones.

**Sembrado de los esquejes:** Se sembraron estacas de 30 cm de largo preferiblemente que tuvieran entre tres y cinco nudos, con un grosor similar por cada esqueje.

**Medición de las variables:** Después que se estableció el ensayo, la recolección de los datos en campo se realizó con una frecuencia de quince días, durante dos meses. El tamaño del área experimental es de 15 m<sup>2</sup> el tamaño de las parcelas experimentales es de 1 m<sup>2</sup> y un área útil de 0.40 m<sup>2</sup> por parcela experimental.

### **5.10 Variables medidas**

**Área foliar:** Es el área que ocupan las hojas en periodos intermedios de crecimiento, esta se evaluó midiendo 6 hojas de la planta, distribuyendo las mismas en tres estratos (alto, intermedio y bajo), se midió el **largo** y **ancho** de cada hoja, y el número de hojas con una frecuencia 15 días por cada medición.

El cálculo del área foliar se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$A = l * b$$

**Dónde:**

**A:** área (cm<sup>2</sup>)

**L:** largo promedio de las hojas (cm)

**B:** ancho promedio de las hojas (cm)

**Sobrevivencia de las plantas:** Es la cantidad de plantas que sobrevivieron en el estudio, se evaluaron por observación directa y se brindaron en porcentaje.

Se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{pm}{pt} * 100$$

**Dónde:**

**S:** sobrevivencia (%)

**pm:** plantas muertas en el área de estudio

**pt:** plantas totales

**Crecimiento vegetativo:** Es el crecimiento irreversible que experimentan las plantas, este se midió en periodos intermedios de 15 días haciendo uso de una cinta métrica. Tomando en cuenta cuatro parámetros, como subvariables, diámetro del tallo, altura de la planta, biomasa de la planta, relación hoja/tallo.

**Diámetro de tallos:** Es el grosor que tienen los tallos de un vegetal, además es la parte de la planta que crece en sentido contrario de la raíz, sirve de soporte a las ramas o tallos secundarios, hojas, flores y frutos, la cual se midió haciendo uso de una cinta métrica.

- Se calculó con la siguiente ecuación matemática:

$$D: P/\pi$$

**Donde:**

*D: Diámetro (cm)*

*P: Perímetro de tallos*

*$\pi$ : 3.1416*

**Altura de la planta:** Es el crecimiento que experimentan los vegetales al incrementarse el tamaño de tallos hoja, ramas, esta variable se logró mediante la medición de la planta “en centímetros” desde la superficie del suelo hasta el último ápice.

**Biomasa de la planta:** Es la cantidad de materia verde que tiene un vegetal esta se mide en gramos y se hizo mediante el método destructivo al final del experimento, la cual se pesó en las balanzas que se encuentran el laboratorio de biología de la universidad.

**Relación hoja/tallo:** Es la cantidad de forraje que producen las plantas en relación a lo que produce el tallo, esta se hizo al final del estudio, pesándose en gramos en las balanzas del laboratorio de biología de la universidad URACCAN.

Su cálculo se hace mediante la siguiente ecuación:

$$Rh/T = \frac{ph}{pt}$$

### ***Donde***

***Rh/T:*** Relación hoja/tallo (gr)

***ph:*** Peso de hojas (gr masa verde)

***pt:*** Peso de tallos (gr masa verde)

**Sistema radicular:** Es el sistema de anclaje que está constituida por raíces primarias y secundarias, y se midió como subvariables; **número** de raíces, **longitud** de raíces, y **biomasa** de raíces, las cuales se midieron mediante el método destructivo al final del experimento.

**Número de raíces:** Es la cantidad de raíces que produce una planta en dependencia del suelo, Ph, y condiciones climáticas que se le brinde, las cuales se midieron en centímetros (cm), estas se contaron en campo anotándose en sus respectivos formatos.

**Longitud de raíces:** Es el desarrollo que experimentan las raíces en dependencia del material vegetativo, suelo, pH, y condiciones climáticas que se le brinde, estas se midieron en campo, con una regla de treinta centímetros.

**Biomasa de raíces:** Es la cantidad de materia verde que producen las raíces en dependencia del tipo de planta que se esté estudiando, esta se expresa en gramos al momento de su medición, y se pesaron en balanzas electrónicas en el laboratorio de biología de la universidad URACCAN.

**Materia seca:** Extracción de toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio, se midió como

subvariables, materia seca de **hojas**, materia seca de **raíces**, materia seca de **tallos**, todas las muestras se envolvieron en papel aluminio y luego se sometieron a calentamiento secuencial de 3 horas en un horno a temperatura constante de 70°C por un periodo de tiempo de 48 horas, esto se hizo en el laboratorio de agua y suelo de la universidad URACCAN.

- El cálculo de estas subvariables se logró mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$MS = \frac{pf}{pi} * 100$$

**Donde:**

**MS:** materia seca (%)

**pf:** peso final de la muestra

**pi:** Peso inicial de la muestra

**Materia seca de hojas:** Es la pérdida total del agua o lignificación de la misma, resultado de la aplicación de temperatura, esta se sometió a una temperatura constante de 70 °C, estas se pesaron en lapsos de tiempo de tres horas, para un total de 38 horas.

$$MsH = \frac{PfH}{PiH} * 100$$

**Donde:**

**MsH:** Materia seca de hojas (%)

**PfH:** Peso final de hojas (gr)

**PiH:** Peso inicial de hojas (gr)

**Materia seca de raíces:** Es la pérdida total o parcial del contenido de líquido en los tejidos, producto de la aplicación de temperatura, esta al igual que la materia seca hojas se sometieron al mismo régimen de pesado y los mismos 70°C, en un lapso de 38 horas.

**Materia seca de tallos:** Es la pérdida del contenido de líquido, producto de la aplicación de temperatura, en condiciones de laboratorio.

Para su representación se hizo con la siguiente ecuación matemática:

$$Ms\ T = \frac{PfT}{PiT} * 100$$

**Donde:**

**MsT:** Materia seca de tallos (%)

**PfT:** Peso final de tallo (gr)

**PiT:** Peso inicial de tallo (gr)

### 5.11 **Tabla 7.** Operacionalización de variables

VARIABLE	SUB VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES	FUENTE	TÉCNICA
Sobrevivencia de las plantas	Plantas vivas	Es la cantidad de plantas que sobreviran en el estudio	Centímetros cuadrados Medición en porcentaje	Plantas en estudio	Conteo
Área foliar	Número de hojas	Cantidad de superficie de hoja que la planta ocupa	Medición en porcentaje	Plantas en estudio	Medición de hojas
	Ancho de hojas				
	Largo de hojas				
Crecimiento vegetativo	Diámetro del tallo	Es el crecimiento irreversible que experimentan las plantas.	Centímetros	Plantas en estudio	Medición y pesado de plantas.
	Altura de la planta				
	Materia fresca de hojas	Biomasa de las hojas	Peso en gramos		
	Relación hoja/tallo	Es la diferencia entre la cantidad de biomasa de hoja con respecto al tallo			
Sistema radicular	Número de raíces	Es el sistema de anclaje que está constituida por raíces primarias y secundarias	Centímetros	Plantas en estudio	Conteo, medición y pesado de raíces.
	Longitud de raíces		Pesaje en gramos		
	Materia fresca de raíces				

<b>Materia seca</b>	Materia seca de hojas	Extracción de toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.	Pesaje en gramos	Muestra de plantas en estudio	Pesaje de raíces, tallos y hojas.
	Materia seca de raíces				
	Materia seca tallos				

## 5.12 Materiales

- ✓ Bolsas 4 \*8 pulgadas
- ✓ Machete
- ✓ Pala
- ✓ Azadón
- ✓ Carretilla de mano
- ✓ Pesa digital
- ✓ Calculadora
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Tabla de campo
- ✓ Cartulina
- ✓ Tijera
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Formatos de registro de información
- ✓ Computadora

### 5.13 Procesamiento de los datos

La información fue procesada en el software especializado **InfoStat**, en este se realizó el análisis a priori de los datos, como es el análisis de varianza para las variables de interés, así como los análisis a posteriori como la separación de medias y algún otro tipo de análisis que se consideró necesario. La idea era generar tablas y gráficos con los datos condesados para su posterior análisis.

