

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**



**Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la  
producción de plañones de *Cedrelinga catenaeformis*  
“tornillo”, Kimbiri, Cusco - 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**David Muñoz Torre**

**ASESOR:**

**M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón**

**Ayacucho – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**  
**TESIS**

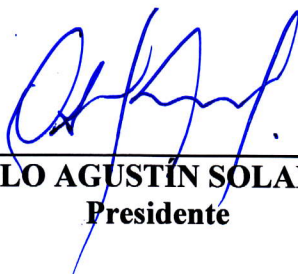
**Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de  
plantones de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”, Kimbiri, Cusco – 2020**

Expedito : 08 de abril de 2022

Sustentado : 16 de junio de 2022

Calificación : Bueno

Jurados :



---

**Dr. RÓMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS**  
**Presidente**



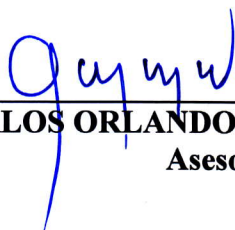
---

**Ing. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA**  
**Miembro**



---

**Ing. GUILLERMO CARRASCO AQUINO**  
**Miembro**



---

**M.Sc. CARLOS ORLANDO HUAYHUA LOBATÓN**  
**Asesor**

*Al todopoderoso, padre celestial,  
quien es el que ilumina y guía mi  
camino en este mundo.*

*A mis progenitores Elsa y Pedro por  
su apoyo absoluto, incansable, por su  
dedicación brindados durante mi  
formación profesional.*

*A mis hermanos Mayk, Hack y Joao  
por su confianza y afecto sin ellos no  
podría haber logrado mi objetivo.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; a la Facultad de Ciencias Agrarias, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, alma mater de mi formación profesional.

A los Catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal por impartir sus valiosos conocimientos en mi formación profesional.

Al M.Sc. Carlos Orlando Huayhua Lobatón, Catedrático de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, como gestor y asesor en la ejecución y culminación de la presente tesis.

Al Ing. Rodolfo Alca Mendoza, Catedrático de la Escuela Profesional de Agronomía, quien me brindó su apoyo como coasesor de la presente tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción .....	2
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Descripción de la especie ( <i>Cedrelinga catenaeformis</i> ).....	4
1.1.1. Clasificación taxonómica.....	4
1.1.2. Descripción botánica.....	4
1.1.3. Distribución geográfica.....	5
1.1.4. Ecología .....	5
1.1.5. Regeneración natural.....	5
1.2. Sustrato.....	6
1.2.1. Características del sustrato.....	6
1.2.2. Características físicas .....	6
1.2.3. Características químicas.....	9
1.2.4. Características biológicas.....	10
1.3. Tipos de sustrato a utilizar .....	11
1.3.1. Suelo.....	11
1.3.2. Aserrín.....	11
1.3.3. Humus de lombriz.....	12
1.3.4. Guano de las islas.....	12
1.3.5. Microorganismos eficientes .....	13
1.4. Emergencia.....	17
1.5. Crecimiento .....	17
1.5.1. Altura de la planta .....	18
1.5.2. Número de hojas .....	18
1.5.3. Diámetro del tallo.....	18

1.5.4. Área foliar .....	18
1.5.5. Peso seco de tallo .....	19
1.5.6. Longitud de la raíz .....	19
1.5.7. Peso seco de la raíz .....	19
<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
2.1. Ubicación geográfica .....	20
2.1.1. Características edafoclimáticas del distrito de Kimbiri .....	20
2.2. Materiales y equipos .....	21
2.2.1. Materiales.....	21
2.2.2. Equipos.....	22
2.3. Diseño experimental .....	22
2.3.1. Factores en estudio.....	22
2.3.2. Variables .....	22
2.3.3. Criterios de evaluación.....	23
2.3.4. Croquis del vivero experimental de los tratamientos evaluados.....	24
2.3.5. Conducción del experimento .....	24
2.3.6. Descripción del vivero experimental .....	28
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
3.1. Emergencia.....	30
3.2. Altura de la planta .....	32
3.3. Número de hojas .....	35
3.4. Diámetro de tallo.....	37
3.5. Área foliar .....	39
3.6. Peso seco del tallo .....	41
3.7. Peso seco de la raíz .....	43
3.8. Longitud de la raíz .....	45
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Contenido nutricional del guano de islas .....	13
Tabla 2.1. Tratamiento del ensayo experimental .....	23
Tabla 3.1. Número de semillas emergidas en los diferentes tratamientos en la especie “tornillo” .....	30
Tabla 3.2. Análisis de varianza de la altura de planta por los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	32
Tabla 3.3. Análisis de varianza del número de hojas por planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	35
Tabla 3.4. Análisis de varianza del diámetro del tallo de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	37
Tabla 3.5. Análisis de varianza del área foliar de la planta por los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	39
Tabla 3.6. Análisis de varianza del peso seco del tallo de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	41
Tabla 3.7. Análisis de varianza del peso seco de la raíz de la planta por los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	43
Tabla 3.8. Análisis de varianza de la longitud total de la raíz de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1. Precipitación pluvial anual del distrito de Kimbiri (2019) .....	20
Figura 2.2. Temperatura anual del distrito de Kimbiri (2019).....	21
Figura 2.3. Croquis y distribución de los tratamientos en el diseño .....	24
Figura 2.4. Captura y preparación de microorganismos eficientes .....	25
Figura 2.5. Recolección y selección de semillas de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> .....	26
Figura 2.6. Limpieza, demarcación de puntos, hoyado, colocado de arco metálico y puesta de la malla raschell del vivero .....	27
Figura 2.7. Desinfección y preparación del sustrato .....	27
Figura 2.8. Llenado y acomodo de bolsas .....	28
Figura 3.1. Comportamiento del número de semillas emergidas en los diferentes tratamientos en el “tornillo” .....	30
Figura 3.2. Prueba de Tukey de la altura de planta por los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	33
Figura 3.3. Prueba de Tukey del número de hojas por planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	35
Figura 3.4. Prueba de Tukey del diámetro del tallo de la planta por diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	37
Figura 3.5. Prueba de Tukey del área foliar de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	40
Figura 3.6. Prueba de Tukey del peso seco del tallo de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	42
Figura 3.7. Prueba de Tukey del peso seco de la raíz de la planta por diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	44
Figura 3.8. Prueba de Tukey de la longitud total de la raíz de la planta por diferentes tratamientos en plántones de “tornillo” .....	46



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Análisis de suelo .....	55
Anexo 2. Descripción de la evaluación del crecimiento de los plantones de “tornillo” .....	56
Anexo 3. Panel de fotográfico .....	60

## RESUMEN

Se condujo el trabajo de investigación, en el distrito de Kimbiri, provincia La Convención, departamento de Cuzco a una altitud de 591 msnm, con los objetivos: de determinar el efecto de los tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la emergencia y crecimiento de plantones de *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo) y determinar el sustrato óptimo en la producción de plantones de *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo). Se utilizó cinco tratamientos con cuatro repeticiones: T<sub>1</sub> testigo (1.8 kg de suelo agrícola), T<sub>2</sub> (1.6 kg de suelo agrícola, 200 g de humus de lombriz y 30 ml de EM), T<sub>3</sub> (1.5 Kg de suelo, 300 g de Aserrín descompuesto y 30 ml de EM), T<sub>4</sub> (1.8 kg de suelo agrícola y 30 ml de EM), T<sub>5</sub> (1.8 kg de suelo agrícola, 30 g de Guano de las islas y 30 ml de EM). El diseño experimental utilizado fue el Diseño Completamente Randomizado (DCR); los resultados obtenidos fueron: un mayor porcentaje de emergencia de 91% con el tratamiento T<sub>2</sub>, se logró una altura de planta a la semana 12 un valor de 26.3 cm con el tratamiento T<sub>2</sub>, en el número de hojas se alcanzó un valor de 8.68 unidades con el tratamiento T<sub>2</sub>, se obtuvo un mayor diámetro del tallo de 2.62 mm con el tratamiento T<sub>5</sub>, un área foliar de 3.115 cm<sup>2</sup> con el tratamiento T<sub>2</sub>, un mayor peso seco del tallo de 1.45 g con el tratamiento T<sub>2</sub>, en el peso seco de la raíz se logró un valor de 0.40 g con el tratamiento T<sub>3</sub>, y la mayor longitud total de las raíces se consiguió de 429.8 cm con el tratamiento T<sub>3</sub>.

