



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO EN EL REBROTE DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia* HEMSL. GRAY), EN DIFERENTES SUSTRATOS  
BAJO EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** William Javier Santos Merchán

LA LIBERTAD, 2022



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFECTO EN EL REBROTE DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia* HEMSL. GRAY), EN DIFERENTES SUSTRATOS  
BAJO EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** William Javier Santos Merchán

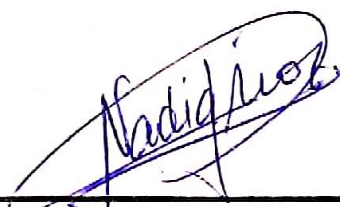
**Tutora:** Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla Ph. D

LA LIBERTAD, 2022

## TRIBUNAL DE GRADO

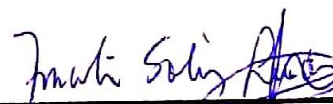
Trabajo de Integración Curricular presentado por **SANTOS MERCHÁN WILLIAM JAVIER** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 22/09/2021



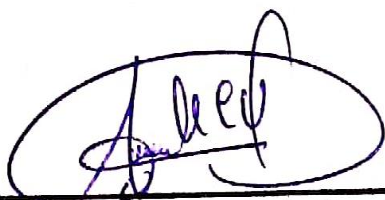
---

Ing. Nadia Quevedo Pino Ph. D  
**DIRECTORA DE CARRERA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Ligia Araceli Solís Lucas Ph. D  
**PROFESORA ESPECIALISTA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Veronica Andrade Yucailla Ph. D  
**PROFESORA TUTORA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. David Arturo Vega González  
**SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, profundamente agradecido con nuestro Padre Celestial que me otorgó la oportunidad de mantenerme con fuerzas cada día en esta travesía de enseñanza.

También un agradecimiento a mi mamá Lorenza que siempre estuvo pendiente de cada día durante mi vida desde la escuela hasta la universidad, acompañándome y animándome para que culmine mis estudios.

Al resto de mis familiares, hermanos, padre sobrinos que estuvieron dispuestos a apoyar en los gastos que el estudio superior conlleva, tanto material como anímico.

Un agradecimiento a todos los docentes que han formado parte de este trayecto de formación académica, desde el preuniversitario hasta la culminación del trabajo de integración curricular, gracias por cada enseñanza impartida y en especial gracias por tanta paciencia y condescendencia.

Y finalmente y no menos importante a mis compañeros de curso que brindaron apoyo y consejo en varios momentos de esta etapa.

William Javier Santos Merchán

## **DEDICATORIA**

El trabajo es dedicado a nuestro Padre Celestial en primer lugar, ya que de él emana todo el conocimiento, un ser de infinita ciencia.

Dedicado también a mi mamá que siempre me brindó apoyo de gran manera y porque ella muestra un vínculo con el campo desde su niñez.

A mis familiares que estuvieron pendiente de cualquier ocasión de necesidad, dedicado a cada uno de ellos.

William Javier Santos Merchán

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado con el propósito de evaluar el efecto del rebrote del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en el Centro de Apoyo Río Verde en diferentes sustratos orgánicos. El experimento fue establecido en un DCA conformado por 4 tratamientos, T<sub>0</sub>=100% suelo, T<sub>1</sub>=20% caprinaza + 80% suelo, T<sub>2</sub>=20% porcinaza + 80% suelo y T<sub>3</sub>=20% gallinaza + 80% suelo. Las variables estudiadas fueron el porcentaje de prendimiento, prevalencia a los 60 y 90 días respectivamente, número de brotes, número de hojas, altura (cm) y diámetro de los brotes (mm) a los 60, 75 y 90 días. El T<sub>2</sub> obtuvo los mejores parámetros de estudio con 64.29% en prendimiento y el T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> con 61.9% en prevalencia. En número de brotes el T<sub>1</sub> presentó los mejores resultados a los 60, 75 y 90 días, con 2.43, 3.43 y 3.29 respectivamente, en número de hojas el T<sub>2</sub> obtuvo buenos resultados con 8, 10.21 y 12.71. Para la altura el T<sub>2</sub> presentó mejores valores al día 60 y 75 con 8.66 cm y 9.48 cm y al día 90 con 12.85 cm y por último el grosor del brote tuvo al T<sub>2</sub> con 2.85 mm y 3.19 mm para los días 60 y 75, y el T<sub>1</sub> con 4.08 mm al día 90. Los resultados obtenidos demostraron que el T<sub>2</sub> que contenía porcinaza al 20% de concentración presentó mejores parámetros en la mayoría de los casos, las condiciones ambientales del lugar también tuvieron un efecto en el desarrollo inicial.

**Palabras claves:** número de brotes, porcinaza, prendimiento, prevalencia.

## ABSTRACT

The present study was carried out with the purpose of evaluating the effect of the regrowth of the golden button (*Tithonia diversifolia*) in the Río Verde Support Center on different organic substrates. The experiment was established in a DCA consisting of 4 treatments, T<sub>0</sub>=100% soil, T<sub>1</sub>=20% goat manure + 80% soil, T<sub>2</sub>=20% pig manure + 80% soil and T<sub>3</sub>=20% chicken manure + 80% soil. The variables studied were the percentage of sprouting, prevalence at 60 and 90 days respectively, number of outbreaks, number of leaves, height (cm) and diameter of the stem (mm) at 60, 75 and 90 days. T<sub>2</sub> obtained the best study parameters with 64.29% in sprouting and T<sub>2</sub> and T<sub>1</sub> with 61.9% in prevalence. In number of outbreaks the T<sub>1</sub> presented the best results at 60, 75 and 90 days, with 2.43, 3.43 and 3.29 respectively, in number of leaves the T<sub>2</sub> obtained good results with 8, 10.21 and 12.71. For height, T<sub>2</sub> presented better values at day 60 and 75 with 8.66 cm and 9.48 cm and at day 90 with 12.85 cm and finally the thickness of the outbreak had T<sub>2</sub> with 2.85 mm and 3.19 mm for days 60 and 75, and T<sub>1</sub> with 4.08 mm at day 90. The results obtained showed that the T<sub>2</sub> containing pig manure at 20% concentration presented better parameters in most cases, the environmental conditions of the place also had an effect on the initial development.

**Keywords:** number of outbreaks, sprouting, pig manure, prevalence.

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“EFECTO EN EL REBROTE DEL botón de oro (*Tithonia diversifolia* HEMSL. GRAY), EN DIFERENTES SUSTRATOS BAJO EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”** y elaborado por **William Javier Santos Merchán**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>Problema Científico:</b> .....	<b>3</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>3</b>
Objetivo General: .....	3
Objetivos Específicos:.....	3
<b>Hipótesis:</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Aspectos botánicos</b> .....	<b>4</b>
1.1.1 Origen .....	4
1.1.2 Morfología .....	4
1.1.3 Raíz .....	5
1.1.4 Hojas .....	5
1.1.5 Inflorescencia .....	5
1.1.6 Fruto .....	5
1.1.7 Composición nutricional de la <i>Tithonia diversifolia</i> .....	5
<b>1.2 Requerimientos edafoclimáticos</b> .....	<b>6</b>
1.2.1 Suelo .....	6
1.2.2 Altitud y precipitación .....	6
1.2.3 pH.....	6
<b>1.3 Abonos orgánicos</b> .....	<b>6</b>
1.3.1 Porcinaza.....	8
1.3.2 Caprinaza .....	8
1.3.3 Gallinaza .....	8
1.3.4 Compostaje .....	8
<b>1.4 Usos de la <i>Tithonia diversifolia</i> en el campo agrícola y pecuario</b> .....	<b>9</b>
1.4.1 Mejoramiento de suelo.....	10
1.4.2 Alimentos para rumiantes y monogástricos .....	10
1.4.3 Abonos verdes.....	10
1.4.4 Sustratos .....	10
<b>1.5 Manejo agronómico de la <i>Tithonia diversifolia</i></b> .....	<b>11</b>
1.5.1 Tipo de propagación .....	11
1.5.2 Manejo postestaquillado .....	11

1.5.3 Brotes .....	11
1.5.4 Edades de corte .....	12
1.5.5 Altura y número de hojas .....	12
1.5.6 Fertilización .....	12
1.5.7 Plagas .....	122
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Caracterización del área .....</b>	<b>14</b>
2.1.1 Ubicación .....	14
2.1.2 Clima y precipitación .....	14
2.1.3 Suelo .....	15
2.1.4 Agua.....	15
<b>2.2 Materiales, equipo e insumos.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Material biológico .....	15
2.2.2 Sustratos .....	15
2.2.3 Equipos e insumos .....	15
<b>2.3 Diseño experimental y tratamientos .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Delineamiento experimental .....	16
2.3.2 Diseño o distribución .....	17
<b>2.4 Manejo del experimento.....</b>	<b>17</b>
2.4.1 Preparación del compostaje .....	17
2.4.2 Llenado de las fundas germinadoras .....	17
2.4.3 Siembra de las estacas.....	17
2.4.4 Riego .....	18
2.4.5 Control fitosanitario .....	18
<b>2.5 Parámetros evaluados .....</b>	<b>18</b>
2.5.1 Morfológicos.....	18
2.5.2 Porcentaje de prendimiento.....	18
2.5.3 Porcentaje de prevalencia.....	18
<b>2.6 Análisis estadístico de los resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Efectos en los parámetros morfológicos de la <i>Tithonia diversifolia</i> .....</b>	<b>20</b>
3.1.1 Nivel de prendimiento.....	20
3.1.2 Nivel de prevalencia.....	21
3.1.3 Análisis de varianza entre los tratamientos a los 60, 75 y 90 días .....	22

3.1.4 Número de brotes de la <i>Tithonia diversifolia</i> a los 60, 75 y 90 días.....	23
3.1.5 Número de hojas de la <i>Tithonia diversifolia</i> a los 60, 75 y 90 días .....	25
3.1.6 Altura de los brotes de la <i>Tithonia diversifolia</i> a los 60, 75 y 90 días.....	27
3.1.7 Grosor del tallo de la <i>Tithonia diversifolia</i> a los 60, 75 y 90 días .....	29
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>32</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del botón de oro. ....	4
<b>Tabla 2.</b> Componentes de principales excretas animales.....	7
<b>Tabla 3.</b> Compuestos elementales (%) de la gallinaza y porcinaza.....	8
<b>Tabla 4.</b> Esquema del análisis de varianza. ....	16
<b>Tabla 5.</b> Delineamiento experimental del estudio. ....	16
<b>Tabla 6.</b> Descripción de los tratamientos.....	17
<b>Tabla 7.</b> Esquema de la distribución de los tratamientos.....	17
<b>Tabla 8.</b> Evaluación del efecto de prendimiento y prevalencia en <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 y 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	20
<b>Tabla 9.</b> Porcentaje de prendimiento de los tratamientos a los 60 días en diferentes sustratos bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	20
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de prevalencia de los tratamientos a los 90 días en diferentes sustratos bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	21
<b>Tabla 11.</b> Evaluación del comportamiento agronómico de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	22
<b>Tabla 12.</b> Evaluación del comportamiento agronómico de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	23
<b>Tabla 13.</b> Evaluación del comportamiento agronómico de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del proyecto investigativo en el Centro de Apoyo en Río Verde. ....	14
<b>Figura 2.</b> Efecto del prendimiento en <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.....	21
<b>Figura 3.</b> Efecto de la prevalencia en <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.....	22
<b>Figura 4.</b> Efecto en los brotes de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	24
<b>Figura 5.</b> Efecto en los brotes de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	24
<b>Figura 6.</b> Efecto en los brotes de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	25
<b>Figura 7.</b> Efecto en el número de hojas de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	26
<b>Figura 8.</b> Efecto en el número de hojas de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	26
<b>Figura 9.</b> Efecto en el número de hojas de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.....	27
<b>Figura 10.</b> Efecto en la altura de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	27
<b>Figura 11.</b> Efecto en la altura de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.....	28
<b>Figura 12.</b> Efecto en la altura de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	29
<b>Figura 13.</b> Efecto en el diámetro de los tallos de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	30
<b>Figura 14.</b> Efecto en el diámetro de los tallos de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	30
<b>Figura 15.</b> Efecto en el diámetro de los tallos de la <i>Tithonia diversifolia</i> en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena. ....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura 1A.** Recolección de la caprinaza.