## VI. Resultados y discusión

### 6.1 *Sobrevivencia del material vegetativo de **Tithonia diversifolia** en condiciones de vivero*

#### 6.1.1 *Sobrevivencia de plántulas **Tithonia diversifolia***

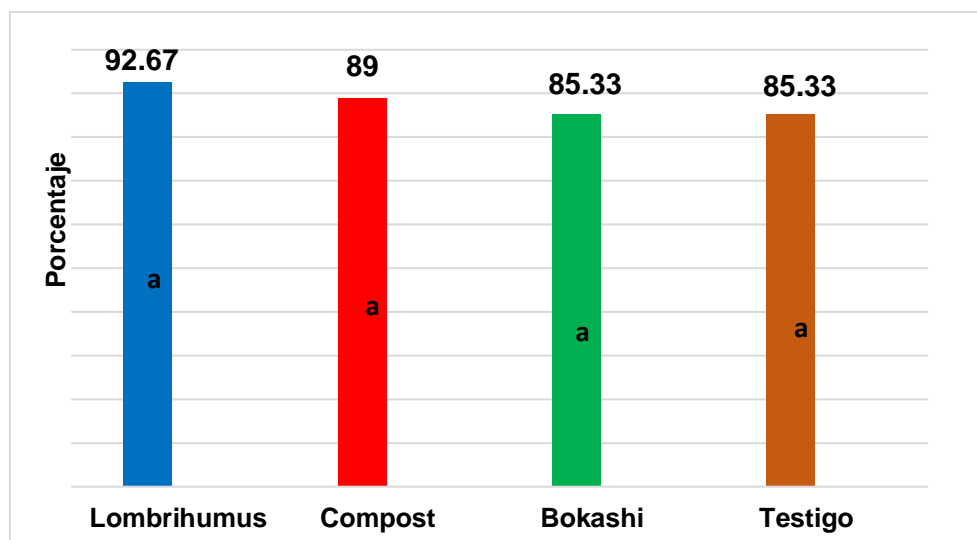
La sobrevivencia es un factor de mucha importancia, de su capacidad para adaptarse y progresar depende el material vegetativo, que se lleva a campo de esta manera se acepta la hipótesis alternativa, que el abono que da los mayores efectos es el Lombrihumus.

En el análisis de varianza (ANDEVA), refleja que no hubo efectos significativos de los abonos orgánicos sobre la sobrevivencia de botón de oro ( $Pr > 0.05$ ). En términos numéricos **figura 1** indica que los mayores índices de sobrevivencia se registran cuando se aplica Lombrihumus y Compost. De tal forma que el coeficiente de variación indica que hubo un buen manejo de la variable, lo que asegura la confiabilidad de los resultados. Como se puede observar, el testigo y el Bokashi, mostraron los valores más bajos en esta variable.

Los elevados valores de sobrevivencia y prendimiento de la estaca pudieran estar dados por el singular volumen radical y la habilidad especial para absorber y extraer los nutrientes del suelo, característica propia de ***Tithonia diversifolia***, señalada por Mahecha y Rosales (2005).

En este sentido, según Hartmann y Kester (2000), las estacas de plantas herbáceas enraízan con mayor facilidad y al tener las condiciones adecuadas, el prendimiento es rápido y con altos porcentajes de enraizamiento, dando consigo mismo altos niveles de sobrevivencia.

Al respecto, Salazar (1992) señala que el primer tercio de la planta en esta especie constituye el material más idóneo para garantizar un elevado porcentaje de prendimiento, por lo que este aspecto debe ser considerado al momento de propagarla asexualmente.



**Figura 1.** Sobrevivencia de plántulas botón de oro (*Tithonia diversifolia*), manejadas en vivero, bajo tres tipos de fertilización orgánica.

**Pr>0.05=0.7520**

**CV=10.82%**

Promedio con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\alpha$ 5%

## **6.2 Área foliar de plántulas botón de oro *Tithonia diversifolia* en condiciones de vivero**

### **6.2.1 Área foliar de *Tithonia diversifolia***

El área foliar de una planta indica en cierta forma su capacidad de rebrote y la capacidad de esta para garantizar abundante biomasa como alimento para el consumo de bovinos y por ende aceptamos la hipótesis alternativa en que el abono que tuvo los mayores efectos es el Lombrihumus.

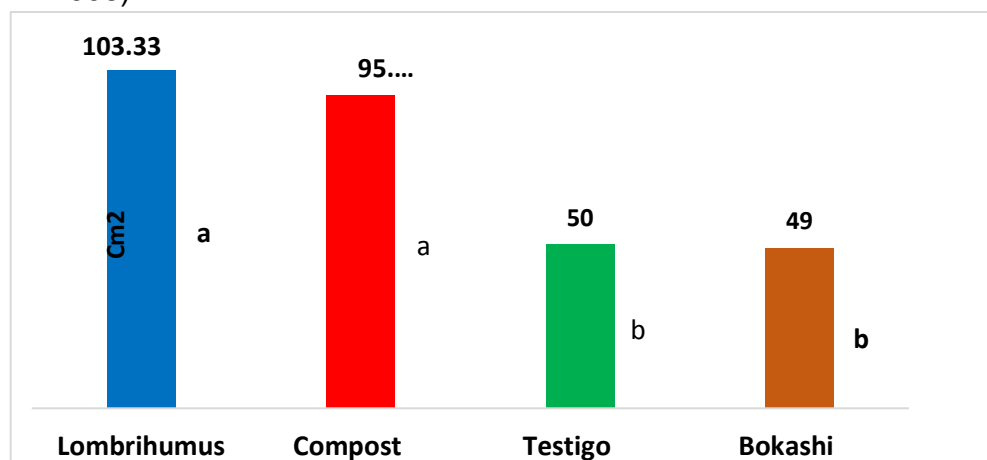
El área foliar es una variable de gran importancia al momento de evaluar pasturas y forrajeras, esta se ve involucrada en el efecto que tendrán los abonos orgánicos sobre ella, en la **figura 2** se observa que hay diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el Lombrihumus, y el Compost los que mayores efectos presentaron y difieren del resto de los tratamientos.

Esto tendrá mucha importancia en el sentido de que se tendrá mayor biomasa al verse incrementada el área foliar, dando como resultado grandes cantidades de materia verde disponible para la alimentación bovina.

El área foliar está asociada con la mayoría de procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos, que incluyen el análisis de crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la asignación de biomasa y el balance de energía (Kucharik et al. 1998).

El bajo valor de aparición de plagas y enfermedades, así como la poca influencia de los factores estudiados en estas variables, denota la excelente resistencia de esta planta en condiciones de vivero. Estos resultados quizás se encuentren relacionados con la presencia en el follaje de algunos metabolitos secundarios, tales como terpenoides lactónicos y cumarinas con acción repelente informados en algunas investigaciones (Ríos, 1997).

Los fisiólogos vegetales, biólogos y los agrónomos demostraron la importancia del área foliar en la estimación de crecimiento vegetal, en la determinación de etapas fenológicas, en la estimación del potencial de rendimiento biológico y agronómico, en el cálculo del uso eficiente de la radiación solar, como también en el cálculo del uso eficiente del agua y de la nutrición mineral (Sonnentag, *et al.* 2008).



**Figura 2.** Área foliar en plántulas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero con tres tipos de fertilización orgánica

**Pr>0.05=0.0019**

**CV: 18.62 %**

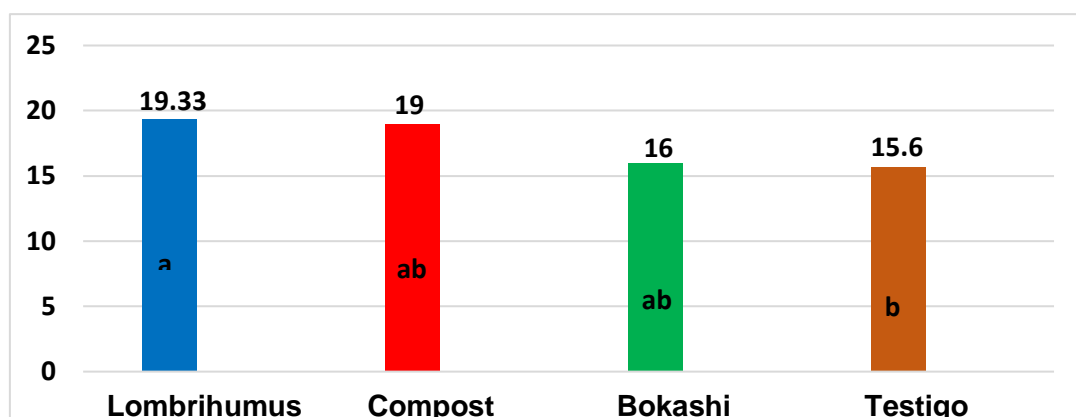
Promedio con letras iguales son estadísticamente iguales DMS/, ∞5%

### 6.2.2 Cantidad de hojas de *Tithonia diversifolia*

El contenido de hojas se ve reflejado por el alto grado de proteínas y minerales que el tipo de abono le brinde a la planta, al contener todos los medios la planta da como resultado un alto contenido de hojas, que es un indicador de altos contenido de material vegetativo.

El número de hojas es uno de los indicadores de mayor relevancia cuando se evalúa una forrajera o pastos. Como puede apreciarse en la **figura 3** los mejores resultados se obtienen cuando se aplica Lombrihumus habiendo un mayor estímulo a la emisión de hojas evidenciando diferencias significativas en relación al testigo.