**Palabras clave:** Tornillo, Sustrato, Humus de lombriz, Aserrín descompuesto, Guano de las islas, microorganismos eficientes.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques de la amazonia peruana cuentan con una diversidad de hábitats, las mismas que se han ido perdiendo progresivamente debido a muchos factores, siendo la principal la colonización que trae cambios en el uso de la tierra, también a esto se añade la tala de las arboledas sin su respectivo reemplazo, esto origina la destrucción de las poblaciones de especies forestales, entre los cuales se encuentra el *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”. De las consideraciones mencionadas se producen la pérdida en la producción de tablones, así no se cubre la gran demanda de la producción maderera, a causa de ello los taladores informales, buscan estas especies forestales en zonas vulnerables ecológicas; además, las arboledas de semilleros de *Cedrelinga catenaeformis* se comportan de manera irregular en la producción de las semillas, la cual ocasiona el desabastecimiento de estas para las actividades de los viveros forestales (Rojas, 2015).

En el *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”, la propagación es mayormente sexual, esta se efectúa mediante semillas, es la forma habitual que lo realizan en los viveros forestales. La producción de semilla de la especie muestra variabilidad, el cual origina heterogeneidad genotípica y fenotípica, ya que ello dificulta el manejo (Vallejos et al., 2014).

Se requieren gran cantidad de especies forestales para los programas de reforestación, estas especies forestales deben de contar con características apropiadas para su instalación en el campo definitivo, en plantaciones como para el beneficio de la floresta; las especies forestales tienen una limitada propagación natural, esto debido a que los suelos de la floresta húmedo tropical no cuentan con nutrientes suficientes (Robles , 2017).

En el distrito de Kimbiri el *Cedrelinga catenaeformis*, es una especie, que está desapareciendo a causa de la tala indiscriminada por los madereros informales, así como

por la intervención de los agricultores que talan el árbol para incrementar la frontera agrícola de diferentes cultivos. La corta sin control viene ocasionando la pérdida de ojos de agua, también se observa la erosión del suelo por no la presencia de cobertura vegetal frente a las altas precipitaciones pluviales y terrenos con fuertes pendientes.

Este trabajo de investigación, tiene la intención de encaminar la producción de plántones de “tornillo” en vivero con diferentes tipos de sustratos, con los cuidados adecuados para la obtención de plántones vigorosos, para su posterior siembra en el campo definitivo. Para cumplir con el trabajo experimental se tiene como objetivos.

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de los tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plántones de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”, Kimbiri, Cusco - 2020.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto de los tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la emergencia de plántones de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”.
2. Evaluar el efecto de los tipos de sustratos y microorganismos eficientes en el crecimiento de plántones de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”.
3. Determinar el sustrato óptimo en la producción de plántones de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”.

## CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE (*Cedrelinga catenaeformis*)

#### 1.1.1. Clasificación taxonómica

APG (2010), la clasificación taxonómica del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*).

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: <i>Cedrelinga</i>
Especie	: <i>Cedrelinga catenaeformis</i> (Ducke)
Nombres comunes	: “tornillo”, “huayra caspi”, “aguano”, “cedro mayna” (Perú), “seique”, “chuncho” (Ecuador), “cedrorana”, “parica”, “laica”, “yacayaca” (Brasil), “achapo” (Colombia).

#### 1.1.2. Descripción botánica

Es un árbol de estrato dominante en el bosque, tiene una altura que varía de 25 a 40 metros, depende de la aptitud del lugar; la altura comercial comprende de 15 y 25 m y el DAP de 60 a 150 cm. fuste recto, presenta raíces tablares, corteza fisurada aragosa con grietas profundas y longitudinales, en árboles maduros se ve un color pardo oscuro y en árboles jóvenes un color más claro parecido al cedro por ello adopta su nombre genérico de cedrelinga, es de aspecto rugoso por eso en Brasil lo denominan cedro rana, de copa globosa irregular, pocas ramas principalmente en árboles longevos (Lopez, 1981).

El *Cedrelinga catenaeformis* es un árbol de dosel superior, de ritidoma agrietada, tronco recto, grandes aletas, diámetro de 2 m, raíces superficiales, hojas bipinnadas, alternas y glabras, peciolo cilíndrico de 3 – 4 cm de largo, en su ápice con una glándula, raquis

principal de 3.4 – 7 cm de largo. Cuenta con flores hermafroditas de color blanco, fruto tipo legumbre (Flores, 2000).

### **1.1.3. Distribución geográfica**

La especie cuenta con extensa distribución geográfica, desde la Amazonia brasileña y peruana. Conocido en otros países como “achapo” (Colombia), “seique” (Ecuador), “cedro rana, parica” (Brasil), “tomillo”, “huayra caspi” (Perú) (Arostegui & Diaz, 1992).

Tiene una vasta distribución geográfica, el *Cedrelinga catenaeformis* abarca desde la Amazonia del Surinam, colombiana, brasileña, ecuatoriana y peruana. Se distribuye en Perú a partir de 120 a 800 msnm, a una temperatura de 15 °C a 38 °C. y precipitación pluvial de 2500 a 3800 mm (Flores, 2000).

### **1.1.4. Ecología**

Se localiza en bosques húmedo tropical, muy húmedo sub tropical, húmedo sub tropical y seco tropical, en una diversidad de suelos (donde prevalecen las arcillas caoliníticas y arenas cuarzosas) y temperaturas (que se modifican del muy húmedo al seco y del tropical al sub tropical) (Lopez, 1981).

Se encuentran en bosques de colina y aluviales. El tornillo es una especie gregaria, se localiza en concentraciones. Se pueden encontrar en asociaciones con otras especies en la Amazonia peruana con especies como la “moena” (géneros *Aniba*, *Ocotea*, *Persea* y *Nectandra*) “nogal” (*Junglas neotropica*), “machinga” (*Brosimum alicastrum*), “mashonaste” (*Clarisia racemosa*), “almendro” (*Caryocar sp*), “quinilla” (*Manilkara bidentada*), “sapote” (*Matisia sp*) (Flores, 2000).

### **1.1.5. Regeneración natural**

La regeneración natural del *Cedrelinga catenaeformis* es cuando el dosel no es muy denso, ya que ello permite el ingreso de la luz, que será propicio para el crecimiento, a medida que se va obteniendo mayores anchuras logra ser más exigente a la luz (Lopez, 1981).

Es un proceso que se da en un sitio, donde se originan nuevos árboles de diferentes especies forestales sin la intervención del hombre. La estructura de la masa y la composición específica resultante adopta diversas formas según el sistema silvícola aplicado. Lo que se menciona en la silvicultura como la regeneración natural (Serrada, 2003).

## **1.2. SUSTRATO**

Es cualquier medio a utilizarse para plantar las plantas en recipientes que tengan la altura definida y que su base se encuentre a presión atmosférica. El componente común en las siembras producido en un recipiente es la cantidad limitada del sustrato, que exige a incrementar el abonado y el riego (Bures, 1997).

Sustrato es un material que se usa de sostén y de nutrientes para la planta en su etapa de crecimiento inicial; para lo cual, la opción del sustrato es una de las consideraciones trascendentales en la obtención de los vegetales en el vivero (Varela et al., 2013).

En la producción de viveros, se denomina al sustrato como aquel material diferente al suelo, puede ser inorgánico u orgánico que, al ser puesto en un recipiente, ya sea mezclado o puro, es el medio donde la planta se sostiene con su sistema radicular, el sustrato puede proveer de nutrientes a la planta o no proveer nutrientes a la planta (Pastor, 1999).