**Figura 2A.** Recolección de la porcinaza.

**Figura 3A.** Recolección de la gallinaza.

**Figura 4A.** Riego y volteo de los abonos.

**Figura 5A.** Estacas de botón de oro.

**Figura 6A.** Relleno de las fundas con los sustratos homogenizados.

**Figura 7A.** Riego de las estacas.

**Figura 8A.** Nuevo brote emergiendo de una yema.

**Figura 9A.** Estacas con brotes nuevos y sin brotes a los 40 días.

**Figura 10A.** Ejemplar con buen nivel de forraje a los 60 días.

**Figura 11A.** Toma de datos a los 75 días.

**Figura 12A.** Toma de datos a los 90 días.

**Figura 13A.** Registro de control de las visitas a Centro de Apoyo en Río Verde.

**Figura 14A.** Segunda hoja de registro de control de las visitas.

**Figura 15A.** Tercera y última hoja de registro de visitas.

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la ganadería está plenamente vinculado con los pastos y forrajes ya que esa es su fuente principal de alimento, éstas le proveen de energía, proteína, entre otros elementos, esta materia prima debe estar a disposición de los animales y ser de gran calidad, por lo tanto, buscar e implementar nuevas tecnologías y nuevas especies es de suma importancia para mejorar la calidad de la producción, observar el comportamiento de plantas forrajeras bajo otros factores climáticos como los presentes en el Ecuador (León, 2018)

La necesidad de buscar suplementos con buenas características organolépticas, es decir nutritivos y palatables, que puedan ayudar a complementar las dietas que se les suministra a los animales, hace que se sigan buscando otras especies, por lo tanto, esto provoca que se realicen estudios investigativos para conocer el comportamiento de dichas especies para evaluar rendimientos bajo diferentes condiciones edafoclimáticas (Ruíz *et al.*, 2016).

Los objetivos de muchas investigaciones es encontrar especies que logren complementar la dieta de los animales, que tengan buenas propiedades nutricionales como agronómicas, es decir de rápida recuperación, el botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray) cumple según la evidencia con estas expectativas, cuyas cualidades se han manifestado en diferentes zonas del país colombiano, (Londoño *et al.*, 2019).

En los lugares en donde se encuentra distribuido la *Tithonia diversifolia* es conocida como botón de oro o falso girasol, entre otros nombres locales, esta es una especie que tiene buena afinidad en desarrollarse por estacas (García, 2017). El botón de oro se encuentra en su mayoría de forma silvestre en el Ecuador, en el Oriente ecuatoriano esta planta ha demostrado tener una buena adaptabilidad a suelos con poca carga orgánica y siendo palatables para los animales, pero esta especie no cuenta con muchos estudios en comparación con otras (Gualán, 2015).

Por lo tanto se busca observar el comportamiento bajo diferentes sustratos en especial de abonos orgánicos de diferentes especies propios de la zona en donde se encuentra distribuido (Colombia, Ecuador, Venezuela , entre otros), como es la gallinaza, la porcínaza, bovinaza e incluso de otras poco conocidas como la conejaza, cordinaza entre otros, donde la base productiva de pequeños emprendedores aún muestra deficiencias en manejo de excretas

(Londoño *et al.*, 2019), que es en gran parte de la provincia de Santa Elena y que también la hay en varias partes del país.

Las condiciones climáticas en gran parte de la provincia de Santa Elena hacen que no exista disponibilidad de alimento forrajero a lo largo de todo el año, sino que es exclusivo en invierno, por lo tanto, la necesidad de promover el estudio de especies con mayor adaptabilidad y mejor rendimiento que las especies propias de la zona, para poder usarlas como alimentos complementarios (Bernabé, 2015).

Por lo que, la *Tithonia diversifolia* como reportan las investigaciones aporta gran cantidad de proteína cruda, de ahí una de las más importantes razones como parte de la alimentación animal y para formar parte de suplementaciones estratégicas en épocas de falta de insumos para cualquier tipo de producción pecuaria (Navas and Montaña, 2019), además no solo contribuye a una mejor dieta, ya que es considerada un arbusto multipropósito capaz de mejorar las condiciones del suelo desde medio año después de su establecimiento (González *et al.*, 2014).

Con los antecedentes mencionados la investigación tiene como objetivo determinar efectos de prendimiento, prevalencia y parámetros morfológicos bajo la presencia de abonos orgánicos de distintas especies presentes en el Centro de Apoyo Río Verde (CARV).



**Problema Científico:**

El desconocimiento de la utilización de sustratos orgánicos no permite mejorar el desarrollo vegetativo de especies forrajeras, ¿La aplicación de los mismos mejorará dichos parámetros para la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, bajo el clima de la provincia de Santa Elena en la comuna Río Verde?

**Objetivos*****Objetivo General:***

- ❖ Evaluar el efecto en el rebrote del botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray), en diferentes sustratos bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

***Objetivos Específicos:***

1. Analizar el porcentaje de prendimiento y prevalencia por estacado de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, a los 60 y 90 días en diferentes sustratos orgánico de origen animal.
2. Conocer el comportamiento agronómico de las estacas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, a los 60, 75 y 90 días en diferentes sustratos bajo el clima de Río Verde en la provincia de Santa Elena.

**Hipótesis:**

El sustrato de origen porcino demostrará mejor comportamiento en el proceso de prendimiento, prevalencia y parámetros morfológicos para la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray.

# CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 Aspectos botánicos

### 1.1.1 Origen

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es originario de México, altamente distribuido por Sudamérica en zonas tropicales subhúmedos y también en los trópicos húmedos, también se las puede encontrar en zonas africanas y asiáticas, planta capaz de llegar hasta los 5 m de altura (Roa, 2018).

Pertenciente a la familia de las asteráceas, la *Tithonia diversifolia* se dice que es originaria de la parte sur de México y en su totalidad de centro América y siendo caracterizada por su amplia adaptabilidad y a condiciones edáficas diferentes (Londoño *et al.*, 2019).

En la Tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica de la especie forrajera.

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del botón de oro.

Clasificación	
División	Spermatophyta
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Metaclamídeas
Orden	Campanuladas
Familia	Compositae
Genero	<i>Tithonia</i>
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray

**Fuente:** García (2017)

### 1.1.2 Morfología

*Tithonia diversifolia* es una planta tipo perenne herbácea cuya altura está entre 1.5 hasta 4 m, capaz de adaptarse a diferentes suelos y presentar una buena producción, también se denomina como melífera y utilizada en algunos sectores para la apicultura, también se la utiliza como planta ornamental (Chávez, 2012).

El botón de oro es una planta arbustiva capaz de alcanzar como máximo 4 m de altura, con una gran capacidad de digestibilidad, apto para rumiantes, aves y demás monogástricos (González *et al.*, 2014).

*Tithonia diversifolia* es una planta considerada también como herbácea con una gran capacidad radicular para absorber nutrientes que se encuentran de manera escasa y una

particularidad es que esta especie es tolerante a los cortes por su rápido recuperación (Santamaría *et al.*, 2016).

### **1.1.3 Raíz**

El botón de oro posee un sistema radicular muy extendida, su raíz es fusiforme con abundantes ramificaciones, (González *et al.*, 2014). La forma de las raíces dependerá de la forma en que se desea propagar, será pivotante si es por semilla sexual y serán adventicias si es por estaquillado (Arias, 2018).

### **1.1.4 Hojas**

Sus hojas se presentan de forma alternas, con peciolo, en estas se observan desde 5 lóbulos a 3 lóbulos, también se puede apreciar en ellos una forma dentada en los bordes, en el haz de las hojas se encuentran vellosidades en cuya base de las mismas se van ensanchando (González *et al.*, 2014).

Las hojas del botón de oro tienen una anchura máxima hasta 20 cm y alcanzan una longitud de 20 cm, presentando hasta 5 lóbulos, también se observa que el ápice es de forma muy pronunciada (Ponce, 2019).

### **1.1.5 Inflorescencia**

*Tithonia diversifolia* tiene su inflorescencia dispuesta en capítulos y rodeada por un conjunto de brácteas en donde sus flores son sésiles, estas flores son hermafroditas y de color amarillo, además llegan a medir hasta 6 cm de longitud (Pérez *et al.*, 2009).

### **1.1.6 Fruto**

El botón de oro posee un fruto indehiscente, tipo aquenio de forma oval y elíptica, en donde su superficie está cubierta de pelillos (Pérez *et al.*, 2009).

### **1.1.7 Composición nutricional de la *Tithonia diversifolia***

El botón de oro es una especie con un contenido proteico considerable, superando el 20% en su composición, además de eso posee un alto nivel de digestibilidad de hasta un 75%, cuyo contenido de proteína cruda es más aprovechable en relación a otras especies, también genera niveles inferiores de gases de efecto invernadero (Silva, 2020).

La proteína que aporta la *Tithonia diversifolia* sigue siendo alta pero esta depende también de la edad de la planta, conteniendo hasta un 29% a los 30 días y 15% a los 90 días, en estos

mismos periodos también se ven afectados los niveles de humedad en su composición, 86% y 77% respectivamente (Tamayo, 2015).

Un análisis de composición para materia seca proporcionó una cantidad de proteína al 14% a los 56 días del corte, para ceniza tuvo 16% y la presencia de metabolitos secundarios a una concentración del 0.11%, para estos análisis la propagación fue por semillas y además el tipo de sistema establecido no influyó en los resultados (Gallegos *et al.*, 2017).

## **1.2 Requerimientos edafoclimáticos**

### **1.2.1 Suelo**

Es capaz de resistir condiciones de suelos ácidos y además tolerar una concentración baja de nutrientes (García, 2017). Se lo ha encontrado creciendo en sitios adyacentes a asfaltado, cauces y caminos rústicos, con capacidad para soportar suelos con baja carga orgánica, niveles de acidez y de varias texturas (Arias, 2018).

### **1.2.2 Altitud y precipitación**

Es una planta que se adapta a diferentes pisos altitudinales, se registra en Colombia desde del nivel del mar hasta los 2 500 m.s.n.m. y en precipitación se encuentra en un rango entre 800 mm a 5 000 mm (Londoño *et al.*, 2019).

Esta especie es capaz de mantener un desarrollo óptimo en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2 400 m.s.n.m. sin inconvenientes (Cerdas, 2018).

El botón de oro se puede encontrar hasta los 2 700 m.s.n.m. y posee una tolerancia a varias condiciones climáticas, se desarrolla también bajo precipitaciones que van desde los 500 a 800 mm (Ponce, 2019).

### **1.2.3 pH**

Es adaptable a suelos con baja fertilidad, capaz de tolerar suelos con pH entre 4.5 a 8 y también a suelos pesados, adaptables a suelos con baja concentración de aluminio, fósforo y hierro (Uribe *et al.*, 2011).

## **1.3 Abonos orgánicos**

Un abono orgánico es un recurso en donde existen nutrientes que pueden ser utilizados en la agricultura y estas son de origen animal como las excretas o de origen vegetal como el

barbecho, estos materiales permiten que los suelos mejoren, llevándolos a un nivel de fertilidad óptima, promoviendo a los microorganismos del suelo para que exista una interacción entre ellos y las plantas (Espinoza and Salas, 2020).

Los residuos animales son utilizados como parte de la composición para un sustrato, pero se recomienda esterilizarlo para evitar algún problema sanitario, para una correcta proporción se recomienda que el sustrato esté conformado en 25% del abono orgánico, sea cual sea el origen del abono, el otro 25% por turba y el resto por suelo (Silvestre, 2019).

Los aportes de abonos orgánicos favorecen en gran manera la estructura del suelo, promoviendo la actividad microbiana generando una relación planta-suelo óptimo, mejorando la absorción de los nutrientes en él y por ende produciendo un mejor desarrollo y calidad de los productos, siendo estos complementarios con las prácticas convencionales (Canseco *et al.*, 2020).