En síntesis, expresado en términos numéricos se ha observado un efecto significativo de los factores estudiados en la cantidad de hojas por planta, pone de manifiesto que esta variable si depende del efecto de los abonos y no de las características del esqueje.



**Figura 3.** Cantidad de hojas por planta de la forrajera botón de oro (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero bajo tres tipos de fertilización orgánica

**Pr >0.05=0.0793**

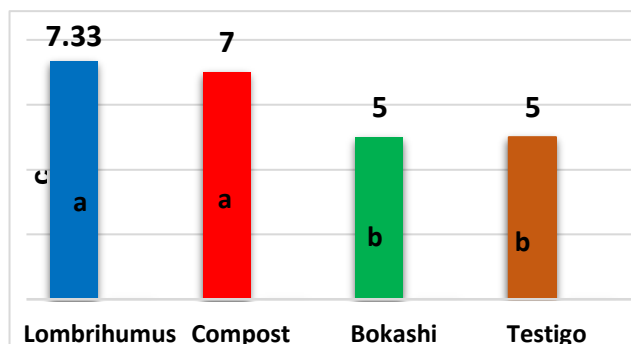
**CV=10.56%**

Promedio con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\approx 5\%$

### 6.2.3 Ancho de hojas de plántulas botón de oro *Tithonia diversifolia*

Para el ANDEVA se denota que el Lombrihumus tiene los mayores efectos sobre esta variable, respectivamente el Compost como segundo abono orgánico con los mayores efectos sobre esta variable, **figura 4**, lo que nos indica que el Lombrihumus sí ejerce efectos altamente significativos, sobre el ancho de hojas en la forrajera *Tithonia diversifolia*, el bajo coeficiente de variación nos indica que esta variable fue bien controlada durante todo el experimento, lo que nos indica que los datos obtenidos son de mucha relevancia y credibilidad.

Nash (1976) reporta de 4 a 20 cm de ancho en hojas para la forrajera *Tithonia diversifolia*, esto se reporta en condiciones de campo con una edad de 12 semanas, lo que explica que los abonos orgánicos en específico el Lombrihumus ejercen efectos sobre el ancho de las hojas en esta forrajera, dando como beneficio altas cantidades de forraje fresco para los bovinos, otra ventaja que presenta esta forrajera son los altos índices de rebrote y resistencia al pisoteo que esta presenta.



**Figura 4.** Ancho de hojas por planta de la forrajera botón de oro (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero bajo tres tipos de fertilización orgánica

**Pr <0.05=0.0014**

**CV= 9.49 %**

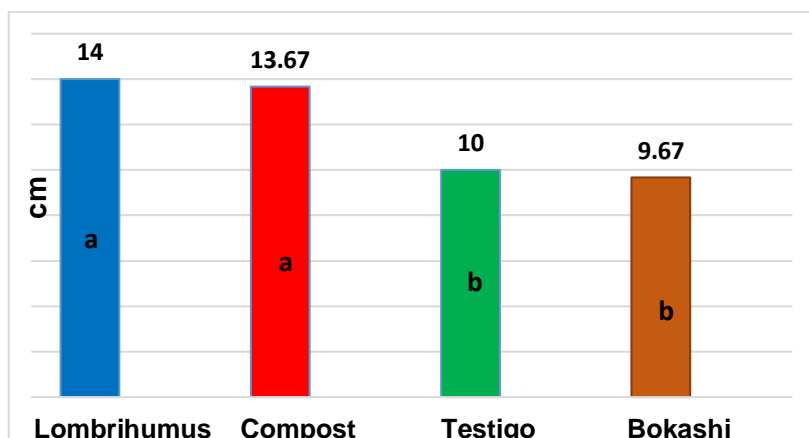
Promedio con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\approx 5\%$

### 6.2.4 Largo de hojas de plántulas botón de oro *Tithonia diversifolia*

Los mayores resultados se obtienen cuando a la forrajera se le aplica el abono orgánico Lombrihumus, respectivamente del Compost, los demás tratamientos no tuvieron efectos significativos.

Lo que nos indica que el efecto que el Lombrihumus es altamente significativo ( $Pr \leq 0.0074$ ), y el bajo coeficiente de variación nos indica que para esta variable se controlaron muy bien las condiciones en la toma de datos durante todo el estudio, esto significa que los datos son de alta credibilidad y fidedignos.

En un estudio realizado por Nash (1976) reporta de 7 a 20 cm de largo en hojas para *Tithonia diversifolia* en condiciones de campo con 12 semanas de edad, lo cual son similares a los datos que se encontraron en nuestra investigación.



**Figura 5.** Largo de hojas en plantas botón de oro (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero bajo tres tipos de fertilización orgánica  
 $Pr < 0.05 = 0.0074$   $CV = 11.70 \%$

Promedio con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\approx 5\%$

## **6.3 Crecimiento vegetativo de plántulas *Tithonia diversifolia* en condiciones de vivero**

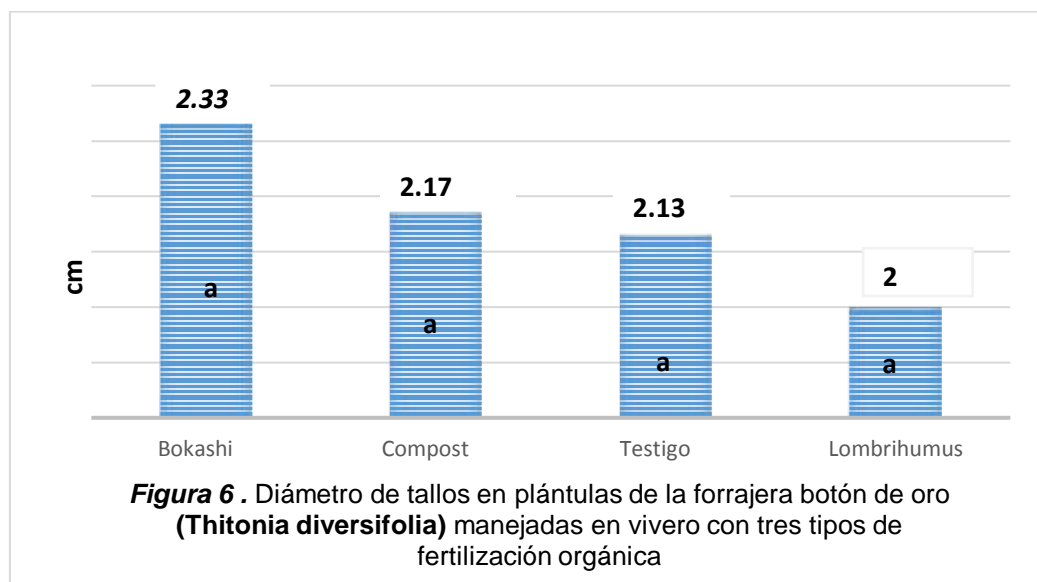
### **6.3.1 Diámetro de tallos de *Tithonia diversifolia***

El ANDEVA para el diámetro de tallos **figura 6** explica que no hubo diferencias significativas en el efecto de los abonos orgánicos en la variable diámetro de tallos, aunque numéricamente se refleja que hubo estímulo de los tratamientos específicamente el Bokashi y el Compost. El CV nos indica que el experimento fue manejado con mucha precisión lo que significa que estos datos para esta variable son confiables.

El diámetro no se ve influenciado por la aplicación de los abonos orgánicos, se debe a características propias de *Tithonia diversifolia*, y la estación del año cuando esta se siembra y la calidad del material vegetativo que es uno de los factores de mayor relevancia que debemos considerar al momento de llevar esta forrajera a campo con fines de producción de forraje a alta escala.

El diámetro de tallos es un indicador que representa mucha importancia pues del grosor que estos logren desarrollar, se ve influenciado en que la planta logre desarrollar muchas ramas, dando como resultado final un alto contenido de materia fresca disponible para la alimentación de bovinos.

Según Ríos y Salazar (1995) en un ensayo realizado en la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) expusieron que encontraron tallos de *Tithonia diversifolia* de hasta 2.0 cm de diámetro, lo cual es similar a los datos encontrados en este estudio.



$Pr > 0.05 = 0.7052$

$CV = 15.78\%$

Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\alpha 5\%$

### 6.3.2 Altura de plántulas *Tithonia diversifolia*

El crecimiento vegetativo es un indicador que tiene mucha importancia cuando se estudia el crecimiento vegetal y el efecto de los abonos orgánicos en el mismo, ya sea en pasturas, o en forrajeras.