### **1.2.1. Características del sustrato**

Las características de los sustratos se diferencian de las propiedades químicas, físicas y biológicas. El conocimiento de estas propiedades reside en que de ellas dependerá la conducción adecuada en el abonamiento y el riego, ya que con ello se logrará, el éxito de la siembra (Bures, 1997).

### **1.2.2. Características físicas**

#### **a) Densidad real**

Es la relación de la masa de las partículas entre el volumen real que ellas ocupan. Con picnómetros de aire se manipula para establecer la densidad real de los sustratos o también se logra calcular a través del discernimiento de la densidad real del elemento mineral y orgánico (Bures, 1997).

### **b) Granulometría**

La granulometría se logra enunciar mediante las curvas granulométricas o con histogramas. Se comprueba con tamices de doble abertura (0.125; 0.25; 0.5; 1; 2; 4.8; 16 mm). El tamaño de las partículas tiene relación con el tamaño, el tamaño de los poros tiene una correlación con la granulometría (Bures, 1997).

### **c) Densidad aparente**

Los sustratos tienen una densidad aparente baja, la densidad aparente se puede comprobar con diferentes métodos de laboratorio y campo. Es la relación del peso de las partículas (húmedas o secas) y el volumen aparente que ellas ocupan (Bures, 1997).

La densidad aparente baja de los sustratos es fácil de manipular. En un medio de cultivo, la materia seca en gramos está incluido en un cc (Baixauli & Aguilar, 2002).

### **d) Porosidad**

La porosidad en un sustrato es el parámetro de los poros del espacio ocupado y además se menciona espacio vacío, espacio de poros. Regularmente, se enuncia como porcentaje respecto al volumen aparente del sustrato (Bures, 1997).

En un sustrato el 85 % de porosidad es el valor óptimo, por la que en volúmenes mínimos de sustrato podemos cultivar, dejando un buen volumen utilizable para la solución nutritiva y el aire. Los poros se calculan en microporos, que se encargan de retener el agua, y los macroporos consienten el correcto drenaje y aireación del sustrato (Baixauli & Aguilar, 2002).

### **e) Agua difícilmente disponible**

Es el volumen del agua en tanto por ciento, que es retenido en el sustrato tras la aplicación de una tensión de 100 cm de columna de agua (Bures, 1997).

El sustrato tiene la disponibilidad de retener el volumen de agua, al ser sometido a una tensión mayor a 100 cm de columna de agua. En varios casos se origina una imposibilidad del vegetal de poder asimilar el agua del sustrato, llegando manifestarse señales de marchitez (Baixauli & Aguilar, 2002).



**f) Agua de reserva**

Es el volumen en porcentaje que se libera el agua de 50 y 100 cm de tensión de columna de agua sobre el sustrato (Bures, 1997).

El sustrato libera el agua de reserva al llegar de 50 a 100 cm de columna de agua de desorción. Lo que es la cantidad de agua en porcentaje de volumen. Ya que para ello debe de contar con un valor óptimo de 4 a 10 % (Baixauli & Aguilar, 2002).

**g) Agua fácilmente disponible**

El sustrato libera el volumen tanto por ciento de agua a una tensión de columna de agua entre 10 y 50 cm. (Bures, 1997)

Es el agua retenida por el sustrato que es la diferencia de la cantidad de agua, tras ser saturado con el agua y drenado a tensión de 10 cm de columna de agua y el agua presente en el sustrato después de una succión de 50 cm de columna de agua. Es la liberación del agua sin mucho esfuerzo por la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

La capacidad de aire es el tanto por ciento de aire con una tensión de 10 cm de columna de agua que permanece en el sustrato. Es la tensión de la columna de agua de 0 a 10 cm que se libera en volumen de porcentaje de agua (Bures, 1997).

El sustrato, al ser saturado con agua y drenado a una tensión de 10 cm de columna de agua, está presente el aire en el sustrato de cultivo, ya que el aire es la proporción del volumen del sustrato. Para una buena oxigenación de la planta, el valor óptimo es de 20 a 30 % para el abastecimiento del aire (Baixauli & Aguilar, 2002).

**h) Material sólido**

Es la materia sólida del sustrato que ocupa el volumen en porcentaje (Bures, 1997).

Es el manejo apropiado que se da al material para que sea de mayor durabilidad (Baixauli & Aguilar, 2002).

### **i) Conductividad hidráulica**

El sustrato tiene la capacidad de transportar el agua. Es primordial el flujo de agua a las raíces del vegetal, esto con el propósito de reponer el agua que se perdió a través de la transpiración. El transporte de agua se realiza a través de los espacios porosos, esto depende de su configuración y geometría, a la vez del material del sustrato (Bures, 1997).

### **j) Temperatura**

La temperatura afecta en variados procesos que interviene en el manejo de los sustratos y la siembra, a través de las reacciones biológicas y químicas, el movimiento de agua y difusión de gases. Influye directamente en el crecimiento vegetal y nutrición, como también en el compostaje (Bures, 1997).

## **1.2.3. Características químicas**

### **a) Capacidad de intercambio catiónico (CIC o CEC)**

El sustrato tiene la capacidad de adsorber e intercambiar cationes. En 100 g de sustrato o por litro de sustrato estas se enuncian en mili equivalente. La suma de los cationes intercambiables es el CIC. El pH juega un rol importante en la capacidad del intercambio catiónico (Bures, 1997).

Es la unidad del peso del sustrato, la suma de los cationes es adsorbido. Los nutrientes intercambiados con la solución acuosa tienen la capacidad de retener cationes. Los sustratos orgánicos tienen un alto CIC. Se enuncian en mili equivalente por peso meq/100 g (Baixauli & Aguilar, 2002).

### **b) El pH**

Los iones de  $H^+$  en el sustrato es un logaritmo inverso. La escala de pH es de 0 a 14:

Ácido:  $pH < 7$

Neutro:  $pH = 7$

Básico:  $pH > 7$

El pH del sustrato al reaccionar tiene la expresión del valor de estar situado dentro de la escala del pH. Muestran extensas variaciones de pH los sustratos: un pH de 3 lo muestran las turbas ácidas, un pH superior a 8 pueden tener la perlita o la vermiculita (Bures, 1997).

En la asimilación de alimentos de los vegetales el pH influye. En un sustrato de pH inferior a 5 se logran mostrar carencias de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y con valores mayores a 6.5 se reduce la asimilación de hierro, fósforo, manganeso, boro, zinc y cobre (Baixauli & Aguilar, 2002).

**c) La capacidad tampón de un sustrato**

Al aumento del CIC se le denomina capacidad de tampón de un sustrato. En los sustratos orgánicos es superior el poder tampón que, en los sustratos inorgánicos, las sustancias húmicas facilitan la capacidad tampón frente a un extenso margen de pH (Bures, 1997).

La capacidad tampón que presentan los materiales orgánicos son superiores al de los materiales inorgánicos. Por lo cual los materiales orgánicos tienen superior capacidad de conservar constante el pH (Baixauli & Aguilar, 2002).

**d) La conductividad eléctrica**

Los iones en la fase líquida del sustrato están relacionados con la concentración total de sales que perturba el potencial osmótico. Se enuncia en ds/m o mmho/cm (Bures, 1997).

En el sustrato existen concentraciones de sales. En materiales inertes es nula la salinidad, se encuentran en valores elevados de sales en los sustratos orgánicos. Se determina a través de una analítica del extracto saturado, para aprovechar las sales, se puede realizar el lavado del sustrato con el agua. La conductividad eléctrica con valores mayores a 3.5 ms/cm no son favorables para la mayoría de las plantas (Baixauli & Aguilar, 2002).

**1.2.4. Características biológicas**

**a) Estar libre de semillas de malezas y de patógenos**

Los sustratos de origen orgánico y sustratos naturales deben estar libre de patógenos y malezas, las sustancias tóxicas no deben estar presente en los sustratos (Baixauli & Aguilar, 2002).