El manejo de los residuos animales es un problema en todos los sistemas de producción, para eso el reciclaje de los mismo es de vital importancia ya que se pueden procesar y aprovechar los nutrientes que hay en él, contribuyendo a una mejora estructural del suelo (Cotrina *et al.*, 2020).

En la Tabla 2 se muestran los componentes básicos de las excretas animales.

**Tabla 2.** Componentes de principales excretas animales.

Especie animales	Nutrientes		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Vaca	1.67	1.08	0.56
Caballo	1.5	1.15	1.3
Gallinaza	2 – 4	3	3.2
Oveja	1.6	2.5	1.8
Cerdo	1.81	1.1	1.25
Guano de islas	13	1.2	2.5

**Fuente:** Espinoza and Salas (2020)

### 1.3.1 Porcinaza

Se lo denomina porcinaza a los excretas o residuos de la producción porcina, este material es muy rico en elementos como NPK e ideal en suelos ácidos (Ruíz, 2018), algunos parámetros principales para este compuesto se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Compuestos elementales (%) de la gallinaza y porcinaza.

Material	N	P	K	Ca	Mg	S
Porcinaza	3.5	0.9	4.6	2.2	0.1	0.1
Gallinaza	2.5	2.8	2.5	9.8	0.8	0.1

**Fuente:** Ruíz (2018)

### 1.3.2 Caprinaza

La caprinaza es aquel compuesto conformado por las heces de los caprinos, esta también puede venir con otros elementos tales como, restos de alimento, porciones de suelo en caso de ser semiestabulado e incluso pelaje, este abono es igual de rico en macronutrientes (NPK) como otros abonos (Díaz, 2017).

### 1.3.3 Gallinaza

Es aquel residuo que queda de las productoras avícolas y está compuesto por heces de las aves, aserrín, plumas, restos de concentrados y muchas veces por cascarillas de arroz, contiene urea, albuminoides, macroelementos y estos pueden utilizarse para el sector agrícola (Auquilla, 2019), en la Tabla 3 se especifican las concentraciones de macroelementos.

### 1.3.4 Compostaje

El compostaje de los abonos conlleva una serie de procesos en donde la interacción de microorganismos permite transformar las excretas en compuesto y/o elementos disponibles para la planta (Osinaga, 2020).

Una parte importante en el proceso del compostaje es el volteado, que debe realizarse máximo 3 veces a la semana y mínimo 2 veces, ya que esto permite el ingreso del oxígeno y estimula la actividad microbiana aeróbica, condición necesaria para un buen material final, junto con esto es indispensable mantener un nivel de humedad durante las etapas hasta que el producto llegue a su madurez (Ninco and Sánchez, 2017).

El compostaje es un conjunto de procesos en donde existe una interacción con los microorganismos y mesorganismos, estos degradan la materia orgánica y necesitan de unas condiciones idóneas para obtener un producto final de calidad, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar este puede acelerar o retrasar el proceso, que normalmente dura de 2 o 3 meses y debe tener un olor agradable, de un tono oscuro y con agregados sueltos (Mullo, 2012).

Este proceso consta de 4 etapas, que son mesófilo, en donde existe un crecimiento exponencial de microorganismos, luego el termófilo, en la cual la temperatura se eleva y también aparecen otros organismos degradadores de celulosa y proteínas, después continúa la etapa de enfriamiento, en donde la población de organismos mesófilos vuelve a aumentar y finalmente la etapa de maduración en donde el material se encuentra a temperatura ambiente en la cual existe una condensación y polimeración de humus (Mullo, 2012).

#### **1.4 Usos de la *Tithonia diversifolia* en el campo agrícola y pecuario**

*Tithonia diversifolia* presenta grandes aptitudes que lo convierten en un recurso fitotécnico excepcional tales como un valor nutricional, alta rusticidad, capaz de adaptarse a diferentes climas, buena digestibilidad, aceptado por casi todos los animales, a pesar de esto no está exento de tener concentraciones de cumarina, pero son niveles bajos que no presentan indicios de intoxicación a corto plazo (Cerdas, 2018).

El botón de oro también es aplicable en asociación con otras plantas, ya sea con otras arbustivas o pastos como la yuca y el kikuyo, para el primero la *Thitonia diversifolia* tiene un efecto disuasivo para las hormigas arrieras, ya que estos insectos evitaron la planta trazando un camino más extenso y evitándola para llegar al tubérculo (Calle and Murgueitio, 2014).

En la búsqueda de nuevas especies forrajeras para un establecimiento de sistemas silvopastoriles hace que se considere al botón de oro como una de las mejores opciones para dicho diseño, no solo por sus cualidades agronómicas (mejoradores de suelo, repelentes de plagas o atrayente de polinizadores) sino también por su gran aporte de proteínas y buena digestibilidad en los rumiantes (Mejía, 2014).

#### **1.4.1 Mejoramiento de suelo**

Se ha revelado que existió una mejora al suelo en donde se le aplicó un compostaje conformado en parte por *Tithonia diversifolia*, cuya aplicación mostró un aumento de cantidad de hojas, mayor altura y mayor rendimiento en la acelga (Moriones and Montes, 2017).

#### **1.4.2 Alimentos para rumiantes y monogástricos**

Existe una diferencia en la actividad ruminal con la ingesta de la *Tithonia diversifolia* en comparación con otras especies, disminuyendo los gases de efecto invernadero, en este caso el metano, también se la atribuye la bondad de mejorar la absorción de nutrientes (Gallegos *et al.*, 2014).

Esta planta presenta un alto valor nutricional, también un alto porcentaje de digestibilidad del material seco, estas y otras propiedades la convierte en una especie idónea y propicia para la alimentación animal ya que es capaz de producir hasta 77 T/C/ha. (González *et al.*, 2014).

*Tithonia diversifolia* es una planta no leguminosa capaz de mejorar la calidad de las dietas, ya que cuenta con un buen grado de degradabilidad en los rumiantes lo cual ayuda a la sostenibilidad de los sistemas productivos (Arronis and Abarca, 2016).

#### **1.4.3 Abonos verdes**

Se determinó que como abono verde proporciona una cantidad considerable de nutrientes de hasta 20 9 20 de NPK ideal para recuperar suelos degradados por la agricultura intensiva (Ríos, 2005).

En varios sectores se utiliza al botón de oro como complemento en sus sistemas, por ejemplo en algunos cultivos como en el arroz, ya que este presenta una buena tasa de crecimiento, optimizando los nutrientes del suelo y actuando hasta de cierta manera como una leguminosa (Chávez, 2012).

#### **1.4.4 Sustratos**

El sustrato es aquel material que sirve de soporte y sustentación para la planta, considerando de que este recurso deba ser de rápida disponibilidad y bajo costo, estos pueden ser de diferentes materiales, principalmente parte de su mezcla puede estar compuesto por abono orgánico, ya sea edáfica, excretas animales o cualquier otro residuo orgánico, con la



finalidad de mantener una porosidad y humedad idónea para un desarrollo radicular de la planta (Abanto *et al.*, 2016).

## **1.5 Manejo agronómico de la *Tithonia diversifolia***

### **1.5.1 Tipo de propagación**

La forma de propagación puede darse por semillas o por estacas, esta última se recomienda altamente por la presencia de un alto nivel de supervivencia al existir un mejor enraizamiento, siempre y cuando las condiciones sean idóneas tanto en corte como en la siembra. (Pérez *et al.*, 2009).

Hay una mayor tasa de prendimiento con el primer tercio y una diferencia significativa entre este el segundo y el tercero tramo del tallo, es recomendable solo considerar el primer tercio y el segundo y deben de disponer de dos yemas mínimo, las estacas deben estar en óptimas condiciones para su siembra (García, 2017).

La baja germinación por parte de la semilla hace que se escoja el método por estaca como método preferencial, debido a que por estaquillado el tiempo hasta el primer corte es menor, optimizando así el rápido suministro de alimento a los animales (González *et al.*, 2014).

Para la obtención de estacas se deben realizar los cortes a los tallos de manera diagonal para poder facilitar la siembra cuya estaca debe tener 30 cm y al momento del estaquillado solo un tercio de ella deberá estar introducida en el sustrato como mínimo. (Cerdas, 2018).

### **1.5.2 Manejo postestaquillado**

Para una buen desempeño y desarrollo de la *Tithonia diversifolia* es recomendado colocar materia orgánica cuando se realice el estaquillado, de igual forma un abonado después de las actividades de cosecha ayudaría a una mejor recuperación, aun así, su rápido crecimiento en condiciones de bajos niveles de nutrientes ayuda o facilita al productor a obtener un ahorro de recursos que bien pueden ser destinados a otra función (Chávez, 2012).

### **1.5.3 Brotes**

Los rebrotes surgidos desde las yemas de las estacas después del trasplante empiezan a aparecer desde los 15 días después de la siembra, así sea por traslape o en forma perpendicular al suelo (Zapata and Vargas, 2014).

Los primeros brotes del botón de oro en las yemas de las estacas no están asociado a la absorción de los nutrientes del sustrato ya que sus raíces no tienen un crecimiento significativo y dichos brotes se forman a partir de compuestos almacenados en el tallo (Ponce, 2019).

#### **1.5.4 Edades de corte**

Los cortes a los de 60 días después del trasplante fue el que mayor calidad nutricional tuvo, sin dejar de lado de que el corte a los 90 días obtuvo una mayor recuperación y rendimiento a pesar de estar al límite de su aptitud altitudinal (Guatusmal *et al.*, 2020).

Los cortes pueden hacerse dependiendo de su finalidad, si está en asociación puede ser hasta 4 veces al año, mientras que como forraje hasta 6 veces por año, dicho corte se debe hacer a partir de los 10 cm de altura, con estas directrices se pueden llegar a tener hasta 37 t/ha de biomasa fresca (Chávez, 2012).

#### **1.5.5 Altura y número de hojas**

Se realizaron cortes a los 35 y 49 días y estos tuvieron una altura de 25 y 48.5 cm, no se mostraban diferencias en este parámetro bajo diferentes sistemas de densidades ni de altura de corte de igualación, pero si se evidenció una recuperación y aumento de biomasa bajo cortes frecuentes y por ende el número de hojas también aumentó (García, 2017).

#### **1.5.6 Fertilización**

En cuanto al Nitrógeno, se debe aportar alrededor de 200 kg/ha/año, cuyo aporte debe realizarse teniendo en consideración la cantidad ya existente en el suelo y de los sistemas planificados, manejo y finalidad (Cerdas, 2018). Se manifestó un rendimiento mayor en la *Tithonia diversifolia* con las concentraciones de 28.1 g urea, 15.8 g de DAP y 10.1 g de KCl, también se notó un mejoramiento bromatológico para este tratamiento, obteniendo así un forraje abundante y de calidad (Botero *et al.*, 2019).

#### **1.5.7 Plagas**

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) posee un bajo nivel de afectación por plagas, esto debido a la producción de metabolitos secundarios que ejercen un efecto disuasivo, tal como lo revela un estudio en donde la planta tuvo un efecto fagodisuasivo para la *Bemisia tabaci* (mosca blanca), en algunos casos solo son atacadas por insectos propios de la zona, como defoliadores (Bagnarello *et al.*, 2009).

Por las propiedades repelentes de esta planta, se la utiliza en asociación con varias especies que son más propensas a ser atacadas, un experimento demostró que los extractos del botón de oro tuvieron un efecto sobre *Sitophilus oryzae* (gorgojo), impidiendo que estos insectos logren afectar la producción (Jiménez *et al.*, 2016).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del área

#### 2.1.1 Ubicación

El presente trabajo investigativo se llevó a cabo en el área del Centro de Apoyo en Río Verde perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena al este de la provincia de Santa Elena en la comuna de Río Verde (Figura 1), cuyas coordenadas geográficas son: 2° 18' 34'' S, 80° 41' 59'' N, el centro de apoyo está a una altura de 54 m.s.n.m. y se encuentra a 25 km de la ciudad de Santa Elena.