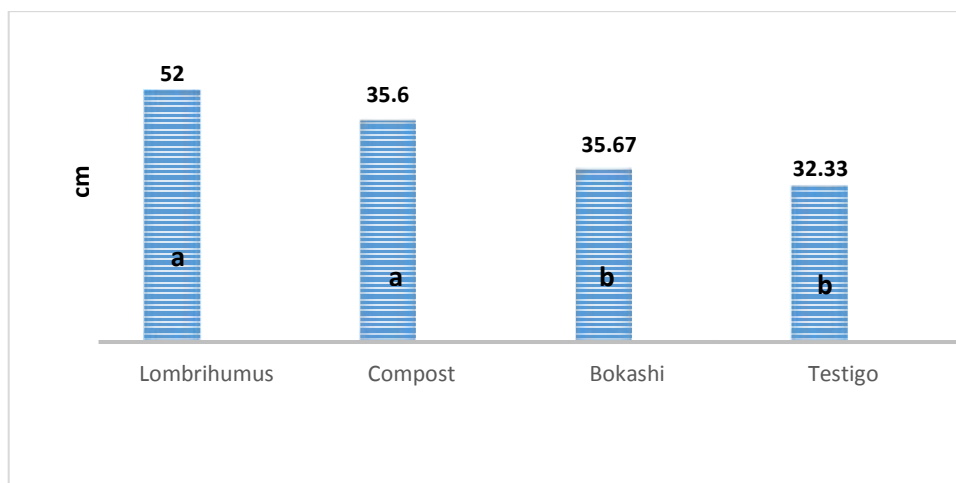
De acuerdo a la **figura 7** el ANDEVA para altura de las plántulas evidencian que hubo diferencia significativa en el efecto del Lombrhumus y el Compost sobre las plántulas ( $Pr < 0.05$ ), los cuales arrojan los mejores resultados y difieren significativamente de los demás tratamientos, habiendo un efecto significativo para esta variable, lo que significa que los abonos orgánicos influyen en el crecimiento de ***Tithonia diversifolia***, estos datos son fidedignos por el bajo coeficiente de variación, indicando que el ensayo para esta variable se manejó de manera exitosa.

Así mismo Murgueitio et al. (2001) esta especie posee un rápido y vigoroso crecimiento y una gran adaptación a suelos con pH desde ácidos hasta alcalinos, pobres, de baja fertilidad y pedregosos, se desarrolla bien entre una altitud de 0 a 2700 msnm, con precipitaciones que oscilan entre 600 y 6.000 mm/año. Es altamente tolerante a la sequía, resiste de forma moderada a la quema y presenta una excelente recuperación después de la poda, incluso a nivel del suelo.

Los abonos orgánicos influyen de manera significativo por el alto contenido de minerales que estos ofrecen a las plantas, estos abonos tienen la ventaja de ser incorporados de forma rápida en el suelo, lo que hace los microorganismos que se encuentran en el suelo los transforman en minerales vitales para el crecimiento de plántulas de botón de oro, esto da como resultado una alta producción de materia fresca a gran escala cumpliendo con las expectativas en la nutrición del ganado mayor y menor.

Según Sánchez, (1995), citado por Prado y Rocha (2004) los abonos orgánicos en especial el Lombrihumus favorecen la retención de humedad en el suelo asiéndolo más poroso lo que ayuda a que puedan tener una mayor aireación y por lo tanto estos no sufren en la temporada seca.

Los esquejes con longitudes de 10 y 20 cm influyen marcadamente en la tasa de crecimiento, pudiera indicar un mecanismo de sobrevivencia de la especie, ya que los esquejes más pequeños, en desventaja con los de mayor longitud, pueden realizar un mejor aprovechamiento del sustrato como sucede en otras especies de interés (Pidi, 1981).



**Figura 7.** Altura de plántulas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), manejadas en vivero con tres tipos de fertilización orgánicas.

**Pr<0.05=0.0038**      **CV= 11.70%,**  
 Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\alpha$ 5%

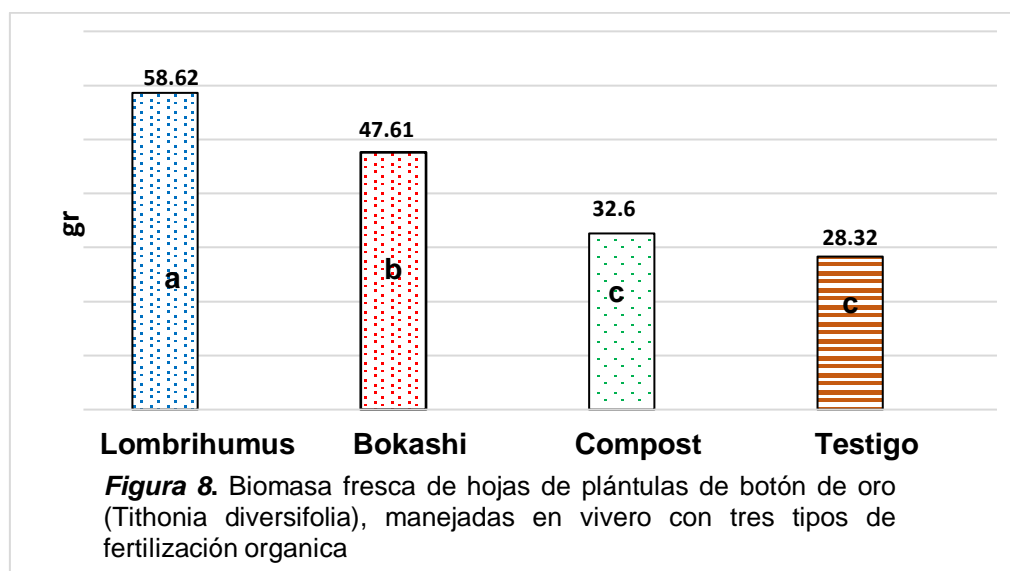
#### 6.3.4 Biomasa fresca de hojas de *Tithonia diversifolia*

La materia verde de las hojas es uno de los factores que se deben de tomar en cuenta al momento de evaluar pastos y forraje. El ANDEVA **figura 8**, muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el Lombrihumus el tratamiento que mayores resultados induce en la biomasa foliar el cual difiere significativamente del resto de tratamientos ( $Pr < 0.05$ ), asimismo el Bokashi difiere de los otros dos tratamientos, mientras el compost y el testigo no difieren, esto significa que existe un efecto significativo en relación a esta variable, el CV nos demuestra que esta variable fue bien controlada.

Según López y García (2015) el abono orgánico Lombrihumus es un abono con un alto grado de descomposición microbiana, y su efecto lo hace más eficiente dando como respuesta altos contenido de materia verde de las hojas, otra ventaja que este presenta es el alto grado de degradabilidad y su absorción acelerada para que las plantas tengan efecto en poco tiempo.

Según Cervantes 2003 citado por López y García (2015) exponen que los abonos orgánicos ejercen efecto sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. Básicamente actual sobre el suelo; aumentan la retención de agua, mejoran la permeabilidad estructura y textura del suelo; así como también favorecen la aireación y oxigenación del suelo.

No obstante, el segundo lugar en influenciar el efecto de producción de materia verde, lo tiene el Bokashi, esto se debe al alto grado de degradabilidad que este presenta, dando como resultado un alto nivel de absorción de los minerales que este presenta, y optimizando los efectos de este sustrato, haciendo una ligera absorción de los minerales que estos le brindan a la planta.



$Pr > 0.05 = 0.0001$

$CV = 10.12\%$

Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales DMS/,  $\approx 5\%$

### 6.3.5 Relación Hoja/Tallo de *Tithonia diversifolia*

La relación hoja/tallo se constituye en una variable importante que permite conocer la cantidad de forraje que produce la planta en estudio, en relación a lo que produce el tallo, de su relación depende en gran medida la palatabilidad de un alimento y con ello los niveles de consumo. La **figura 9** muestra que no hay diferencia significativa

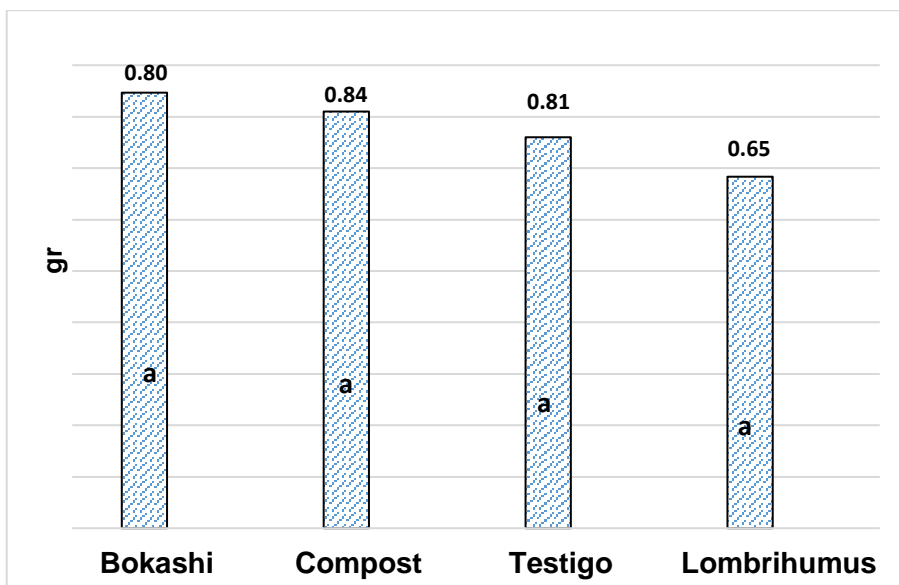
entre los tratamientos ( $P=0.1955$ ), esto lo demuestran las categorías estadísticas con letras iguales, dando como resultado que no existe ningún efecto de los abonos esta variable, en términos numéricos si existe efecto de los abonos orgánicos con los mejores resultados sobre esta variable son el Compost y el Testigo, respectivamente del Bokashi, el coeficiente de variación indica que la variable fue bien manejada por lo que se garantiza la precisión de los resultados.