### **b) Actividad reguladora del crecimiento**

En los sustratos orgánicos existen determinadas sustancias que tienen efectos estimulantes sobre el crecimiento de los cultivos (Baixauli & Aguilar, 2002).

### **c) Velocidad de descomposición**

En sustratos orgánicos se observa la descomposición, si se manejan sistemas de cultivo sin suelo, la que son aceptables y que sean de lenta velocidad de descomposición por degradación biológica. Se debe de elegir sustratos orgánicos de larga descomposición para la mayor duración en el cultivo, y así evitar una rápida degradación del sustrato (Baixauli & Aguilar, 2002).

## **1.3. TIPOS DE SUSTRATO A UTILIZAR**

### **1.3.1. Suelo**

Es el espacio donde crecen y desarrollan las plantas. El suelo tiene la capacidad de contribuir los alimentos esenciales, para su crecimiento de los cultivos, el agua de lluvias es almacenado y proveyéndole a los cultivos según su requerimiento (Inia, 2015).

Es un recurso no renovable y finito que facilita diversos servicios ambientales o ecosistémicos, como, por ejemplo, en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como P, C y N (Burbano, 2016).

Es la capa arable de la tierra donde las plantas extraen nutrientes y agua a través de sus raíces, ya que requieren para crecer y mantenerse vigorosas (Van, 2006).

### **1.3.2. Aserrín**

El aserrado de la madera es un proceso donde se obtiene residuos conocidos como el aserrín, de consistencia fuerte y de densidad anhidra, que habitualmente es de  $0.3891 \text{ g/cm}^3$ . Contiene macro y micronutrientes, carbono orgánico, pH neutro y una elevada capacidad de intercambio catiónico (Garzon et al., 2005).

Al ser aserrado, la madera desprende partículas o el polvillo que en conjunto se denomina aserrín. Igualmente, el aserrín contiene minúsculas partículas que son originadas durante el proceso y la conducción de la misma (Reyes, 2013).

### **1.3.3. Humus de lombriz**

Es la digestión natural de las lombrices, es el resultado final denominado humus de lombriz que es parecido a la tierra, el humus de lombriz se obtiene de insumos orgánicos con la ayuda de las lombrices y de la acción de los microorganismos que lo descomponen, el humus se utiliza en remplazo de fertilizantes sintéticos, ya que el humus es un mejorador del suelo (Escalona et al., 2017).

Es uno de los excelentes abonos orgánicos, porque contienen K, Ca, P, N y Mg que son elementos importantes para el crecimiento de los vegetales. El humus es un abono de fácil aprovechamiento por las raíces de los vegetales, es un alimento equilibrado para las plantas (Brechelt, 2004).

### **1.3.4. Guano de las islas**

#### **a) Origen**

Las aves marinas depositan sus deyecciones que al ser acumulados originan el guano de las islas. Abono orgánico excelente para los cultivos que son procedente de las aves de tres especies que producen el guano de las islas: el “guanay” (*Phalacrocorax bouganinivillii* Lesson), “piquero” (*Sula Variegata* tshudi) y el “pelicano” (*Pelecanus thagus*); habiendo a la fecha unos 5 millones de aves (Agrorural, 2018).

#### **b) Mineralización de la materia orgánica**

Los hongos y las bacterias conforman la flora microbiana benéfica que está presente en el guano de las islas. La flora microbiana lo componen millones de microorganismos, la materia orgánica es metabolizado y por la acción de las enzimas suceden reacciones de oxidación, convirtiendo los compuestos orgánicos complejos (hidratos de carbono, vitaminas y proteínas) en sustancias simples inorgánicas, como sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), nitrógeno nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), en forma iónica, que los vegetales consumen los nutrientes. Es un proceso bioquímico denominado mineralización (Agrorural, 2018).

#### **c) Contenido de nutrientes**

El guano de las islas es el único abono completo que proporciona los nutrientes a la planta para que pueda crecer y desarrollarse, para obtener una buena cosecha en cantidad y calidad. Contiene macroelementos como el fósforo, potasio y nitrógeno,

también elementos secundarios como azufre, calcio y magnesio; microelementos como el molibdeno, cloro, zinc, cobre, manganeso, hierro y boro (Agrorural, 2018)

**Tabla 1.1.** Contenido nutricional del guano de islas

Elemento	Símbolo/formula	Contenido (%)	Contenido (ppm)
Macroelementos			
Nitrógeno	N	10 - 14%	
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 – 12%	
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 – 3%	
Elementos secundarios			
Calcio	Ca	10%	
Magnesio	Mg	0.8%	
Azufre	S	1.5%	
Microelementos			
Hierro	Fe		600
Zinc	Zn		170
Cobre	Cu		23
Manganeso	Mn		48
Boro	B		187
Molibdeno	Mo		76

Flora microbiana (hongos y bacterias benéficas principalmente)

### 1.3.5. Microorganismos eficientes

El EM es una cultura mixta de microorganismos benéficos en donde lo conforman las bacterias del ácido láctico, hongos de fermentación, bacterias fotosintéticas, actinomicetos y levaduras, en los suelos, al ser aplicado los microorganismos benéficos incrementa la diversidad microbiana. Esto mejora la salud y la calidad del suelo, contribuyendo en el crecimiento y la calidad en beneficio del vegetal (Arias, 2010).

Los microorganismos eficientes (EM) son microorganismos selectos, incluyendo bacterias de ácido láctico, levaduras y en menor proporción las bacterias fotosintéticas. Todos ellos compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido (Higa & Parr, 1994).

Los microorganismos eficientes es una tecnología que reside en un cultivo microbiano mixto de especies selectas, que son microorganismos benéficos, que conviven en un medio líquido con un pH de 3.5 los microorganismos contenidos en el EM, no son dañinos más bien son benéficos (Ramirez, 2006).

En los suelos de los bosques los microorganismos benéficos viven en lugares sombreados, montañas y se desarrollan en ambientes naturales. Se logran identificar en los suelos de bosque por la formación de micelios blancos (hilitos blancos) y por su olor a humedad (Escalona et al., 2017).

En un concentrado líquido de microorganismos eficientes, están contenidos de 80 variedades de microorganismos y están compuestos especialmente de levaduras (*Saccharomyces spp.*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*) y bacterias fototrópicas o fotosintéticas (*Rhodospseudomonas spp.*) (Callisaya & Fernandez, 2017).

#### **a) Principales microorganismos contenidos en él (EM)**

- **Bacterias del ácido láctico**

Las bacterias fototrópicas y las levaduras producen azúcares y carbohidratos, estos azúcares y carbohidratos son tomados por las bacterias ácidos lácticos que son convertidos en ácidos. La fermentación de la celulosa y de los troncos son fermentados por las bacterias ácido lácticas y así evitar perjuicios cuando estos materiales llegan a descomponerse (Ramirez, 2006).

La utilización de las bacterias ácido lácticas disminuye la presencia de los nematodos y controla el fusarium para que no se propague y disperse, las bacterias ácido lácticas induce agradable ambiente para el crecimiento de las siembras. El ácido láctico elimina a los microorganismos dañinos presentes en un cultivo (Infoagro, 2019).

Los azúcares son sintetizados por las levaduras y bacterias fotosintéticas, es el resultante como el ácido láctico. El *fusarium sp* es una bacteria dañina, que son eliminados por las bacterias del ácido láctico. También contribuye en la solubilización de la cal y el fosfato de roca (Escalona, 2011).

- **Bacterias fotosintéticas**

Las secreciones de las raíces son sintetizadas por las bacterias fotosintéticas, ya que las sustancias son útiles, también sintetizan la materia orgánica y/o gases nocivos (sulfuro de hidrógeno) para esta síntesis lo realizan a través de la luz solar y el calor del suelo. Las sustancias benéficas del microorganismo contienen compuesto como azúcares,

ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y aminoácidos, los que contribuyen en beneficio de los cultivos (Ramirez, 2006).