**Figura 1.** Ubicación del proyecto investigativo en el Centro de Apoyo en Río Verde.

**Fuente:** Google Earth (2021).

#### 2.1.2 Clima y precipitación

La comuna Río Verde posee un clima semiárido, en la cual hay dos estaciones bien marcadas, invierno en donde hay presencia de lluvias intensas que se mantienen por un corto período de tiempo, desde diciembre a abril con precipitaciones menores a 150 mm anuales y el resto del año es época seca o verano, temperaturas que van en un rango de 21 a 27 °C, (Cruz, 2019).

La humedad relativa del sector está en un 75% y cuyas temperaturas oscilan entre 16-31 °C, las precipitaciones en invierno son de aproximadamente 100 mm/mes y en verano son de 0.2 mm/mes, mientras que para su luminosidad llega hasta 12 horas luz/día (Tomalá, 2020).

### **2.1.3 Suelo**

El suelo del sector está en su mayoría es de suelo franco-arcillo-arenoso, arena: 63%, limo: 18% y arcilla: 19%. Presenta una baja carga orgánica del 0.7% y un pH de 7. Además, en Nitrógeno y Fósforo se encontraron valores de 10 ppm y 3 ppm respectivamente, considerados bajos, mientras que el potasio con un valor de 0.875 ppm, considerado alto, el suelo está clasificado como Typic Haplocambids (Cruz, 2019).

### **2.1.4 Agua**

El agua utilizada presenta un pH de 6.24 que es ligeramente ácida, así también la conductividad eléctrica con un valor considerado normal de 275 micromhos, mientras que los sólidos disueltos totales son de 169 mg/L, estos valores son considerados normales y es apta para uso agrícola (Cruz, 2019).

## **2.2 Materiales, equipo e insumos**

### **2.2.1 Material biológico**

El material vegetativo constó de estacas del tallo de la planta, que fueron obtenidas a partir del material principal, originario del centro de investigación de la Universidad Estatal Amazónica, con un total de 168 estacas.

Las estacas tuvieron una longitud de 30 cm, aquellos que fueron sembradas en las bolsas de vivero, con una profundidad de 15 cm con las yemas apuntando hacia arriba.

### **2.2.2 Sustratos**

Los sustratos utilizados se prepararon en el mismo lugar, tomadas de las excretas de los animales que se manejaron en el Centro de Apoyo Río Verde.

### **2.2.3 Equipos e insumos**

Para la instalación del sitio experimental y elaboración de la mezcla de los sustratos se usó:

- 168 bolsas de vivero color negro de 13x28 cm con capacidad para 3 kg máximo
- 168 estacas como material vegetativo de la *Tithonia diversifolia*
- 25.2 kg de gallinaza
- 25.2 kg de caprinaza
- 25.2 kg de porcinaza
- Flexómetros
- 428.4 kg de suelo de la zona

- Machete
- Cinta métrica
- Balanza digital
- Pala
- Libreta de apuntes
- Calibrador vernier

### 2.3 Diseño experimental y tratamientos

Para la respectiva investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 6 repeticiones por cada unidad experimental, en la cual cada unidad tuvo 7 estacas, los esquemas del análisis se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Fórmula	GL
Tratamientos	(t-1)	3
Repeticiones	(r-1)	5
Error experimental	(r-1) (t-1)	15
Total		23

#### 2.3.1 Delineamiento experimental

En la Tabla 5 se muestran los detalles del delineamiento del experimento.

**Tabla 5.** Delineamiento experimental del estudio.

Diseño experimental	DCA
Tratamientos	4
Repeticiones	6
Número de estacas por unidad experimental	7
Total de unidad experimental	168
Número de estacas por tratamiento	42
Número de estacas por repetición	7
Área de la unidad experimental	0.16 m <sup>2</sup>
Área útil por repetición	0.64 m <sup>2</sup>
Área útil del experimento	3.84 m <sup>2</sup>

Se utilizaron 42 fundas germinadoras de 13x28 cm para cada tratamiento, en la cual siguió un diseño completamente al azar. En la Tabla 6 se muestran los detalles de los tratamientos, cuyas proporciones fueron 4:1, a excepción del testigo.

**Tabla 6.** Descripción de los tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
T <sub>1</sub>	80% suelo + 20% caprinaza
T <sub>2</sub>	80% + 20% porcinaza
T <sub>3</sub>	80% suelo + 20% gallinaza
T <sub>0</sub>	100% suelo

### **2.3.2** *Diseño o distribución*

La distribución de las estacas en sus respectivas fundas se realizó con un diseño completamente al azar tal y como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Esquema de la distribución de los tratamientos.

<b>Repeticiones</b>		<b>Tratamientos</b>		
R <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>
R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>
R <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
R <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
R <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>
R <sub>6</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>

## **2.4** *Manejo del experimento*

el experimento se llevó a cabo bajo los siguientes pasos:

### **2.4.1** *Preparación del compostaje*

se recolectaron las excretas de los diferentes animales disponibles y se las apiló bajo la sombra de un árbol, mezclado con pasto seco y agua, se mantuvieron húmedos y se realizaron volteados semanales hasta que tuvieron una consistencia suelta, color y olor agradable a suelo.

### **2.4.2** *Llenado de las fundas germinadoras*

Se realizó un llenado con los sustratos ya homogenizados, mezcla entre suelo al 80% y el abono al 20%, 2.4 kg de suelo y 0.6 kg de abono, dimensiones de las fundas fueron de 13x28 cm.

### **2.4.3** *Siembra de las estacas*

Las estacas con una longitud no mayor a 30 cm fueron introducidas en el sustrato de forma inclinada con las yemas apuntando hacia arriba.

#### **2.4.4 Riego**

Se aplicó un riego diario hasta tener un buen grado humedad en cada sustrato.

#### **2.4.5 Control fitosanitario**

Se aplicó un insecticida orgánico a base de ají como método preventivo.

### **2.5 Parámetros evaluados**

#### **2.5.1 Morfológicos**

**Altura de la planta:** se evaluó la medida de la altura, desde la base hasta el ápice de los nuevos brotes con una cinta métrica y la recolección de esta variable fue en el día 60 después del estaquillado, el día 75 de igual manera y de la misma forma el día 90.

**Diámetro basal:** se realizó la toma de medida del diámetro basal con un calibrador vernier, esta variable fue tomada en la base de los brotes nuevos y fue en horas de la mañana el día 60 después del estaquillado, el día 75 y al día 90 de la misma forma.

**Número de hojas:** el conteo de hojas se realizó de manera visual a los días 45 después del estaquillado con el mismo procedimiento al día 75 y de la misma manera el día 90.

**Número de tallos:** se contó de manera visual el número de brotes nuevos correspondientes a los tallos y fue tomada al día 60 después del estaquillado, al día 75 de la misma forma y por último el día 90 después de la siembra.

#### **2.5.2 Porcentaje de prendimiento**

El porcentaje de prendimiento se tomó considerando las plantas sobrevivientes y las que no presentaron nuevos brotes y se tomó al día 60 después de la respectiva siembra en las bolsas germinadoras con la formula siguiente según las recomendaciones de Silvestre (2019).

$$\% \text{ de brotación} = \frac{n1}{n2} * 100$$

n1 = número de estacas con brotes.

n2 = número de estacas sembradas.

#### **2.5.3 Porcentaje de prevalencia**

El porcentaje de prevalencia se consideró a las estacas sobrevivientes entre el número total de las estaquilladas y fue tomada al día 90 después del a siembra en los sustratos.



## **2.6 Análisis estadístico de los resultados**

Los tratamientos estuvieron dispuestos en un diseño completamente al azar (DCA) conformadas por 4 tratamientos con 6 repeticiones, la base de datos se lo realizó en una hoja de cálculo de Excel, para el análisis de diferencias estadísticas se aplicó ANDEVA y la prueba de Tukey para la comparación entre los tratamientos con un nivel de significancia al  $P < 0.05$ , en donde el análisis estadístico se lo ejecutó en el software SPSSv21.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Efectos en los parámetros morfológicos de la *Tithonia diversifolia*

En la Tabla 8 se muestra el resultado del análisis de varianza en donde se evaluaron las variables prendimiento y prevalencia, al día 60 y al día 90 respectivamente después del estaquillado, para ambos se utilizó el test de Tukey ( $P < 0.05$ ) para la comparación entre los tratamientos.

**Tabla 8.** Evaluación del efecto de prendimiento y prevalencia en *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 y 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Variables	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	$\bar{X}$	E.E.	P-valor
Prendimiento	0.40	0.57	0.64	0.52	0.54	0.039	0.159
Prevalencia	0.50	0.62	0.62	0.50	0.55	0.037	0.306

$\bar{X}$ : media de los tratamientos

E.E.: error estándar de las medias

P-valor: diferencias significativas

#### 3.1.1 Nivel de prendimiento

Los nuevos brotes aparecieron desde el día 22 hasta el día 60 después del estaquillado, iniciando con el T<sub>2</sub> (compuesto por porcínaza al 20% de concentración) y por último en presentar brotes fue el testigo, el número de estacas con brotes se especifican en la Tabla 9.

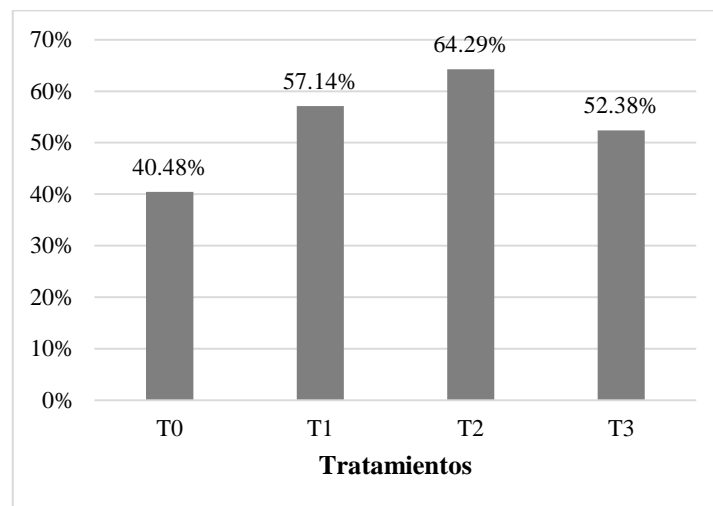
En la Tabla 8 se describe que no existen diferencias significativas para la variable prendimiento entre los tratamientos. En la Figura 2 se observa que el T<sub>2</sub> (porcínaza al 20% + suelo al 80%) con un porcentaje del 64.28%, fue el que mejor resultados presentó, seguido del T<sub>1</sub> con un 57.14%, el T<sub>3</sub> con un 52.38% y finalmente el testigo con un 40.48%, siendo este el de menor valor.

**Tabla 9.** Porcentaje de prendimiento en *Tithonia diversifolia* a los 60 días en diferentes sustratos bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Tratamientos	Número de estacas sembradas	Número de estacas con brotes	Porcentaje de prendimiento (%)
T <sub>0</sub>	42	17	40.48
T <sub>1</sub>	42	24	57.14
T <sub>2</sub>	42	27	64.29
T <sub>3</sub>	42	22	52.38

Los niveles mostrados nos indican que el aporte de abonos suministrados a los sustratos tuvo una influencia en el número de individuos con brotes, en comparación con los resultados manifestados por López *et al.* (2019), cuyos valores fueron más altos hasta un 92%, debido

a la interacción de la materia orgánica en los sustratos. Según Véliz (2014), los abonos aportan nutrientes y mejoran la estructura del suelo facilitando así una mejor expansión radicular, también aporta humedad, mientras que los resultados de estudio se vieron afectados por las condiciones climáticas, así lo demuestra Argüello *et al.* (2020), que obtuvo un retraso en el desarrollo de los brotes por bajos niveles de precipitación. La porcinaza genera una mayor concentración de nitrógeno asimilable, así lo expone Villegas (2021).