Según Gallego et al, (2015) reportan datos de 0.95 gramos de relación hoja/tallo evaluadas a las ocho semanas de edad, por lo que el efecto del Compost es promisorio al estimular una mayor relación de esta variable.

La cantidad de hojas son un factor de mucha importancia al momento de evaluar la cantidad de forraje presente en una planta, que su fin primordial será la alimentación de bovinos, si bien sabemos que esta característica evaluada nos da un referente de la disponibilidad de alimento que se cuente, este factor se ve bien marcado en las épocas de lluvias cuando el factor principal es la escases de alimentos para los bovinos, dando como resultados grandes pérdidas en la producción de carne y leche en la mayoría de los hatos ganaderos del país y del resto de países del continente y del mundo.

Hoy en días el punto crucial es la constante amenaza que están viviendo los productores del sector pecuario al no contar con las suficientes herramientas para hacerle frente a los constantes cambios que se presentan asociados al cambio climático, ante estas grandes problemáticas la introducción de las forrajeras en las

unidades de producción son una gran oportunidad de que se haga uso de esta forrajera para la suplementación de los animales en zonas de trópico seco y húmedo del país y la región.



**Figura 9.** Relación hoja/tallo, de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), manejadas en vivero, bajo tres tipos de fertilización orgánicas

$Pr > 0.05 = 0.1955$

$CV = 13.21\%$

Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales /DMS,  $\approx 5\%$

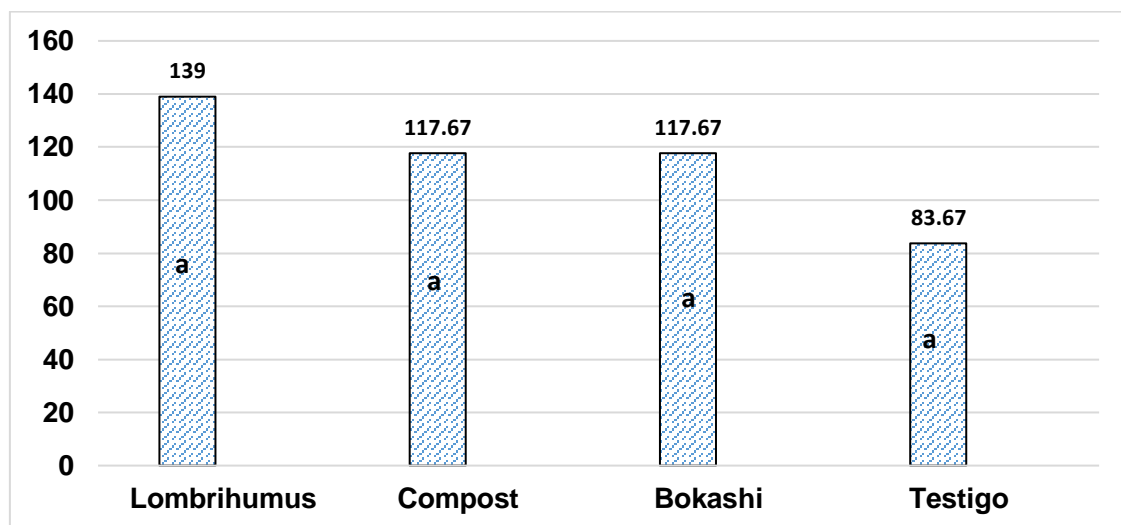
#### **6.4 Sistema radicular de la forrajera *Tithonia diversifolia* botón de oro en condiciones de vivero**

##### **6.4 .1 Cantidad de raíces por planta de *Tithonia diversifolia***

El ANDEVA nos indica que los tratamientos no tuvieron efecto sobre el número de raíces, no hubo diferencias significativas entre ellos ( $Pr=0.2735$ ), **figura10**, en términos numéricos nos indica que los

abonos orgánicos si inducen la emisión de raíces, lo que indica que los abonos orgánicos tienen efecto sobre la cantidad de raíces de esta forrajera, aunque no estadísticamente.

Según Salazar (1992) en un ensayo en el cual se evaluó el número de raíces 15 días después de la siembra, de estacas procedentes de diferentes partes del tallo, el número de raíces fue 4.25 y 3.25 respectivamente. Los resultados de nuestro estudio son superiores considerando el periodo de evaluación de ambos ensayos.



**Figura 10.** Cantidad de raíces de plántulas de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), manejadas en vivero bajo tres tipos de fertilización orgánica

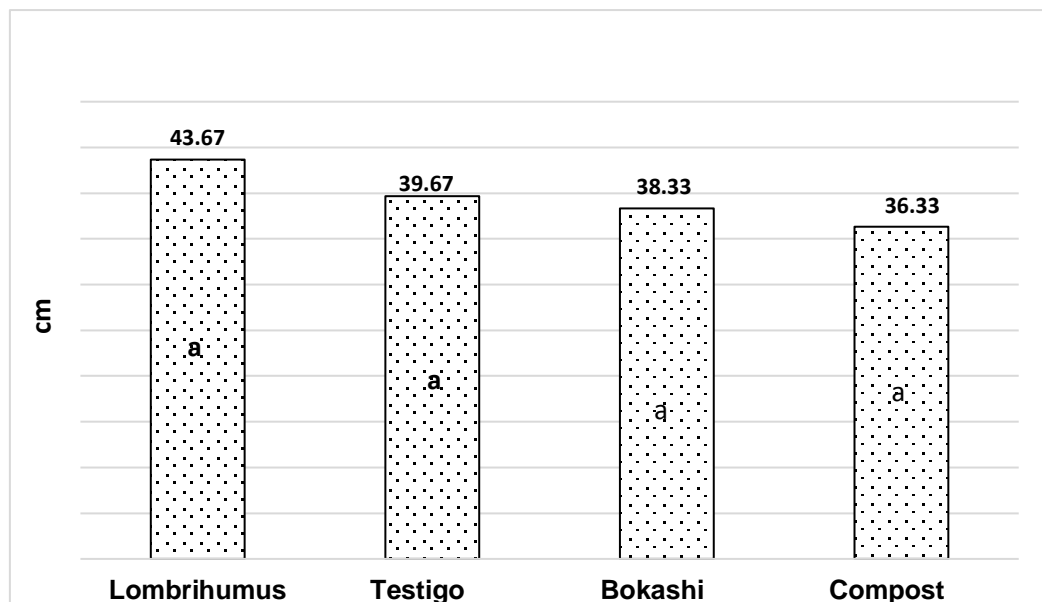
**Pr>0.05=0.2735**

**CV=27.74**

Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales/ DMS,  $\approx 5\%$

### 6.4.2 Longitud de raíces de *Tithonia diversifolia*

La longitud de las raíces son un indicador de que los abonos orgánicos tienen mucha incidencia sobre esta variable, lo que se refleja en la **figura 11**, se puede observar que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, aun así, el Lombrhumus es el abono que tienen mayor efecto sobre el desarrollo de las raíces, esto basado en términos numéricos.



**Figura 11.** Longitud de raíces en plántulas (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero con tres tipos de fertilización orgánica

$Pr > 0.05 = 0.6425$

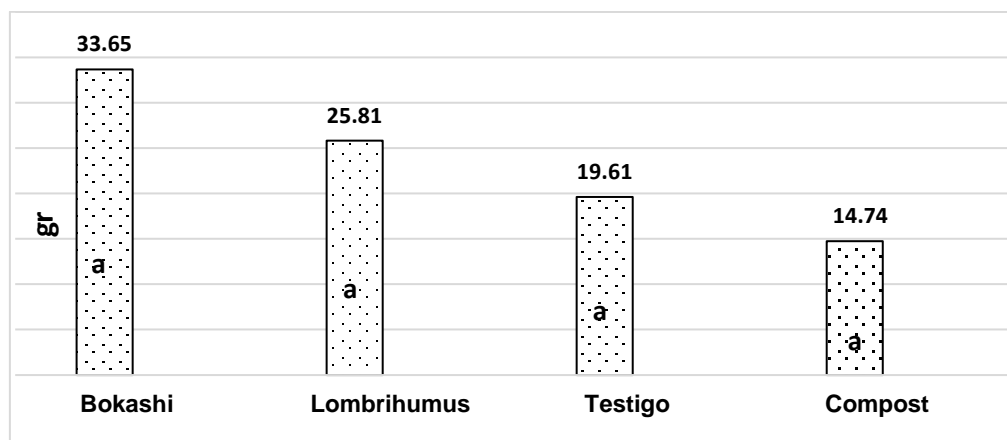
$CV = 11.78$

Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS  $\approx 5\%$

### 6.4.3 Biomasa fresca de raíces de *Tithonia diversifolia*

El porcentaje de materia verde de las raíces son un indicador del desarrollo radicular que tienen las plantas, y del crecimiento de la misma, el ANDEVA para esta variable **figura 12**, nos indica que hubo diferencia significativa entre los tratamientos, plateándose entonces los abonos no ejercieron ningún efecto destacado en relación a esta variable ( $Pr > 0.5051$ ).