Son microbios independientes y autosuficientes. Las bacterias fototrópicas de las secreciones de las raíces elaboran la síntesis de sustancias útiles. Estas contienen azúcares, aminoácidos, sustancias bioactivas y ácidos nucleicos, los que promueven el desarrollo y crecimiento del cultivo. Los microorganismos realizan metabolitos que son absorbidos por los cultivos y actúan como sustrato para el aumento poblacional del EM (Infoagro, 2019).

Los microorganismos tienen la capacidad de fijar el bióxido de carbono y el nitrógeno atmosférico en moléculas orgánicas como el carbohidrato y los aminoácidos. Las bacterias fotosintéticas realizan una fotosíntesis incompleta, sin la necesidad de la luz solar, el vegetal elabora aminoácidos y carbohidratos, lo que permite que la planta realice sus procesos completos durante las 24 horas del día (Escalona, 2011).

- **Levaduras**

Las enzimas y las hormonas producen sustancias bioactivas, los cuales incrementan el número de raíces y la actividad celular. Para algunos EM las secreciones del sustrato son útiles, para los actinomicetos y bacterias ácido lácticas (Ramirez, 2006).

Las sustancias antimicrobiales y otras útiles, son sintetizados por las levaduras, como los azúcares y aminoácidos que son secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y de las raíces que son requeridas por el cultivo para su crecimiento. Las hormonas y las enzimas son sustancias bioactivas que son producidos por las levaduras, lo que originan la división activa celular y radical (Infoagro, 2019).

Las levaduras degradan carbohidratos y proteínas complejas. Originan sustancias bioactivas (hormonas, vitaminas y enzimas) las cuales incitan el crecimiento de los vegetales y la actividad de otras especies del EM (Escalona, 2011).

Las levaduras son microorganismos que tienen ventajas a otros microorganismos, ya que las levaduras son microorganismos de crecimiento rápido y de fácil manipulación. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es de mayor importancia en el mundo, desde



miles de años se ha utilizado en la producción de bebidas alcohólicas y pan (Valdivieso, 2006).

- **Actinomicetos**

Están compuestas por las bacterias de Gram positivas, crecen por la formación de filamentos, cuentan con una estructura intermedia entre los hongos y bacterias, los aminoácidos y azúcares son elaborados por las bacterias fotosintéticas y la materia orgánica cuyas sustancias antimicrobianas eliminan bacterias y hongos (Ramirez, 2006).

Los actinomicetos son antagonistas de varios hongos y bacterias nocivos de los cultivos, al producir antibióticos de efectos biostáticos y biocidas. Favorecen la actividad y el crecimiento de las micorrizas y el azotobacter (Escalona, 2011).

Los actinomicetos logran convivir con las bacterias fotosintéticas. Estas especies contribuye en la calidad del suelo, incrementando su acción microbiana. Las sustancias producidas por los actinomicetos son antagonistas de los hongos y bacterias dañinos de los cultivos, ya que producen antibióticos de efecto biocida y biostático. Favorecen la actividad y el crecimiento del azotobacter y de las micorrizas (Diaz & Montero, 2006).

- **Hongos de fermentación**

El *Penicillium* y *Aspergillus* son hongos de fermentación, estos hongos intervienen a que la materia orgánica se descomponga. Como en la preparación de alcohol, esterres y sustancias antimicrobianas. El hongo de la fermentación ayuda en la desodorización e impide la proliferación de gusanos e insectos dañinos (Ramirez, 2006).

Estos hongos de fermentación tienen la capacidad de eliminar fetideces y prevenir la infestación de insectos y de gusanos perjudiciales. Las sustancias antimicrobianas, ésteres y alcohol son producidas por el *penicillium* y *aspergillus* al realizar la descomposición de la materia orgánica (Diaz & Montero, 2006).

**b) Captura de microorganismos eficientes**

En la captura del EMAs, se utilizó materiales como: 2 cucharadas de harina de pescado, 4 onzas de arroz cocido, 2 cucharadas de melaza, 1 tarro de plástico, 1 pedazo de tela nilón y 1 liga.

Se preparó el capturador: donde se utilizó el tarro de plástico, al cual se puso las 4 onzas de arroz cocido, se agregó 2 cucharadas de harina de pescado, 2 cucharadas de melaza, se tapó el tarro con la tela nilón y se sujetó bien con la liga. El capturador se colocó en la base de un árbol, se procedió a enterrar el tarro de plástico a una profundidad de 10 cm, se le cubrió con hojarasca en proceso de descomposición. Llegado las 2 semanas se cosechó el arroz que estaba impregnado de EMAs y se puso en un balde para mezclarlo. Se procedió a filtrar la mezcla para eliminar la parte gruesa y se obtuvo la solución madre (Pozo et al., 2012).

Para realizar la captura de los microorganismos eficientes se utiliza materiales como: 120 g de arroz cocido, 1 liga, 1 frasco de plástico y 1 pedazo de tela de algodón. Se procederá a poner dentro del frasco el arroz cocido, se cubrió el frasco con la tela y se sujetó con la liga, se entierra el frasco debajo de un árbol, cubriéndolo con hojarasca semi descompuesta, transcurrido las dos semanas se desentierra el frasco de plástico con el arroz impregnado de microorganismos eficientes, licúe el arroz agregando 1 litro de melaza y tres litros de agua. Lo cual será la solución madre (Escalona, 2011).

#### **1.4. EMERGENCIA**

El inicio de la emergencia empieza con la toma de agua por la semilla y llega a finalizar cuando el armazón del embrión es atravesado (Matilla, 2015).

Es la acción que la semilla realiza mediante un conjunto de procesos, esto empieza cuando el embrión crece hasta que se forma una planta y esta podrá vivir por sí misma, emancipado del alimento acumulado en la semilla. Debe de contar con las condiciones adecuadas del ambiente y de la semilla para la adecuada emergencia (De la Cuadra, 1992).

#### **1.5. CRECIMIENTO**

Es el incremento de los tejidos (xilema, floema, parénquima, tallo) esto ocurre al pasar el tiempo, se origina el elongamiento del meristemo primario y engrosamiento del meristemo secundario y la división celular. El crecimiento de las plantas es el resultado de la modificación conjugada de diversas variables dendrométricas como el área basimétrica, altura, diámetro, forma del tronco y volumen (Imaña & Encinas, 2008).

Es el incremento irreversible del volumen de una célula, individuo u órgano, tejido, generalmente acompañado por el incremento de la masa. No solo basta que se produzca la división celular, si tan solo se da una simple división de una célula, esto no constituye el incremento de la masa o volumen (Lallana & Lallana, 2004).

#### **1.5.1. Altura de la planta**

Cuando se produce la división celular como el incremento de la yema apical o terminal, esto se denomina como aumento en altura. El crecimiento primario mencionado también como crecimiento. La altura es evaluada midiéndose al inicio y al final en un tiempo definido (Imaña & Encinas, 2008).

El crecimiento es también denominado como crecimiento primario de fototropismo positivo y geotropismo negativo, el crecimiento en altura es también denominado como crecimiento longitudinal. Ya que este crecimiento influye que el tallo se extienda para que el follaje tome la luz solar (Rueda, 2015).

#### **1.5.2. Número de hojas**

Las hojas son fotosintetizadores, de crecimiento definido, con simetría bilateral, que se sitúan en los nudos del tallo y son portadores de una yema axilar. Esta simetría bilateral y la posición horizontal que adopta la hoja, determina una estructura diferente en ambas caras de la misma (Troaini et al., 2017).

#### **1.5.3. Diámetro del tallo**

Este tipo de crecimiento se logra en un tiempo determinado cuando el árbol incrementa el diámetro del tallo. Este crecimiento también se le denomina como crecimiento secundario. La actividad del cambium influencia directamente para el crecimiento en diámetro (Imaña & Encinas, 2008).