**Figura 2.** Efecto del prendimiento en *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

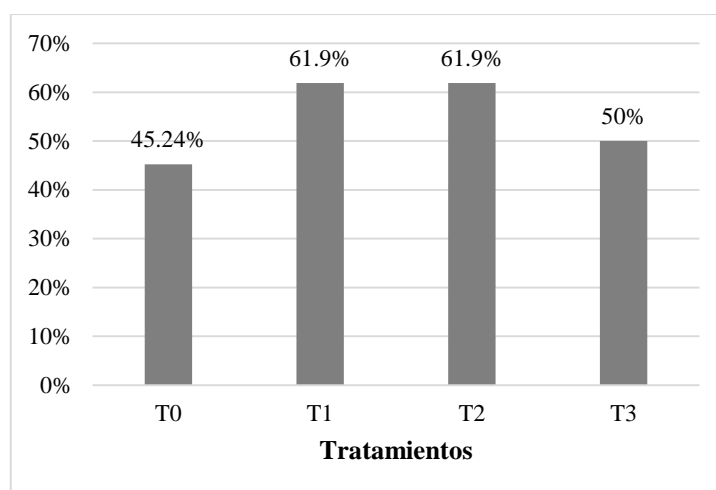
### 3.1.2 Nivel de prevalencia

Según los resultados mostrados en la Tabla 8 para la variable prevalencia, esta no presentó diferencia significativa entre los respectivos tratamientos, como se aprecia en la Tabla 10, el número de estacas sobrevivientes fue de 19, 26, 26 y 21, para los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> respectivamente.

**Tabla 10.** Porcentaje de prevalencia en *Tithonia diversifolia* a los 90 días en diferentes sustratos bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Tratamientos	Número de estacas sembradas	Número de estacas sobrevivientes	Porcentaje de prevalencia (%)
T <sub>0</sub>	42	19	45.24
T <sub>1</sub>	42	26	61.9
T <sub>2</sub>	42	26	61.9
T <sub>3</sub>	42	21	50

En la Figura 3 se señala que el T<sub>1</sub> y el T<sub>2</sub> presentaron igual valor y son los que mejores resultados manifestaron, siendo de un porcentaje de sobrevivencia de 61.9%, mientras que el T<sub>3</sub> tuvo un 50% y finalmente el testigo que fue el más bajo pero no muy alejado de los otros tratamientos, con 45.24% en prevalencia. Tenemos que los niveles de sobrevivencia resultantes a los 90 días para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (caprinaza y porcinaza respectivamente) manifestaron un resultado sobresaliente, en contraste a lo presentado por Hernández *et al.* (2011), que reportó un 19% en sus resultados de prevalencia a los 180 días, los valores altos del estudio se pueden explicar ya que ambos presentan buenos porcentajes de nutrientes (N, P, K) y buena relación C/N al final de proceso de maduración a diferencia de la gallinaza (Garro, 2016).



**Figura 3.** Efecto de la prevalencia en *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

### 3.1.3 Análisis de varianza entre los tratamientos a los 60, 75 y 90 días

Se muestra en la Tabla 11 los resultados del análisis de varianza del comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia* a los 60 días después del estaquillado, considerando las siguientes variables número de brotes, número de hojas, altura de los nuevos brotes y grosor de los tallos de los brotes.

**Tabla 11.** Evaluación del comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Variables	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	$\bar{X}$	E.E.	P-valor
NB	1.29	2.43	1.43	1.00	1.54	0.221	0.109
NH	3.64	3.92	8.64	4.71	5.23	0.466	0.000
H	6.52	2.63	8.65	1.08	4.72	0.752	0.000
DT	1.88	2.06	2.85	1.57	2.09	0.130	0.001

NB: número de brotes  
 NH: número de hojas nuevas  
 H: altura del tallo  
 DT: diámetro de los tallos nuevos  
 $\bar{X}$ : media de los tratamientos  
 E.E.: error estándar de las medias  
 P-valor: diferencias significativas

En la Tabla 12 se aprecian los valores obtenidos del análisis de varianza de las variables a los 75 días después del estaquillado, número de brotes, número de hojas, altura de los nuevos brotes y grosor de los brotes y se procedió de igual manera a un test de Tukey ( $P < 0.05$ ) para su comparación de los tratamientos para los niveles de significancia.

**Tabla 12.** Evaluación del comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Variables	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	$\bar{X}$	E.E.	P-valor
NB	1.29	3.43	1.57	1.00	1.83	0.305	0.012
NH	4.57	5.36	10.21	6.00	6.53	0.509	0.000
H	7.50	2.91	9.48	1.75	5.41	0.824	0.000
DT	2.28	2.73	3.19	2.24	2.62	0.143	0.047

Se observan en la Tabla 13 los datos obtenidos al día 90 después del respectivo estaquillado para las variables número de brotes, número de hojas, altura de los nuevos brotes y grosor de los brotes, cuya respectiva información se sometió al análisis de varianza (ANOVA) para una comparación de medias y valores de significancia.

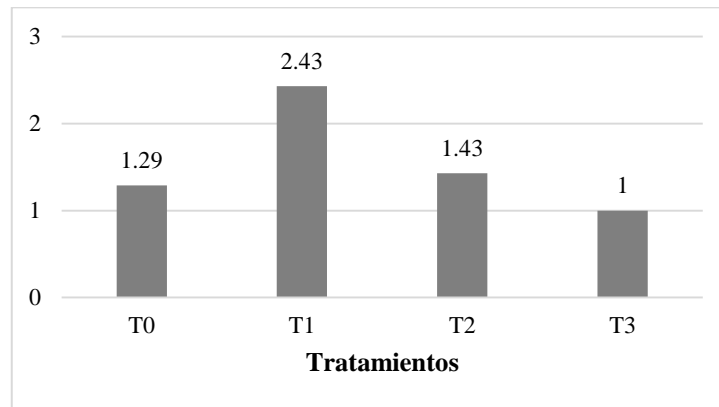
**Tabla 13.** Evaluación del comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Variables	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	$\bar{X}$	E.E.	P-valor
NB	1.29	3.29	1.860	1.00	1.86	0.250	0.002
NH	7.57	10.80	12.71	7.28	9.59	0.721	0.011
H	12.65	8.02	12.84	2.57	8.97	1.068	0.000
DT	3.28	4.08	3.91	0.27	3.49	0.226	0.113

### 3.1.4 Número de brotes de la *Tithonia diversifolia* a los 60, 75 y 90 días

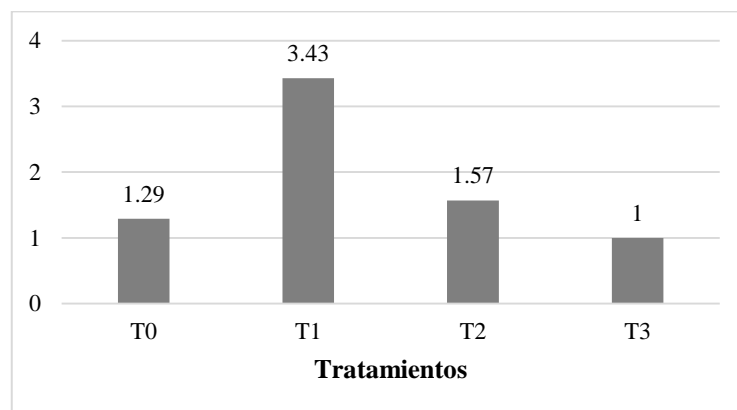
En la Tabla 11 observamos los valores para los números de brotes emergidos desde las yemas de las estacas, que según el análisis de varianza entre los tratamientos no muestra diferencia significativa, sin embargo se observa que el T<sub>1</sub> muestra un mejor resultado al día 60, cuyo

valor fue de 2.43 unidades como media, seguido del T<sub>2</sub> con 1.43, luego el T<sub>0</sub> con 1.29 y finalmente el T<sub>3</sub> con una unidad como el valor más bajo (Figura 4).



**Figura 4.** Efecto en los brotes de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

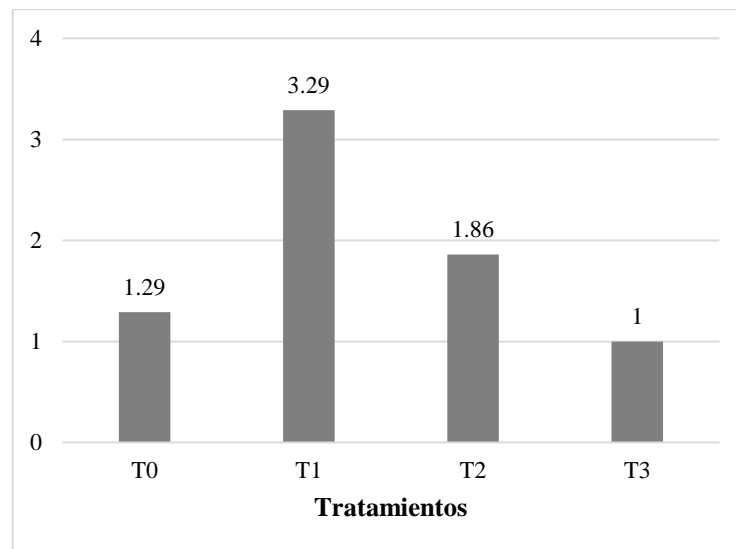
Mientras que para el día 75 según como se observa en la Tabla 12 se reportó una diferencia altamente significativa al  $P < 0.01$  para el análisis de varianza. Tal y como se muestra en la Figura 5, el T<sub>1</sub> es quien presenta el valor más alto con 3.43, seguido por el T<sub>2</sub> con 1.57 y el T<sub>0</sub> y T<sub>3</sub> con 1.29 y 1 respectivamente.



**Figura 5.** Efecto en los brotes de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Mientras que para el día 90 como se aprecia en la Tabla 13, se mostró según el análisis de varianza una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), manifestando nuevamente al T<sub>1</sub> como el valor más alto con 3.29, al T<sub>2</sub>, T<sub>0</sub> y T<sub>3</sub> con 1.86, 1.29 y 1 respectivamente (Figura 6).

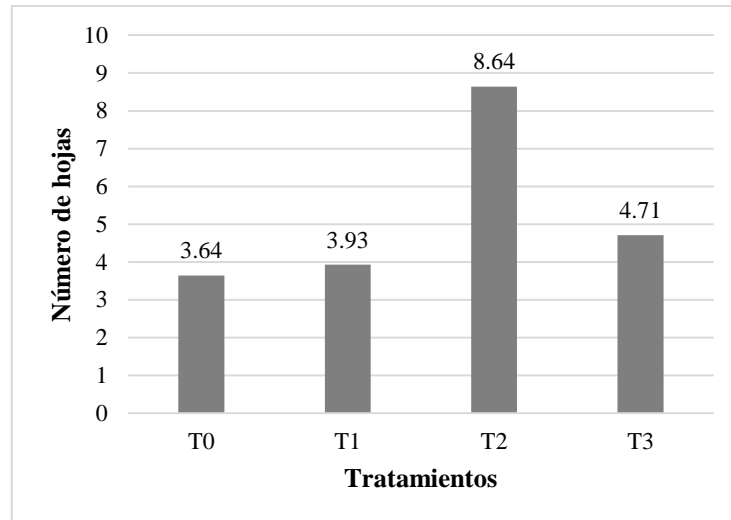
Comparando con los resultados de Burbano and Tróchez (2010), estos contrastan ya que sus valores a los 40 días presentaron una media de 15.51 brotes, mientras que a los 60 días tuvieron una media de 16.86 brotes, también se muestran valores a los 70 días en donde hubo una media de 15.56 brotes y evidentemente superiores a lo mostrado en la Figura 4 y 5. Estos pueden deberse a diferencias climáticas de los lugares de ensayos (Saavedra *et al.* 2011).