No obstante en términos numéricos el Bokashi y el Lombrihumus si tuvieron resultados positivos sobre esta variable, lo que significa que hacer uso de estos abonos es una alternativa, esto se representa en los porcentajes de materia verde que las raíces producen en respuesta al estímulo que recibe el sistema radicular de las plántulas de *Tithonia diversifolia*, por el alto contenido de minerales que estos sustratos le brindan a la planta, resultado de la excelente calidad que estos abonos presentan.



**Figura 12.** Biomasa fresca de raíces en plántulas botón de oro (*Tithonia diversifolia*), manejadas in vivo con tres tipos de fertilización orgánica.

**$Pr > 0.05 = 0.5051$**

**CV=65%**

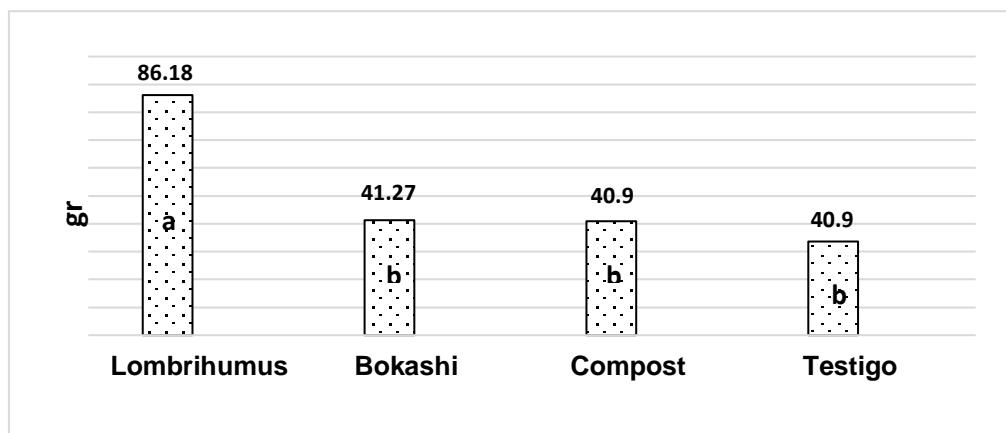
Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales /DMS,  $\approx 5\%$

#### 6.4.4 Biomasa fresca de tallos de *Tithonia diversifolia*

EL ANDEVA **figura 13** nos muestra que el sustrato con mayor efecto fue el Lombrihumus el cual difiere significativamente del resto de tratamientos ( $Pr=0.0121$ ) alcanzando el nivel más alto en producción de materia verde de tallos, superando los demás tratamientos, se puede afirmar que el Lombrihumus es una buena alternativa para inducir esta variable.

Esto demuestra que el Lombrihumus tiene un efecto altamente significativo en la producción de materia verde en tallos, esto se ve asociado por el incremento del número de raíces y longitud de las misma, haciendo que la planta tenga una mayor absorción de los minerales que este sustrato le brinda a la planta, respondiendo a una alta producción en materia verde, otro factor es que el Lombrihumus tiene altos niveles de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, esto a su vez involucrados en su gran mayoría en el estímulo del floema y el xilema de las plantas, dando cabida a un mayor aprovechamiento de los nutrientes que el Lombrihumus le brinda a la planta.

Los abonos orgánicos en su totalidad mejoran la estructura del suelo, reducen la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad, y aumentando los niveles de materia verde en hojas raíces tallos de *Tithonia diversifolia*.



**Figura 13.** Biomasa fresca de tallos de las plántulas de oro (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero con tres tipos de fertilización orgánica

$Pr > 0.05 = 0.0121$

$CV = 30.98$

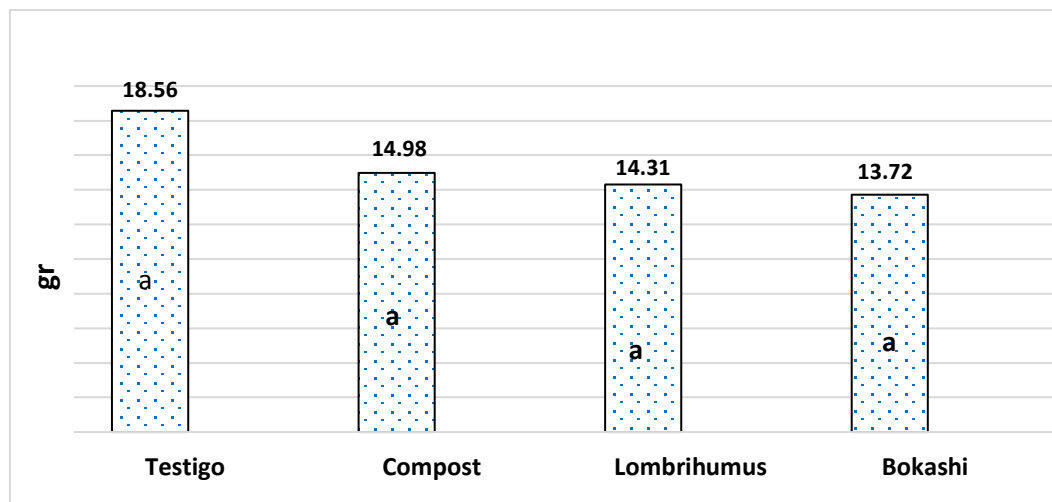
Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS  $\approx 5\%$

### **6.5 Materia seca de plántulas de *Tithonia diversifolia***

La materia seca de los alimentos está constituida por una fracción orgánica y otra inorgánica; en su composición están presente componentes minerales, además de otros componentes como las proteínas. El ANDEVA en relación a esta variable indica figura 14, que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, planteándose que estadísticamente ( $Pr = 0.4491$ ) los abonos orgánicos no incidieron en la variable materia seca de las plántulas, en términos numéricos existe un ligero efecto de los sustratos sobre esta variable, cabe mencionar que los valores para la materia seca andan entre el 15% y el 25%, esto significa que los datos que presentamos son confiables, y por el coeficiente de variación que es

muy bajo en relación a esta variable lo que nos indica que los factores influyentes sobre esta variable fueron bien controlados.

Naranjo y Cuartas (2011) exponen que los niveles de Materia Seca para la forrajera *Tithonia diversifolia* a los 60 días es de 17.22%, este valor es similar a los encontrados en el presente estudio.



**Figura 14.** Materia seca de plántulas botón de oro (*Tithonia diversifolia*) manejadas en vivero con tres tipos de fertilización orgánica.

**Pr>0.05=0.4491**

**CV=21.12 %**

Promedios con letras iguales son estadísticamente iguales/DMS,  $\alpha=5\%$

Por lo tanto, podemos concluir que se ha cumplido la hipótesis alternativa ya que el abono orgánico Lombrihumus obtuvo los mayores efectos en el crecimiento vegetativo de la planta forrajera *Tithonia diversifolia* en condiciones de aviveramiento.

## VII. Conclusiones

- El mayor porcentaje de sobrevivencia se obtuvo cuando a la forrajera *Tithonia diversifolia* se le aplica la fertilización con Lombrihumus 92.67 % y 89.5% cuando se le aplico Compost.
- La forrajera Botón de oro *Tithonia diversifolia* responde eficazmente a la fertilización orgánica, obteniéndose resultados positivos en comparación con el testigo.
- Los mayores crecimientos de plántulas se obtuvieron cuando se aplicó Lombrihumus 52 cm fue el promedio de crecimiento de las plántulas.
- La mayor cantidad de Hojas por planta se produce cuando se aplica Lombrihumus 19.33 hojas por planta, respectivamente del Compost con 19 hojas por planta.
- Cuando a la forrajera botón de oro *Tithonia diversifolia* se le aplica Lombrihumus la producción de materia verde se incrementa en 58.62 gr, superior a los demás tratamientos.
- Los mejores resultados de materia seca en plántulas de *Tithonia diversifolia* se obtiene con el testigo 18.56 gr, los demás sustratos no tuvieron efecto en la producción de materia seca en las plántulas.