#### **1.5.4. Área foliar**

La planta pasa por ciertos estadios específicos de desarrollo para el área foliar. El área foliar es la cobertura vegetal que tiene la capacidad de interceptar la radiación fotosintéticamente activa (RFA), esta energía es la fuente primaria usada por los vegetales en la producción de compuestos alimenticios y tejidos (Warnock et al., 2006).

La medición del área de las hojas fotosintéticas activas obtenidas es el área foliar. Se realizan por métodos directos, en un papel se calcan las siluetas de las hojas y calculando por planimetría (análisis de imágenes, medidores de área foliar y escaneo) (Melgarejo et al., 2010).

#### **1.5.5. Peso seco de tallo**

El peso seco de la planta es el número de hojas y tallos/planta, un aumento de estos dos conlleva a un incremento del peso seco de los vegetales (Mendez, 2002).

#### **1.5.6. Peso seco de la raíz**

La raíz generalmente es el 50% del peso total del vegetal, existen fluctuaciones relacionadas con la defoliación (sequías graves o pastoreo). En consecuencia, si examinamos una planta cualquiera, el peso entre la parte subterránea y la aérea quedarán más o menos equilibrados (Troaini et al., 2017).

#### **1.5.7. Longitud de la raíz**

La raíz crece en longitud que es el crecimiento primario y en diámetro que es el crecimiento secundario. El tejido del meristemo apical permite el crecimiento primario (longitudinal de la raíz). El meristemo lateral permite el crecimiento secundario (diámetro de la raíz) (Rueda, 2015).

La raíz es un órgano subterráneo, presenta gravitropismo positivo. Asimismo, la raíz tiene un crecimiento indefinido, tiene simetría radiada (Troaini et al., 2017).

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La tesis se ejecutó en un vivero ubicado en el Jr. teresita s/n del distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, departamento de Cusco, coordenadas UTM Este 631469 y Norte 8604579, a una altitud de 591 msnm.

#### 2.1.1. Características edafoclimáticas del distrito de Kimbiri

El distrito de Kimbiri está ubicado en el VRAEM de la margen derecha, de clima tropical, en el verano se observa una abundante precipitación pluvial que abarca desde diciembre, enero, febrero y marzo, en el invierno se observa poca la precipitación pluvial. Tiene una temperatura 24.3°C, media anual y 1179 mm, precipitación pluvial promedio anual.

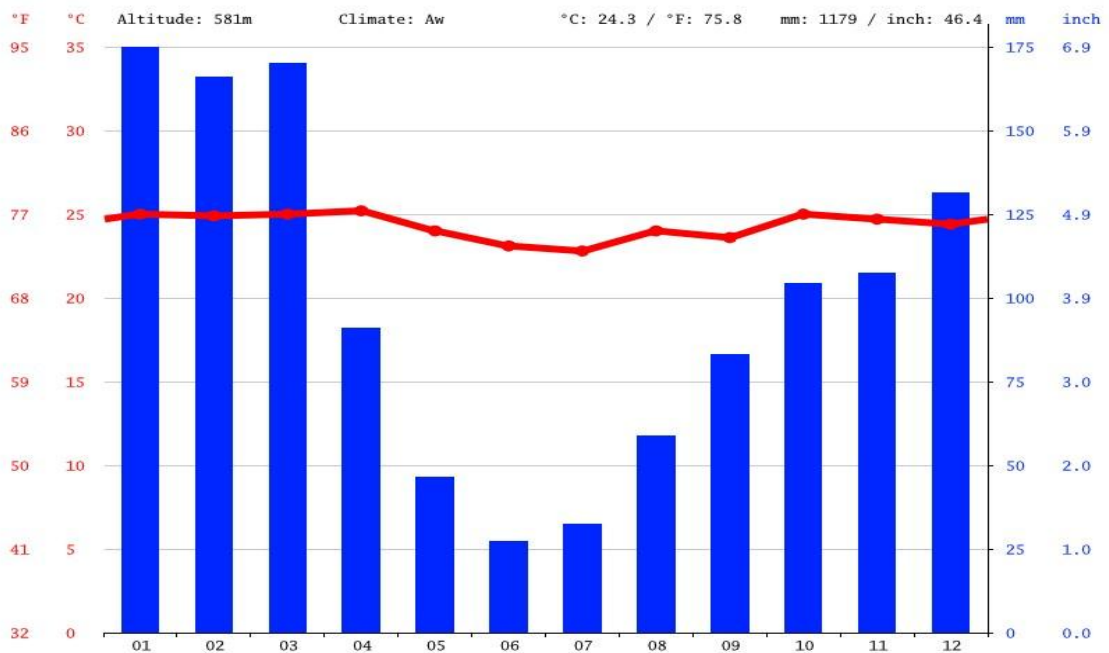
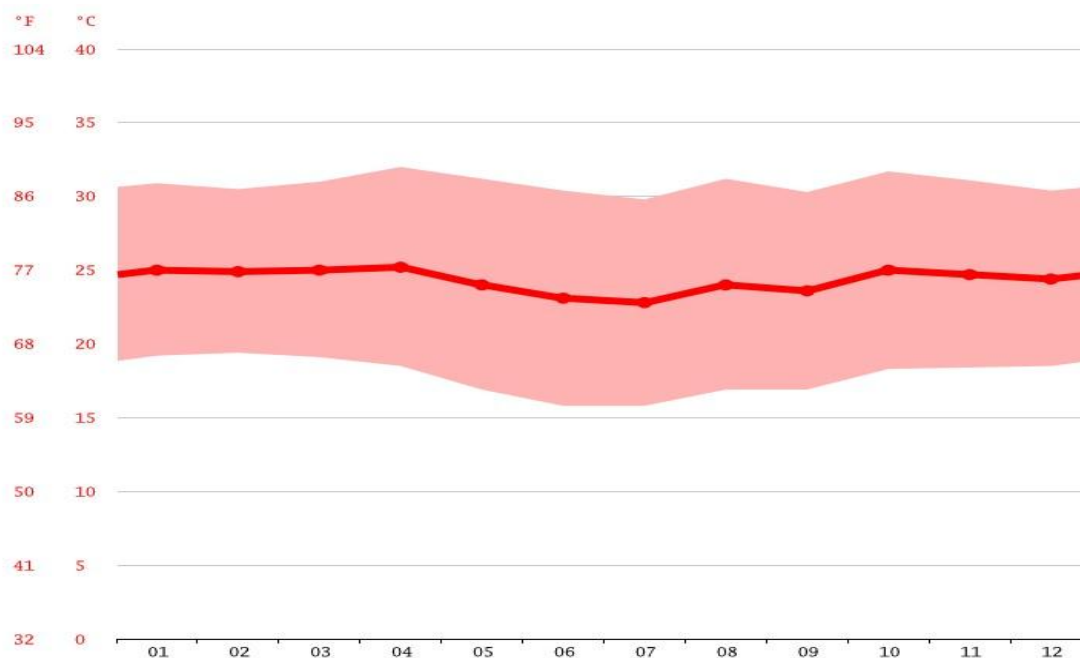


Figura 2.1. Precipitación pluvial anual del distrito de Kimbiri (2019)

En la figura 2.1 se observa la precipitación pluvial más baja se produjo en junio con un promedio de 27 mm y la precipitación más alta se produjo en enero con un promedio de 173 mm.



**Figura 2.2.** Temperatura anual del distrito de Kimbiri (2019)

En la figura 2.2 se observa la temperatura más alta en el mes de abril con un promedio de 25.2°C y la temperatura más baja se produjo en el mes de julio con un promedio de 22.8°C.

## 2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

### 2.2.1. Materiales

- Machete
- Arcos de metal
- Rastrillo
- Malla raschell
- Pico
- Cordel
- Pala
- Flexómetro
- Plástico
- Timbo
- Costales
- Bolsas
- Manguera
- Rótulos
- Balde
- Aserrín
- Semillas de tornillo
- Tierra agrícola

- Microorganismos eficientes
- Guano de las islas
- Humus de lombriz

### **2.2.2. Equipos**

- Vernier
- Estufa
- Balanza Analítica
- Balanza digital (5 Kg)
- Regla metálica
- Luna de Reloj

## **2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se empleó el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con 4 tratamientos y un testigo, con 4 repeticiones y cada repetición con 20 unidades de plantas; cada tratamiento con 80 unidades de plantas; los 5 tratamientos con 400 unidades de plantas.