**Figura 6.** Efecto en los brotes de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

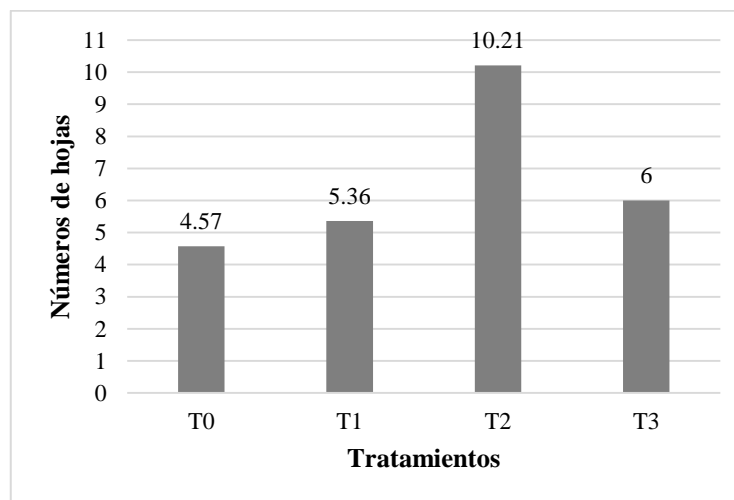
### 3.1.5 Número de hojas de la *Tithonia diversifolia* a los 60, 75 y 90 días

Para el análisis de varianza la variable número de hojas que consistió en un conteo visual, manifestó diferencias altamente significativas al  $P < 0.01$ , demostrando al T<sub>2</sub> para el día 60 como el tratamiento con mejor resultado con una media de 8.64 hojas, al T<sub>3</sub> con 4.71 seguido por el T<sub>1</sub> con 3.93 hojas y finalmente al testigo con un valor de 3.64 hojas (Figura 7). En contraste con los resultados presentados por Pontes (2009) en donde mostró una media de 15 hojas en estacas no lignificadas y 10 hojas en estacas lignificadas, dato que se aproxima al T<sub>2</sub> del experimento por presentar una posible similitud en lignificación.



**Figura 7.** Efecto en el número de hojas de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

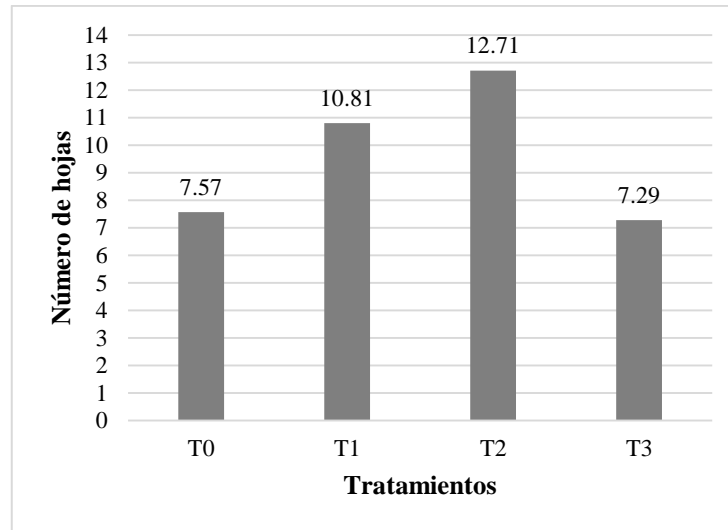
Para el día 75 se manifestó una alta diferencia significativa al 0.01, teniendo al T<sub>2</sub> como el tratamiento sobresaliente con 10.21 hojas como media, seguido del T<sub>3</sub> y T<sub>1</sub> con 6 y 5.36 respectivamente y por último el testigo con 4.57 hojas (Figura 8).



**Figura 8.** Efecto en el número de hojas de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Mientras que para el día 90 también se presentó una alta diferencia significativa al  $P < 0.01$ . El T<sub>2</sub> mostró ser el de mejor resultado con 12.71 como media, al T<sub>1</sub> con 10.81, al testigo con 7.57 y por último al T<sub>3</sub> con 7.29 (Figura 9). La aplicación de abonos orgánicos influye en el desarrollo de las hojas, así lo demuestra Huerta and Cruz (2018) en donde sus resultados con la aplicación de materia orgánica fueron los que presentaron un mejor desempeño.

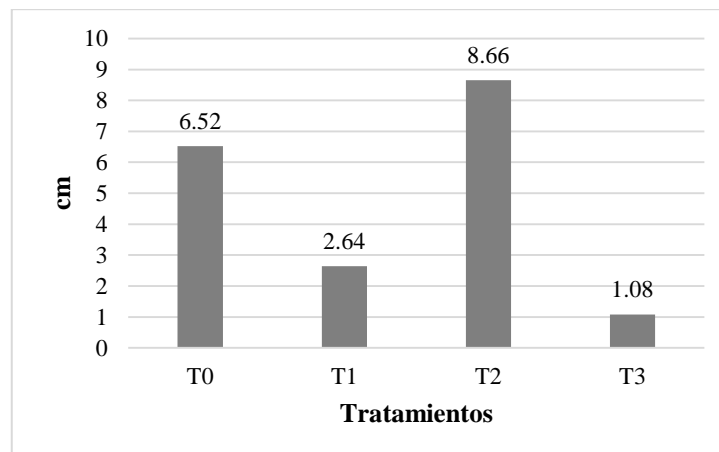




**Figura 9.** Efecto en el número de hojas de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena

### 3.1.6 Altura de los brotes de la *Tithonia diversifolia* a los 60, 75 y 90 días

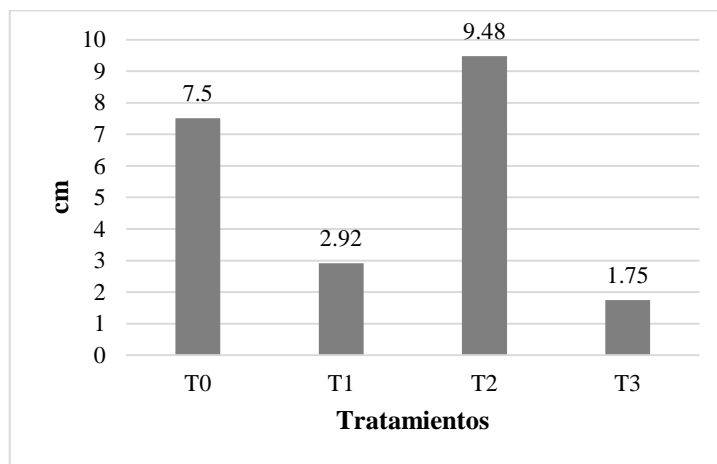
Para la variable altura de los brotes también se aprecian diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos a los 60 días. En la Figura 10 observamos que para el día 60 el mejor resultado fue para el T<sub>2</sub> con un 8.66 cm como media, seguido por el testigo con 6.52 cm, al T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> con los valores más bajos, 2.64 cm y 1.08 cm respectivamente.



**Figura 10.** Efecto en la altura de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

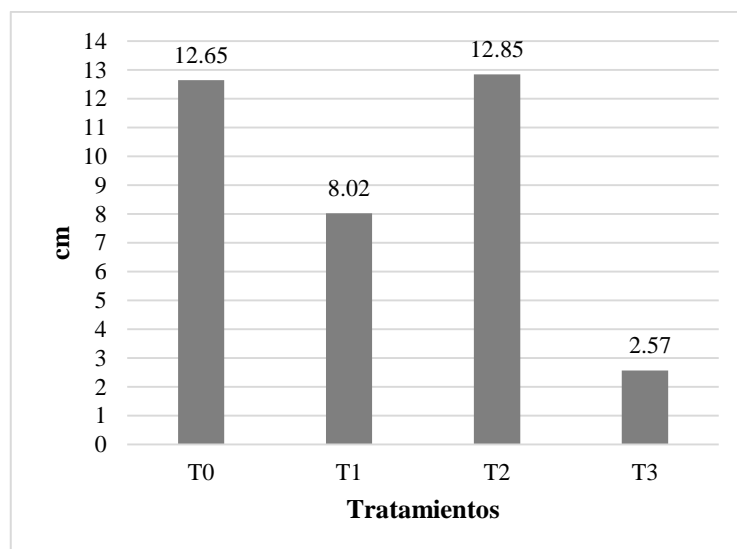
Para el día 75 como la muestra la Figura 11 los valores mantuvieron sus diferencias entre ellos, se mostró que el T<sub>2</sub> sigue manteniendo el valor más alto con 9.48 cm, mientras que

para el segundo más destacado es el testigo con una media de 7.5 cm, al T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> con 2.92 cm y 1.75 cm respectivamente. La altura de la planta está muy por debajo en comparación a resultados en trópico alto por Gallegos (2016), a los 56 días registró 0.69 m de altura y mucho más bajo para los del trópico bajo por Argüello (2020) con 1.27 m, presentando el T<sub>2</sub> como el que mejores resultados tubo, dado que la porcinoza contiene buenos niveles de nutrientes (carbono, nitrógeno, fósforo, potasio), teniendo también una relación C/N hasta un 22.6% (Garro, 2016).



**Figura 11.** Efecto en la altura de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Según la Tabla 13 se observa que existe una diferencia altamente significativa. En la Figura 12 visualizamos los datos al día 90 que muestran al T<sub>2</sub> con un mayor resultado en altura con 12.85 cm, seguido de T<sub>0</sub> con 12.65 cm, al T<sub>1</sub> con 8.02 cm y para terminar con el T<sub>3</sub> con una media de 2.57 cm. La razón de que el testigo presente un resultado similar puede deberse al diámetro de las estacas, así lo demuestra Ardón (2014) en donde a mayor diámetro mejor desarrollo mostró, también lo señalan Grinberg *et al.* (2012) que con un diámetro entre 2 a 3 cm de las estacas presentó un mayor desarrollo, también el grado de lignificación puede influir en el crecimiento, tal y como lo revelan de Paula *et al.* (2015).

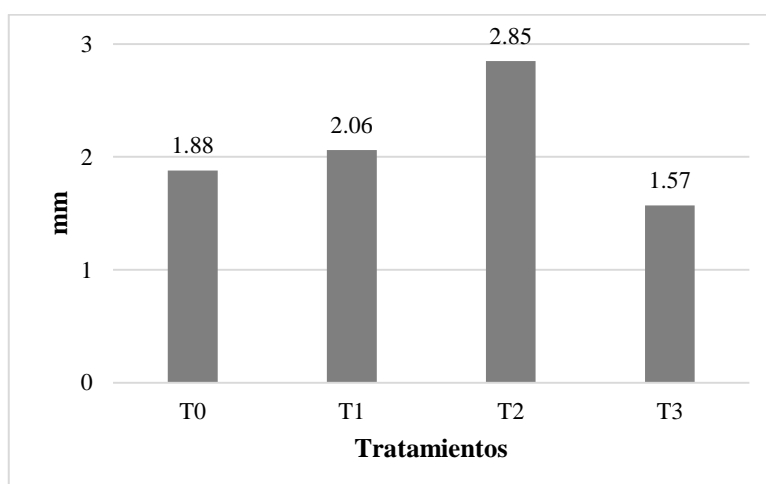


**Figura 12.** Efecto en la altura de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

### 3.1.7 Grosor del tallo de la *Tithonia diversifolia* a los 60, 75 y 90 días

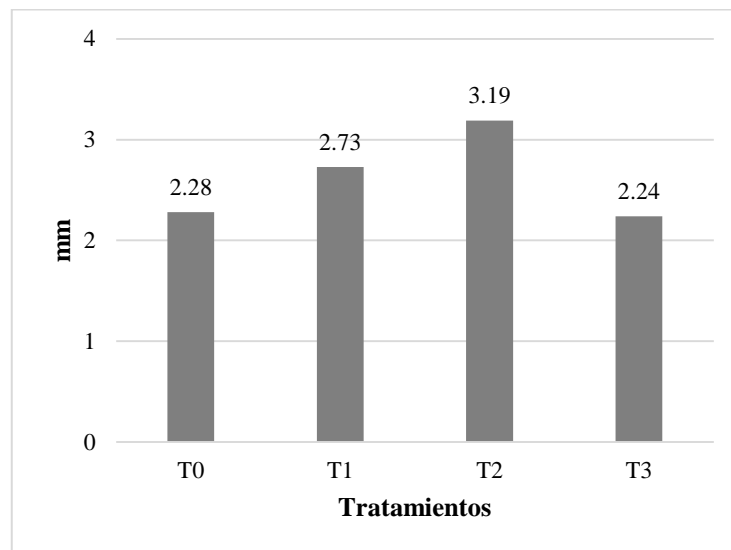
Según el análisis de varianza, esta presentó una diferencia altamente significativa al  $P < 0.01$  para la variable grosor de los tallos de los nuevos brotes para los días 60 (Tabla 11), mientras que para el día 75 que se muestra en la Tabla 12, existe una diferencia significativa al  $P < 0.05$ . y al día 90 mostraron resultados no significativos (Tabla 13).