- Los mayores niveles de área foliar de botón de oro *Tithonia diversifolia* que se obtuvieron fue mediante la aplicación de Lombrihumus con 103.33 cm<sup>2</sup> de incremento de área foliar y 95.67 cm<sup>2</sup> cuando se le aplica Compost.
- El mayor efecto en la relación hoja tallo se obtuvo cuando se aplicó Compost con 0.84 gramos de hojas, y el Bokashi 0.81 gramos de hojas.
- La mayor producción de biomasa de tallos se obtuvo mediante la aplicación de abono orgánico Lombrihumus con 86.18 gr.
- El mayor número de raíces se obtuvo cuando se aplicó Lombrihumus respectivamente el compost y Bokashi con el mismo de raíces, pero difieren del testigo.
- La mayor longitud de raíces se obtiene cuando a la forrajera se le aplica Lombrihumus 43 cm de longitud por planta.
- Los abonos orgánicos que mayores efectos tuvieron en la evaluación de la forrajera *Tithonia diversifolia* fue el Lombrihumus y el Bokashi.

## VIII. Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación de abonos orgánicos para estimular un crecimiento rápido de la forrajera Botón de oro.
- Se recomienda la reproducción de la forrajera Botón de oro a través de esquejes en condiciones de aviveramiento.
- Se recomienda a la universidad URACCAN continuar investigando acerca de la forrajera Botón de oro en condiciones de campo en sistemas agroforestales y bancos de proteínas.
- Hacer pruebas de cafetería en las distintas etapas fenológicas, para darnos cuenta de la palatabilidad de esta forrajera en los bovinos.
- A los productores que se dedican a la apicultura cultivar esta planta con el fin de producir polen para la producción de miel y alimento de las mismas.
- Las instituciones gubernamentales relacionadas con el sector agropecuario que promuevan la implementación de esta forrajera en las unidades de producción en toda la zona del trópico húmedo y trópico seco.

- Recomendamos el abono orgánico Lombrihumus por sus características y rápido proceso de descomposición e integración en el suelo, dando efecto ligero en la absorción de sus nutrientes en las plantas.

## IX. Referencias

- Biblioteca del campo (2002) segunda Edición, consultada en Biblioteca Luz en la Selva Universidad URACCAN, recopilada el 17 de octubre 2017.
- Chiari, G. P. F. (2015) Evaluación de forrajes enriquecidos con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina. Tesis. Turrialba, Costa Rica.
- Fondo para la Protección del Agua (2010) (FONAG) Manual técnico, Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánico septiembre 2010.
- Ferré, A. C. D., Palomino, Q. D & Ramos, B. A. (2016) Efecto de los abonos orgánicos en el incremento de la producción del cultivo de ajonjolí en el distrito de Chosica facultad de agropecuaria y nutrición universidad nacional de educación Enrique Guzmán y Valle - durante el año (2013). Lima, Perú.
- Gómez, A. y Rivera, H. (1987) Descripción de malezas en cultivos de café. Centro Nacional de Investigación en café, Chinchiná (Caldas)
- Gallego, L., Mahecha, L. & Arizala, J. A. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. Grupo de investigación en Ciencias Agrarias -

GRICA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 403 pp.

Gallego, L., Mahecha, L. & Arizala, J.A (2015). Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto.

Hartmann H. y D. Kester. (2000) Propagación de Plantas. Principios Prácticos. 8va ed. Editorial Continental. Ciudad de México, México.

Harmon, D. (2007) Enfoques experimentales para estudiar el valor nutricional de los ingredientes de alimentos para perros y gatos. Revista Brasileira Suplemento especial. Colombia.

Ibrahim, M., Villanueva, C. y Mora, J. (2005). Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. En: Mosquera.

KUCHARIK, CH.J.; NORMAN, J.M.; GOWER, S.T. (1998). Measurements of branch area and adjusting leaf area index to indirect measurements. Agric. Forest Meteorol.

Losada, M. R. Silvopastoralism and Sustainable Land Management. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing. p. 13-1.

Lezcano, Y., Soca M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I.L., Santana, H., Martínez, J. & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico.

Estación Experimental de Pastos y Forrajes “indio Hatuey”,  
Matanzas, Cuba.

McDonald, (1986) Nutrición animal. Editorial Acribia, Zaragoza  
(España)

Maldonado, (2010) Trabajo de Grado, Lombricultura: Una alternativa  
productiva Pontificia Universidad Javeriana Facultad de  
Ingeniería Industrial Bogotá D.C.

Mahecha, L. et. al. (1998) Experiencias en un sistema silvopastoril  
de Leucaena Agroforestería para la Producción Animal en  
Centroamérica. 325 - 336.

Mahecha, L., y M. Rosales. (2005) Valor nutricional del follaje de  
botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl).

Medina, M., D. García, E. González, L. Cova L, y P. Morantinos.  
2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la  
biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de  
crecimiento. *Zootecnia Trop.* 27:121- 134. Min, B., T. Barry, G.  
Attwood, y W. McNabb. (2003). The effect of condensed  
tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh  
temperate forages. *Rev. Anim. Feed Sci. Technol.* 106:3-19.

Meléndez, G. (2003). Indicadores químicos de calidad de abonos  
orgánicos. En: Abonos orgánicos: Principios, características e  
impacto en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa  
Rica. pp. 50-63

- Murgueitio E., M. Rosales y M.E. Gómez. 2001. Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia.
- Navarro F y Rodríguez E F (1990). Estudio de algunos aspectos bromatológicos del mirasol (*Tithonia diversifolia*; Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima.
- Naranjo, J., y C. Cuartas. 2011. Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia
- Nash (1976). Flora de Guatemala en: Museo: Botánico Vol 24, Part XII, p.323-325. Museo de campo de historia natural.
- Olmedo, A. (2009). Influencia de las fases lunares, (menguante y luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la vida. Carrera de Ciencias Agropecuarias. 141 pp. Recuperado el
- 11 de setiembre de 2017.
- Ortega (2012), “producción de Bokashi sólido y líquido, Monografía previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Ecuador.

- Pérez, A, Montejo, Iglesias, J.M, López, O, Martín, G.J, García, D.E, Milián, Idalios, & Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, pg. 32(1), 1. Recuperado en 19 de octubre de 2017.
- Pidi N. (1981). *La multiplicación de las Plantas*. Editorial de Vecchi. Barcelona, España.
- Prado, M. T. L. y Rocha, L. U. N. (2004) Efecto de la fertilización química y orgánica en el pasto (*Brachiaria brizanta*) en el municipio de Nueva Guinea, Nicaragua. (Monografía de grado) Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN), Recinto Nueva Guinea.
- 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.
- Ríos C.I y A. Salazar. (1995). Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.*, 6(3): <http://www.lrrd.org/lrrd6/3/9.htm>.
- 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.

Rodríguez, E. (1990) *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). Posible alternativa forrajera no convencional para la alimentación animal en el trópico. Documento sin publicar.

Rosales, M. (1996) In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. (Tesis de Doctorado D.Phil) Departament of Plant Sciences, Oxford University, Oxford.

Rosales, M. (1992). Nutritional value of Colombian fodder trees. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria and Natural Resources Institute United Kingdom 50p

Roig J T y Mesa A (1974). Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana 709p.

Ruiz, T. E.; Febles, G. y Díaz, H. (2012). Distancia de plantación, frecuencia y altura de corte en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* colecta 10 durante el año. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 46:423.