El análisis de varianza (ANVA) se realizó de acuerdo a los parámetros, que se evaluaron como: la emergencia, altura, diámetro, número de hojas, área foliar, peso seco del tallo, el peso seco de la raíz y la longitud total de la raíz. Se usó la prueba de Tukey (0.05) con la cual se determinó las diferencias entre el testigo y los tratamientos.

### **2.3.1. Factores en estudio**

Se evaluó cuatro tratamientos y un testigo, los que menciono a continuación:

T<sub>1</sub>: 1.8 kg de suelo agrícola (testigo)

T<sub>2</sub>: 1.6.kg de suelo agrícola, 200 g de humus de lombriz y 30 ml de EM.

T<sub>3</sub>: 1.5 kg de suelo agrícola, 300 g de aserrín descompuesto y 30 ml de EM.

T<sub>4</sub>: 1.8 kg de suelo agrícola y 30 ml de EM.

T<sub>5</sub>: 1.8 kg de suelo agrícola, 30 g de guano de las islas y 30 ml de EM.

### **2.3.2. Variables**

#### **a) Suelo agrícola**

Es el medio que sirve de sostén de la planta, ya que provee nutrientes para su crecimiento y desarrollo, podemos encontrar suelos con diferentes texturas y estructuras, ello influirá en un adecuado crecimiento y desarrollo de la planta.

**b) Humus de lombriz**

Es el estiércol de las lombrices que aporta nutrientes a la planta, el humus contiene elementos esenciales como: calcio, magnesio, fósforo, nitrógeno y potasio.

**c) Aserrín descompuesto**

El aserrín son partículas pequeñísimas que se obtienen al ser aserrados, al descomponerse aporta nutrientes al suelo, lo que serán asimilados por las plantas.

**d) Guano de las islas**

Es un abono que aporta nutrientes al suelo que son asimilados por las plantas.

**e) Microorganismos eficientes**

Se encuentran en los bosques poco intervenidos por el hombre. Estos microorganismos contribuyen en la descomposición del sustrato orgánico, haciéndolo asimilables sus nutrientes para las plantas.

**Tabla 2.1.** Tratamiento del ensayo experimental

TRATAMIENTO				
T1	T2	T3	T4	T5
✓ 1.8 kg de suelo agrícola (testigo).	✓ 1.6 kg de suelo agrícola	✓ 1.5 kg de suelo agrícola	✓ 1.8 kg de suelo agrícola	✓ 1.8 kg de suelo agrícola
	✓ 200 g de humus de lombriz	✓ 300 g de aserrín descompuesto	✓ 30 ml de EM.	✓ 30 g de guano de isla
	✓ 30 ml de EM.	✓ 30 ml de EM.		✓ 30 ml de EM.