En la Figura 13 a los 60 días observamos al T<sub>2</sub> con el valor más alto, siendo este de 2.85 mm, seguido del T<sub>1</sub> con 2.06 mm, luego al testigo con 1.88 mm y finalmente al T<sub>3</sub> con una media de 1.57 mm de diámetro del brote. El T<sub>2</sub> sigue manteniendo un valor mayor a los demás, demostrando así la calidad del abono de origen porcino (Muñoz, 2017).



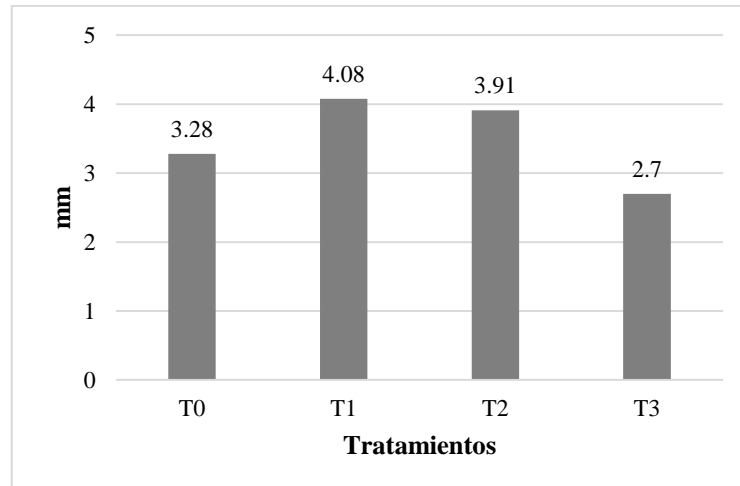
**Figura 13.** Efecto en el diámetro de los tallos de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 60 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

También vemos en la Figura 14 que a los 75 días el T<sub>2</sub> siguió con un valor sobresaliente sobre los demás con una media de 3.19 mm, mientras que el T<sub>1</sub> con 2.73 mm, al testigo con 2.28 mm y al T<sub>3</sub> con una media muy similar con 2.24 mm. La porcínaza como parte del sustrato en una concentración al 40% influyó más en el desarrollo de grosor según los estudios por Muñoz (2017).



**Figura 14.** Efecto en el diámetro de los tallos de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 75 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

Para el grosor de los nuevos brotes tuvo una media de 4.08 mm como el más destacado correspondiente al T<sub>1</sub> (20% de caprinaza + 80% de suelo), seguido por el T<sub>2</sub> con un valor de 3.91 mm, al T<sub>0</sub> con 3.28 mm y finalmente el T<sub>3</sub> con 2.7 mm, todos estos valores contrastan con lo mostrado por Hernández *et al.* (2011), que fue de mayor diámetro con 1.37 cm en sustratos con materia orgánica a los 90 días.



**Figura 15.** Efecto en el diámetro de los tallos de la *Tithonia diversifolia* en diferentes sustratos a los 90 días bajo el clima de la provincia de Santa Elena.

A pesar de las condiciones ambientales del sector las plantas lograron sobrevivir, además del aporte del abono orgánico como parte del sustrato, el crecimiento de las plantas también dependerá de otros factores, como el grosor de la estaca, así lo indican Grinberg *et al.* (2012), que sus unidades demostraron un buen desempeño en condiciones bajas de precipitación y cuyas temperaturas altas estuvieron al límite del rango de tolerancia de planta.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### ***Conclusiones***

El aporte de abonos orgánicos en los sustratos tuvo un efecto positivo, los resultados mostraron que el T<sub>2</sub> (20% de cerdaza + 80% de suelo) tuvo una mejor influencia en la mayoría de las variables estudiadas.

El T<sub>2</sub> presentó un valor de 64.29% para el nivel de prendimiento a los 60 días, no muy alejados los demás tratamientos, que también obtuvieron resultados moderados. Mientras que en los niveles de prevalencia los mejores índices fueron mostrados por los T<sub>1</sub> (20% de caprinaza + 80% de suelo) y T<sub>2</sub> (20% de cerdaza + 80% de suelo), 61.9% para ambos a los 90 días después del estaquillado.

El comportamiento agronómico para la variable número de brotes mostró al T<sub>1</sub> con los mejores resultados para los días 60, 75 y 90 con 2.43, 3.43 y 3.29 brotes respectivamente, para la variable número de hojas fue el T<sub>2</sub> quien mostró valores más altos entre los tratamientos para los días 60, 75 y 90 con 8, 10.21 y 12.71 hojas respectivamente, mientras que para la variable altura de igual manera fue el T<sub>2</sub> quien sobresalió para los días 60, 75 y 90 con 8.66 cm, 9.48 cm y 12.85 cm. finalmente para la variable grosor del tallo el T<sub>2</sub> tuvo un mejor desempeño a los días 60 y 75 con 2.85 mm y 3.19 mm, sin embargo para el día 90 fue el T<sub>1</sub> quien sobresalió con un valor de 4.08 mm.

### ***Recomendaciones***

- Es recomendable utilizar enraizantes al momento del estaquillado, preferiblemente de origen orgánico.
- Se sugiere utilizar diferentes niveles de proporción entre el abono orgánico y el suelo, así también una esterilización de los abonos animales.
- Tomar en cuenta aspectos que puedan afectar el comportamiento agronómico tales como el diámetro de la estaca, grado de lignificación y tramo de tallo de donde se tomó el ejemplar, preferiblemente del primer tercio del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, C., García, D., Guerra, W., Murga, H., Saldaña, G., Vázquez, D. and Tadashi, R. (2016) 'Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.)', *Scientia Agropecuaria*, 7 (3), pp. 341–347.
- Abarca, S. and Arronis, V. (2016) 'Degradación in situ de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y su relación con la emisión de metano entérico', Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.
- Ardón, J. (2014) *Evaluación de rebrote de la Tithonia diversifolia*. Grado. Centro Universitario de Oriente CUNORI.
- Argüello, J., Mahecha, L., and Angulo, J. (2020). 'Perfil nutricional y productivo de especies arbustivas en trópico bajo, Antioquia (Colombia)', *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), pp. 1-20.
- Arias Gamboa, L. M. (2018) *Evaluación del uso de botón de oro (Tithonia diversifolia) como suplemento de vacas jersey en etapa productiva*. Grado. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Universidad Nacional.
- Auquilla Tixi, E. S. (2019) *Co-compostaje de gallinaza de la Granja Avícola Fernandita de la ciudad de Riobamba*. Grado. Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Bagnarello, G., Hilje, L., Bagnarello, V., Cartín, V. and Calvo, M. (2009) 'Actividad fagodisuasiva de las plantas *Tithonia diversifolia* y *Montanoa hibiscifolia* (Asteraceae) sobre adultos del insecto plaga *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)', *Revista Biológica Tropical*, 57(4), pp. 1201-1215.
- Bernabé Panchana, D. I. (2015) *Alternativas tecnológicas para la producción de biomasa en el pasto mombaza (Panicum maximum cv.) en Manglaralto Santa Elena*. Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Botero, J., Gómez, A. and Botero, M. (2019) 'Nutrient absorption in *Tithonia diversifolia*', *Revista de la Facultad de Ciencias*, 24 (1), pp. 33-48.

- Botero, J., Gómez, A. and Botero, M. (2019) 'Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la *Tithonia diversifolia* con base en diferentes niveles de fertilización', *Revista Mexicana de Ciencias*, 10(3), pp. 789-800.
- Burbano Muñoz, E., A. and Trochez Girón, L. (2010) *Respuesta a diferentes edades de rebrote de botón de oro Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray*. Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca.
- Calle, Z. and Murgueitio, R. (2014) 'El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña', *Ganadería y Ambiente*, pp. 50-63
- Canseco, D., Villegas, Y., Castañeda, E., Carrillo, José., Robles, C. and Santiago, G. (2020) 'Respuesta de *Coffea arabica* L. a la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes', *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), pp. 1285-1298.
- Cerdas, R. (2018) 'Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada', *Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica*, 39(19), pp. 171-187.
- Chávez Arrese, S. F. (2012) *Efecto de varios niveles de harina de botón de oro Tithonia diversifolia más saccharina en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde*. Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cotrina-Cabello, Víctor Raúl, Alejos-Patiño, Italo Wile, Cotrina-Cabello, Gomer Guillermo, Córdova-Mendoza, Pedro, & Córdova-Barrios, Isis Cristel. (2020). 'Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú', *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Cruz Tomalá, M. M. (2019) *Capacidad de uso de las tierras del centro de producción y prácticas Río Verde*. Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- De Paula, J., Oliveira, A., Cruz, A., Lima, R. and Sousa, F. (2015) 'Estudios preliminares sobre a propagação vegetativa de *Tithonia diversifolia*', *Sistemas de Produção Agroecológicas*. Belem, Brasil.



Díaz, R. F. (2017) *Calidad nutritiva del forraje de Opuntia ficus indica (L.) Mill sometida a fertilización en condiciones de secano*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Rioja sede Universitaria Chamacal.

Eliut Santamaría, E., Hertentains, I., Troetsch, O. and Melgar, a. (2016) 'Producción y calidad forrajera de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) A. Gray bajo diferentes frecuencias de cortes', *Ciencia Agropecuaria*, 25, pp. 45-55.

Espinoza Obregón, Y. Y. and Salas Gaspar, Y. (2020) *Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de vainita (Phaseolus vulgaris L.) En condiciones agroecológicas de Cayhuayna Pillco marca, Huánuco – 2019*. Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional "Hermilio Valdizan"

Gallego Castro, L. A. (2016) *Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray) como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto*. Maestría, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.

Gallego, L., Mahecha, L. and Angulo, J. (2014) 'Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray, en la producción de vacas lecheras', *Revista de Agronomía Mesoamericana*, 25(2), pp. 393-403.

Gallego, L., Mahecha, L. and Angulo, J. (2017) *Calidad nutricional de Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto*, *Revista de Agronomía Mesoamericana*, 28(1), pp. 213-222.

García Jiménez, D. A. (2017) *Comportamiento agronómico y evaluación química del botón de oro (Tithonia diversifolia) cosechados a diferentes edades en la zona de Mocache, provincia de los Ríos*. Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Garro, J.A., 2016. *El suelo y los abonos orgánicos*, San José: Impresiones el Unicornio.

González, J., Hahn Von-Hessberg, C. & Narváez, W. (2014) 'Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal', *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18 (2), pp. 45-58.

Google (2021) *Google Earth*. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@-1.84295658,-80.7413586,8.9019434a,496.01774041d,34.99999987y,0h,0t,0r>.

Consultado: Fecha en formato 11/01/2022

Grinberg, P., Bergmann, N., Insaurriaga, I. and Cardoso, Joel. (2012) ‘Avaliação do comportamento de estacas de *Thitonia diversifolia* (Hemsley) Gray em sistema agroflorestal na encosta da serra do sudeste, RS’, Congresso de Iniciação Científica.

Gualán Caillagua, B. F. (2015) *Efecto de quiebra barriga (Trichanthera gigantea) y botón de oro (Tithonia diversifolia) como suplementación alimenticia en el engorde de toretes Holstein friesian mestizos, en el cantón Yantzaza*. Grado. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Loja.

Guatusmal-Gelpud, C., Escobar-Pachajoa, L., Meneses-Buitrago, D., Cardona-Iglesias, J. and Castro-Rincón, E. (2020) ‘Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano’, *Revista de la Facultad de Agronomía*, 31(1), pp. 193-208.

Hernández, A., Saavedra, C., Hernández, K., Corzantes, E. and López, J. (2011) *Comportamiento de especies forrajeras como tutores en el sistema de pedestales para alimentación bovina lechera*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Huerta, E. and Cruz, J. (2018) ‘Efectos de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantas de geranio y belén’, *Acta Agrícola y Pecuaria*, 4(2), pp. 44-53.