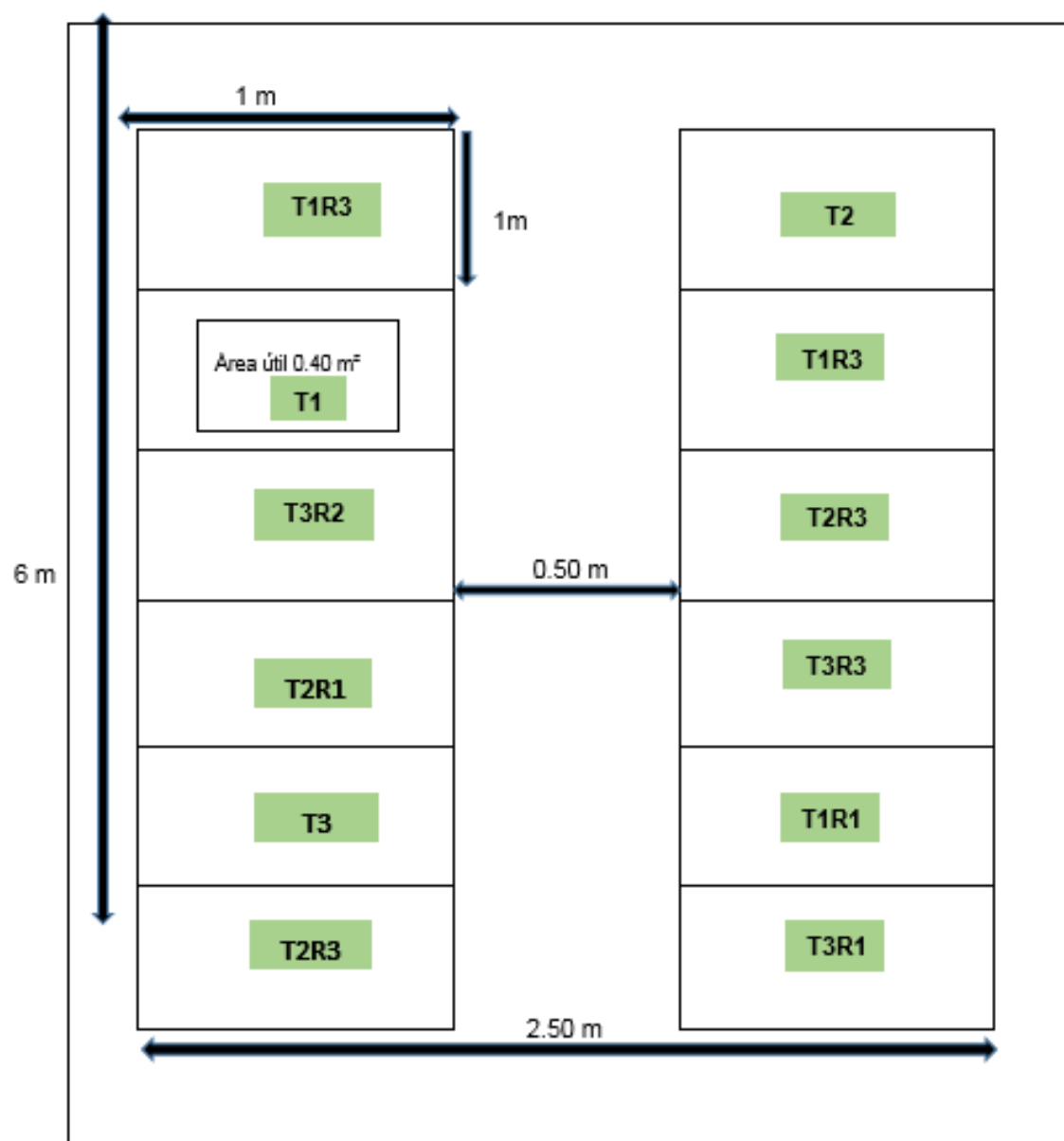
Stein, H.H.; Fuller, M.F.; Moughan, P.J. (2007) Definición de digestibilidad real aparente, verdadera y estandarizada de aminoácidos en cerdos. Ganadería. Colombia.

- Shintani, M. Leblanc, H. & Tabora, P. (2000) Tecnología Tradicional Adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de Desechos Modernos. Costa Rica.
- Salazar A (1992). Evaluación agronómica del botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Informe Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali p 27 - 31.
- Solarte, L. H. (2013), Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos (pág. 8). Bogotá: pro-offset editorial S.A.2015.
- Sonnentag, O., Talbot, J.; Chen, J.M.; Roulet, N.T. (2008). Using direct and indirect measurements of leaf area index to characterize the shrub canopy in an ombrotrophic peatland. Agric. Forest. Meteorol.
- Lascan, C. E. (1990) Recomendaciones sobre Metodología para la Medición de Consumo y Digestibilidad, San José, Costa Rica.
- Lezcano, Y., Soca M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejó, I.L., Santana, H., Martínez, J. & Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. 8 pp.

- López, G. F. A. y Miranda, J. A. (2015) Producción y calidad de forraje en abonos orgánicos en *Brachiaria brizanta*, Finca Regalo de Dios, Yolaina Nueva Guinea, 2014.
- Vargas, J. E. (1996) Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana. Cali, Colombia.
- Véliz, P. H. R. (2014) Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila; Guastatoya, el progreso. Zacapa.

## X. Anexos

### Anexo 1. Esquema del ensayo



## Anexo 2. Medición del número de hojas

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTO	REPLICAS	NÚMERO DE HOJAS	TOTAL
T1	R1		
	R2		
	R3		
T2	R1		
	R2		
	R3		
T3	R1		
	R2		
	R3		
T4	R1		
	R2		
	R3		

### **Anexo 3. Medición altura de plantas**

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPLICAS</b>	<b>ALTURA DE PLANTAS</b>	<b>CM</b>
T1	R1		
	R2		
	R3		
T2	R1		
	R2		
	R3		
T3	R1		
	R2		
	R3		
T4	R1		
	R2		
	R3		

#### **Anexo 4. Medición de diámetro de tallos**

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

TRATAMIENTO	REPLICAS	DIÁMETRO DE TALLOS	CM
T1	R1		
	R2		
	R3		
T2	R1		
	R2		
	R3		
T3	R1		
	R2		
	R3		
T4	R1		
	R2		
	R3		

## Anexo 5. Medición del área foliar

Finca:

Experimento:

Fecha:

Hora:

Tratamiento	Replicas	Largo de hoja	Ancho de hoja	cm <sup>2</sup>
T 1	R1			
	R2			
	R3			
T2	R1			
	R2			
	R3			
T3	R1			
	R2			
	R3			
T4	R1			
	R2			
	R3			

## Anexo 6. Determinación de materia seca en muestras de *Tithonia diversifolia*



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE  
NICARAGÜENSE**

**URACCAN RECINTO NUEVA GUINEA**

**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO**

### Resultado de análisis físico

MUESTRA	TRATA- MIENTO	PESO INICIAL	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	PESO FINAL
Hojas	T1	17.07	11.22	7.23	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
Tallos		39.83	37.43	35.06	27.91	21.11	15.78	10.67	6.94
Raíces		1.02	0.13	0.11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Hojas	T2	7.87	3.96	1.8	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4
Tallos		15.6	14.42	11.74	6.3	3.43	2.44	2.4	2.3
Raíces		1.29	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16
Hojas	T3	10.9	10.03	6	2.09	1.86	1.86	1.85	1.85
Tallos		12.02	11.35	9.27	5.44	2.77	1.7	1.6	1.6
Raíces		1.47	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16
Hojas	T4	10.11	8.22	4.78	1.97	1.94	1.92	1.92	1.92
Tallos		15.98	13.79	10.25	4.02	2.48	2.46	2.45	2.44
Raíces		4.67	3.08	3.07	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06

Todas las muestras se sometieron a calentamiento secuencial de 3 horas cada uno a 70 °C

**Fecha de recibido de las muestras**

**Fecha de entrega de resultados**

miércoles 14-02-2018

viernes 16-02-2018

## Anexo 7. Galería de Imágenes



**Ilustración 1.** Limpieza del terreno para arrancado de tierra.



**Ilustración 2.** Medición de los sustratos por cada tratamiento.



**Ilustración 3.** Recolección del material vegetativo de *Tithonia diversifolia*.



**Ilustración 4.** Sembrado de esqueje de *Tithonia diversifolia* en un D.C.A en condiciones de vivero.



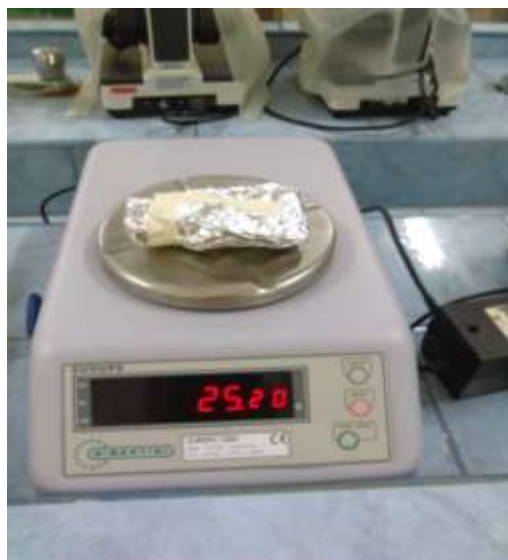
**Ilustración 5. Etiketado de réplicas por cada tratamiento en un D.C.A en condiciones de vivero.**



**Ilustración 6. Techado de vivero para una mejor distribución de la sombra.**



**Ilustración 7. Medición de la altura de la planta *Tithonia diversifolia* a 60 días después de la siembra.**



**Ilustración 8. Medición de materia seca en muestras de hojas, tallos y raíces de *Tithonia diversifolia*.**



## UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

### URACCAN

#### AVAL DEL TUTOR

El tutor/a: MSc. Wilson Antonio Calero Borge, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo
- b. Informe Final ☒
- c. Artículo Técnico
- d. Otra forma de culminación (especifique):

---

A la investigación titulada: **Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento de Botón de oro (Tithonia diversifolia) en condiciones de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017.**

**Br: Ángel Ernesto López Guzmán**

**Br: Lidio José Díaz Jarquín**

De la carrera: Ingeniería Zootecnia

Nombre y apellido del Tutor, Tutora: MSc. Wilson Antonio Calero Borge

Firma: MSc. Wilson Antonio Calero Borge

Recinto: Nueva Guinea

Fecha: 06 de junio, de 2018