Jiménez, L., Arias, A., Valdés, R. and Cárdenas, M. (2016) ‘*Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera* y *Piper auritum*: Alternativas para el control de *Sitophilus oryzae*’, *Centro Agrícola*, 43(3), pp. 56-62.

León, R., Bonifaz N. and Gutiérrez F. (2018) *Pastos y forrajes del Ecuador Siembra y producción de pasturas*. Primera edición. Cuenca: Editorial Universitaria Abya-Yala

Londoño, J., Mahecha L. and Angulo, J. (2019) ‘Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos’, *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11(1).

López, A., Díaz, L., and Calero, W. (2019). ‘Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento de botón de oro en condiciones de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017’, *Revista Ciencia e Interculturalidad*, 24(01), pp. 203–214.

- Mejía, E., Mahecha, L. and Angulo, J. (2017) '*Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo', *Agron. Mesoam.*, 28(1), pp. 289-302.
- Moriones, M. and Montes, C. (2017) 'Aporte de *Tithonia diversifolia* en abonos orgánicos: efecto en producción y suelo en Cauca, Colombia', *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), pp. 101-111.
- Mullo Guaminga, I. (2012) *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Muñoz Cruz, H. V. (2017) *Uso de cerdaza como componente del sustrato para la elaboración de cepellones de tomate orgánico*. Grado. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar.
- Navas A. and Montaña, V. (2019) 'Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical', *Rev Inv Vet Perú*, 30(2), pp. 721-732
- Ninco Cardozo, C. F. and Sánchez González, J. J. (2017) *Propuesta para la producción de abono orgánico mediante el compostaje de los residuos sólidos del municipio el Rosal, Cundinamarca*. Facultad de Ingenierías, Fundación Universidad de América.
- Osinaga Terrazas, J. C. (2020) *Propuesta de elaboración de compost utilizando gallinaza de aves de postura para minimizar el impacto ambiental en el municipio de Sacaba Cochabamba*. Diplomado. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Mayor de San Simón.
- Pérez, A., Montejo, A., Iglesias J. M., López O., Martín G. J., García D. E., Milián, I., and Hernández, A. (2009) *Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray*. Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola.
- Ponce Zamora, J. L. (2019) *Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in situ del botón de oro (Tithonia diversifolia) en diferentes periodos de corte*. Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Pontes, A., Silva, A., Albuquerque, L., Paula, A., Oliveira, A. and Loges, V. (2009) 'Influência do tipo de estaca na propagação de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) Gray'. Engenharia Agrônômica, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ríos, C. (2005) Guía para el cultivo y aprovechamiento del botón de oro: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Bogotá.

Roa Triana, J (2018) *Análisis del efecto del establecimiento de un sistema silvopastoril de un banco forrajero con Tithonia diversifolia sobre las características físicas y químicas del suelo en el pie de monte llanero colombiano*. Maestría. Facultad de Ciencias Ambientales e Ingeniería. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

Ruiz Betancourt, M. (2018). *Plan de manejo de praderas con uso de porquinaza en la hacienda La Ley, Valparaíso, Antioquia*. Grado. Facultad de Ciencias Administrativas Agropecuarias Zootécnica, Corporación Universitaria Lasallista.

Ruíz Betancurt, M. (2018) *Plan de manejo de praderas con uso de porquinaza en la hacienda La Ley, Valparaíso, Antioquia*. Grado. Facultad de Ciencias Administrativas Agropecuarias Zootecnia, Corporación Universitaria Lasallista.

Ruíz, T., Alonso, J., Febles, G., Galindo, J., Savón, L., Chongo, B., Torres, V., Martínez, Y., La O, O., Gutiérrez, D., Crespo, G., Cino, D., Scull, I. and González, J. (2016) ‘*Tithonia diversifolia*: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva’, *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*, 20(3), pp. 63-82.

Silva, Sanabria, E. (2020) *Evaluación de la forma de siembra Tithonia diversifolia e inoculación con microorganismos eficientes de montaña*. Grado. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Libre de Colombia.

Silvestre Oyola, B. G. (2019) *Evaluación del efecto de cinco sustratos en el desarrollo de plantas de moringa (Moringa oleífera lam.) en vivero, en la comuna entre Ríos, provincia de Santa Elena*. Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Tamayo, Parra, F. G. (2015) *Evaluación de diferentes sistemas silvopastoriles, en la región amazónica, como alternativa para la sostenibilidad de la actividad ganadera, en la granja experimental Palora del INIAP*. Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tomalá Reyes, D. A. (2020) *Sistema de información geográfica del Centro de Apoyo Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Uribe F., Zuluaga A., Murgueitio E., Valencia L., Zapata A., Solarte L., Cuartas C., Naranjo J., Galindo W., González J., Sinisterra J., Gómez J., Molina C., Molina E., Galindo A., Galindo V. and Soto R. (2011) Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá.

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.

Villegas Calderón, L. I. (2021) *Evaluación del impacto de la aplicación de porcínaza en el suelo como fertilizante nitrogenado de cultivos de café*. Maestría. Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia.

Zapata, A. and Vargas, J. 2014. *Botón de oro: Manual para su establecimiento y manejo en sistemas ganaderos*. Primera edición., Manizales: Universidad de Caldas.

## ANEXOS



Figura 1A. Recolección de la caprinaza.



Figura 2A. Recolección de la porcinaza.



Figura 3A. Recolección de la gallinaza.



Figura 4A. Riego y volteo de los abonos.



Figura 5A. Estacas de botón de oro.



Figura 6A. Relleno de las fundas con los sustratos homogenizados.



Figura 7A. Riego de las estacas.



Figura 8A. Nuevo brote emergiendo de una yema.



Figura 9A. Estacas con brotes nuevos y sin brotes a los 40 días.



Figura 10A. Ejemplar con buen nivel de forraje a los 60 días.





Figura 11A. Toma de datos a los 75 días.



Figura 12A. Toma de datos a los 90 días.

**CENTRO DE PRODUCCIÓN Y PRÁCTICAS ACADÉMICAS DE RÍO VERDE**  
**ASISTENCIA DE ESTUDIANTES DE PROYECTOS DE TESIS**

**TEMA:** Efecto en el rebrote de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) GRAY, en diferentes sustratos, bajo clima de la provincia de Santa Elena.  
**NOMBRES Y APELLIDOS:** WILLIAM JAVIER SANTOS MERCHÁN

FECHA	HORA DE LLEGADA	FIRMA	HORA DE SALIDA	ACTIVIDADES REALIZADAS	FIRMA	OBSERVACIONES
25/mayo/21	07:00	[Firma]	12:00	Procesamiento del compost de pecera y tierra	[Firma]	
31/mayo/21	07:45	[Firma]	12:30	Inmersión de las plantas en el compost de pecera y tierra	[Firma]	Humedad seca
4/junio/21	09:45	[Firma]	11:30	Procesamiento del compost de pecera y tierra	[Firma]	
7/junio/21	07:30	[Firma]	11:00	Preparación de los sustratos	[Firma]	
8/junio/21	08:50	[Firma]	12:45	Preparación de los sustratos	[Firma]	
9/junio/21	11:00	[Firma]	14:30	Preparación de los sustratos	[Firma]	
10/junio/21	09:30	[Firma]	14:00	Preparación de los sustratos	[Firma]	
11/junio/21	09:00	[Firma]	13:00	Preparación de los sustratos y siembra de las estacas	[Firma]	
14/junio/21	08:00	[Firma]	13:30	Siembra de las estacas	[Firma]	
16/junio/21	09:30	[Firma]	10:30	Riego y monitoreo de los sustratos	[Firma]	
17/junio/21	10:00	[Firma]	13:30	Riego y monitoreo de los sustratos	[Firma]	
22/junio/21	09:45	[Firma]	13:30	Riego y monitoreo de los sustratos	[Firma]	
25/junio/21	12:30	[Firma]	13:30	Riego y monitoreo de las estacas en los sustratos	[Firma]	
28/junio/21	14:00	[Firma]	15:00	Riego y monitoreo de los sustratos	[Firma]	
30/junio/21	09:45	[Firma]	13:00	Riego y monitoreo de los sustratos	[Firma]	
2/julio/21	10:30	[Firma]	13:00	Riego y monitoreo de los sustratos	[Firma]	
7/julio/21	10:20	[Firma]	11:30	Riego y monitoreo de las estacas en los sustratos	[Firma]	
9/julio/21	11:00	[Firma]	13:00	Riego y monitoreo de las estacas en los sustratos	[Firma]	
12/julio/21	10:30	[Firma]	12:00	Riego y monitoreo de las estacas en los sustratos	[Firma]	
15/julio/21	09:30	[Firma]	16:00	Riego y monitoreo de las estacas en los sustratos	[Firma]	
17/julio/21	11:30	[Firma]	12:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
19/julio/21	15:00	[Firma]	16:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	

Ing. Miguel Castillo Pozo, MSc.  
 Coordinador C.A.P. Río Verde

Figura 13A. Registro de control de las visitas a Centro de Apoyo en Río Verde.

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CENTRO DE PRODUCCIÓN Y PRÁCTICAS ACADÉMICAS DE RÍO VERDE**  
**ASISTENCIA DE ESTUDIANTES DE PROYECTOS DE TESIS**

**TEMA:** Efecto en el rebrote de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) GRAY, en diferentes sustratos, bajo clima de la provincia de Santa Elena.  
**NOMBRES Y APELLIDOS:** WILLIAM JAVIER SANTOS MERCHÁN

FECHA	HORA DE LLEGADA	FIRMA	HORA DE SALIDA	ACTIVIDADES REALIZADAS	FIRMA	OBSERVACIONES
21/julio/21	09:45	[Firma]	13:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
23/julio/21	10:00	[Firma]	11:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
26/julio/21	12:30	[Firma]	13:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
29/julio/21	09:00	[Firma]	10:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
30/julio/21	10:30	[Firma]	11:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
2/agosto/21	14:00	[Firma]	14:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
4/agosto/21	11:00	[Firma]	13:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
6/agosto/21	15:00	[Firma]	15:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
9/agosto/21	10:00	[Firma]	11:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
12/agosto/21	17:30	[Firma]	16:30	Riego y monitoreo de las estacas y toma de datos	[Firma]	
13/agosto/21	15:30	[Firma]	16:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
16/agosto/21	16:00	[Firma]	16:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
19/agosto/21	15:00	[Firma]	15:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
21/agosto/21	11:45	[Firma]	11:45	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
23/agosto/21	15:00	[Firma]	16:00	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
25/agosto/21	10:30	[Firma]	13:00	Riego y monitoreo de las estacas y toma de datos	[Firma]	
27/agosto/21	10:30	[Firma]	10:50	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
30/agosto/21	12:45	[Firma]	13:15	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
1/septiembre/21	12:15	[Firma]	13:15	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
2/septiembre/21	12:00	[Firma]	12:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
6/septiembre/21	15:15	[Firma]	15:45	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	
8/septiembre/21	15:00	[Firma]	17:30	Riego y monitoreo de las estacas	[Firma]	

Ing. Miguel Castillo Pozo, MSc.

Figura 14A. Segunda hoja de registro de control de las visitas.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE PRODUCCIÓN Y PRÁCTICAS ACADÉMICAS DE RÍO VERDE  
ASISTENCIA DE ESTUDIANTES DE PROYECTOS DE TESIS

TEMA: Efecto en el rebrote de *Tihonia diversifolia* (HEMSL.) GRAY, en diferentes sustratos, bajo clima de la provincia de Santa Elena.  
NOMBRES Y APELLIDOS: WILLIAM JAVIER SANTOS MERCHÁN

FECHA	HORA DE LLEGADA	FIRMA	HORA DE SALIDA	ACTIVIDADES REALIZADAS	FIRMA	OBSERVACIONES
01/04/21	14:30	<i>[Signature]</i>	17:30	Cuajo, muestreo y toma de datos	<i>[Signature]</i>	
02/04/21	11:30	<i>[Signature]</i>	12:30	Revisión y muestreo de plagas	<i>[Signature]</i>	

ing. Miguel Castillo Pozo, MSc.

Figura 15A. Tercera y última hoja de registro de visitas.