**2.3.3. Descripción del vivero experimental**

**a) Vivero experimental**

Largo: 6 m

Ancho: 3m

Área:18 m<sup>2</sup>



### 2.3.4. Croquis del vivero experimental de los tratamientos evaluados

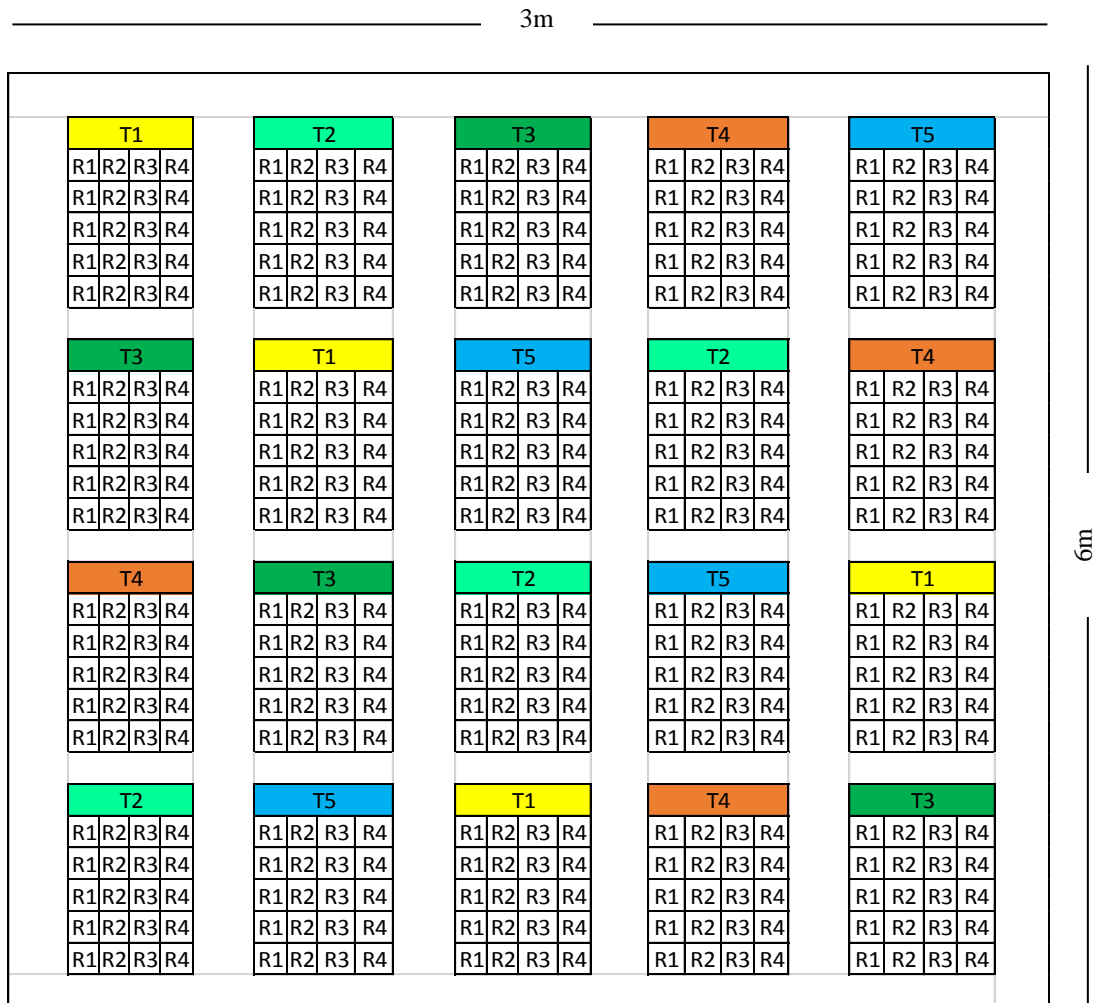


Figura 2.3. Croquis y distribución de los tratamientos en el diseño

### 2.3.5. Conducción del experimento

#### a) Captura y preparación de microorganismos eficientes

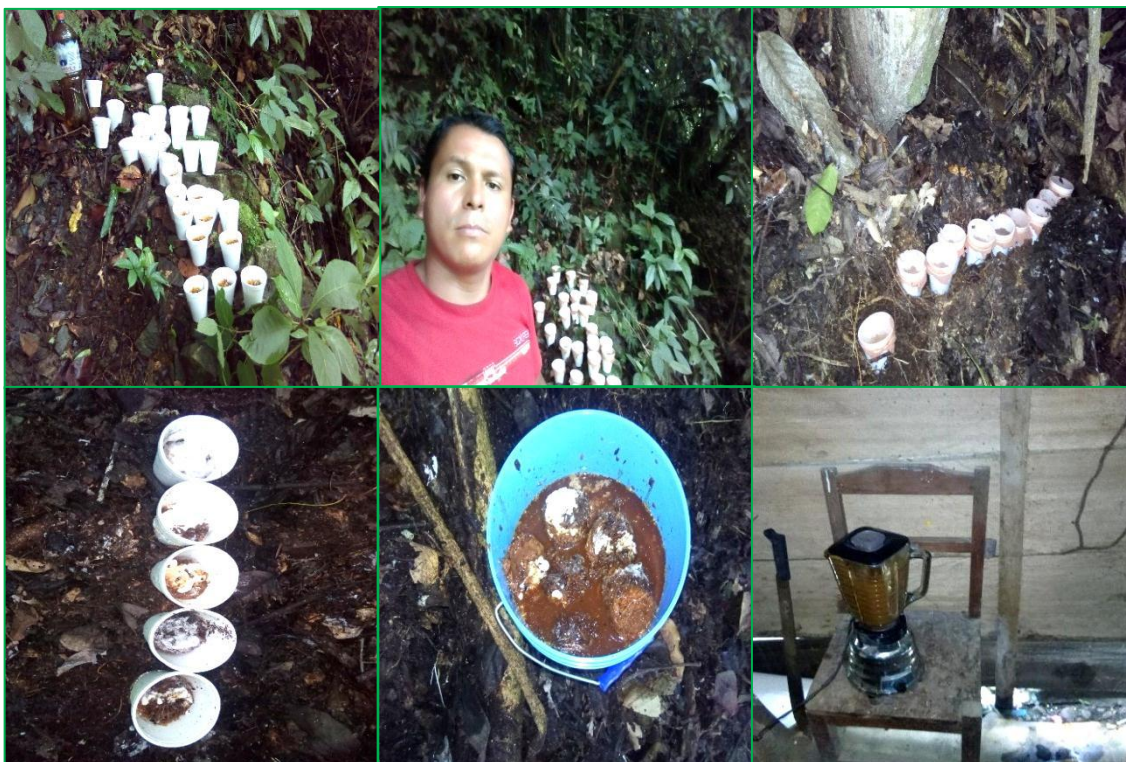
La captura del EM, se realizó en el bosque de la comunidad de San Luis del distrito de Kimbiri, provincia de La Convención del departamento de Cusco; con esta finalidad se empleó los siguientes materiales:

- 28 vasos de Tecnopor.
- ½ kg de arroz.
- Melaza 1 litro.
- 1 par de panty.
- Balde de 4 litros.

Para el procedimiento de captura, se realizó el cocido del arroz, el cual se guardó en un recipiente de plástico (bolsa); posteriormente en el campo se depositó el arroz en los vasos de Tecnopor, a los que se añadió melaza en 5 ml; se cubrió con la tela fina sujeta con una liga; estos recipientes se colocaron debajo de los árboles que tenían abundante hojarasca semi descompuestas a una profundidad de 10 cm; dejándose por dos semanas, después para ser recogido y almacenado en balde; éste luego fue licuado agregando la melaza (tres litros de agua y un litro de melaza) (solución madre); se filtró y finalmente se depositaron en botellas de plástico para su posterior aplicación a los tratamientos del experimento (figura 2.4) (Pozo et al., 2012).

Para la captura de los EMAs, se utilizaron los siguientes materiales: 1 pedazo de tela nilón, 4 onzas de arroz cocido, 1 tarro de plástico, 2 cucharadas de harina de pescado, 2 cucharadas de melaza.

Para la identificación de los microorganismos eficientes en los suelos de los bosques, es por la presencia de formación de micelios blancos (hilitos blancos) y por su olor a humedad (Escalona et al., 2017).



**Figura 2.4.** Captura y preparación de microorganismos eficientes

### b) Recolección de semillas

Las semillas de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”, se recolectó de la chacra del Sr. Lucas Anaya Moreno, localizado en la CC. NN de Sampantuari del Distrito de Kimbiri, Provincia de La Convención del Departamento de Cusco, para lo cual se seleccionaron los árboles de buenas características fenotípicas mayores a 20 años; las semillas se seleccionaron de forma manual, descartando semillas vanas defectuosas (figura 2.5).



**Figura 2.5.** Recolección y selección de semillas de *Cedrelinga catenaeformis*

### c) Construcción del vivero

Se realizó la limpieza del terreno en una extensión de 18 m<sup>2</sup>, eliminando rastrojos y hojarascas, luego se hizo la demarcación de terreno, colocando los puntos para realizar el hoyado; asimismo, la colocación de los tres arcos a una distancia de 3 metros cada uno para posteriormente colocar la malla raschell proporcionando una sombra adecuada para el crecimiento de las plántulas (figura 2.6).





**Figura 2.6.** Limpieza, demarcación de puntos, hoyado, colocado de arco metálico y puesta de la malla raschell del vivero

**d) Desinfección y preparación del sustrato**

Se realizó la desinfección del suelo agrícola utilizando una mochila de fumigar de 15 litros, al cual se agregó 0.01 % de lejía, para la desinfección del suelo, luego se procedió a realizar la mezcla de los sustratos como: suelo, humus de lombriz, guano de las islas, aserrín descompuesto y microorganismos eficientes (Figura 2.7).



**Figura 2.7.** Desinfección y preparación del sustrato

#### e) **Llenado y acomodo de bolsas**

Se utilizaron bolsas de 6 pulgadas x 12 pulgadas, se procedió a llenar las bolsas con los sustratos preparados de forma manual, presionando ligeramente para que no pueda quedar espacios vacíos finalmente se acomodaron las bolsas con sus respectivos tratamientos (figura 2.8).



**Figura 2.8.** Llenado y acomodo de bolsas

### 2.3.6. **Criterios de evaluación**

#### a) **Germinación (emergencia)**

Se realizó el conteo de las semillas emergidas desde el sexto día después de la siembra directa, se contó a partir de esta fecha diariamente hasta el día 14 donde las plántulas culminaron el proceso de la emergencia.

#### b) **Altura**

Se midió la altura de la plántula con una frecuencia de cada semana, utilizando para ello una regla metálica de 30 cm, se procedió a medir desde el nivel del sustrato hasta el ápice de cada plántula evaluada. Los apuntes se registraron en cuadros.

#### c) **Número de hojas**

Se realizó el conteo de hojas por cada tratamiento evaluado, el conteo de las hojas se realizó semanalmente durante las doce semanas de evaluación.

#### d) **Diámetro**

Se midió el diámetro del tallo de las plántulas, esta evaluación se realizó cada semana, para lo cual se utilizó el vernier.

**e) Área foliar**

Se realizó la determinación del área foliar mediante el método gravimétrico, para lo cual, se procedió a retirar todas las hojas de una muestra representativa de los plantones de los tratamientos evaluados, luego se realizó el dibujo de las siluetas de las hojas en el papel periódico, se cortaron las figuras con una tijera y las mismas que fueron pesadas; del mismo modo se procedió a cortar el papel periódico un centímetro cuadrado (10 x 10 cm) y se estimó el área foliar por regla de tres simple. Para poder obtener el área foliar se procedió a pesar la hoja cortada de (10 x 10 cm) y todas las hojas cortadas, el pesado se realizó en una balanza analítica.

**f) Peso seco de tallo**

Para el pesado del peso seco del tallo, se realizó la extracción de las plántulas a evaluar cada semana. Se procedió a realizar el corte a la altura del cuello de la raíz y se lavó el material adherido al tallo (tierra). La muestra se procedió a colocar en una fuente metálica para luego colocar en la estufa a una temperatura de 120°C durante 4 horas y su posterior pesado utilizando una balanza analítica.

**g) Peso seco de la raíz**

Para el pesado del peso seco de la raíz se realizó la extracción de las plántulas a evaluar cada semana. Se procedió a realizar el corte a la altura del cuello del tallo y luego se lavó el material adherido (tierra). Se procedió a colocar la muestra en una fuente metálica, cada muestra con su respectivo rotulado, una vez ya colocado las muestras en la fuente, estas fueron colocados en la estufa a 120°C de temperatura durante 4 horas y su pesado posterior.

**h) Longitud de la raíz**

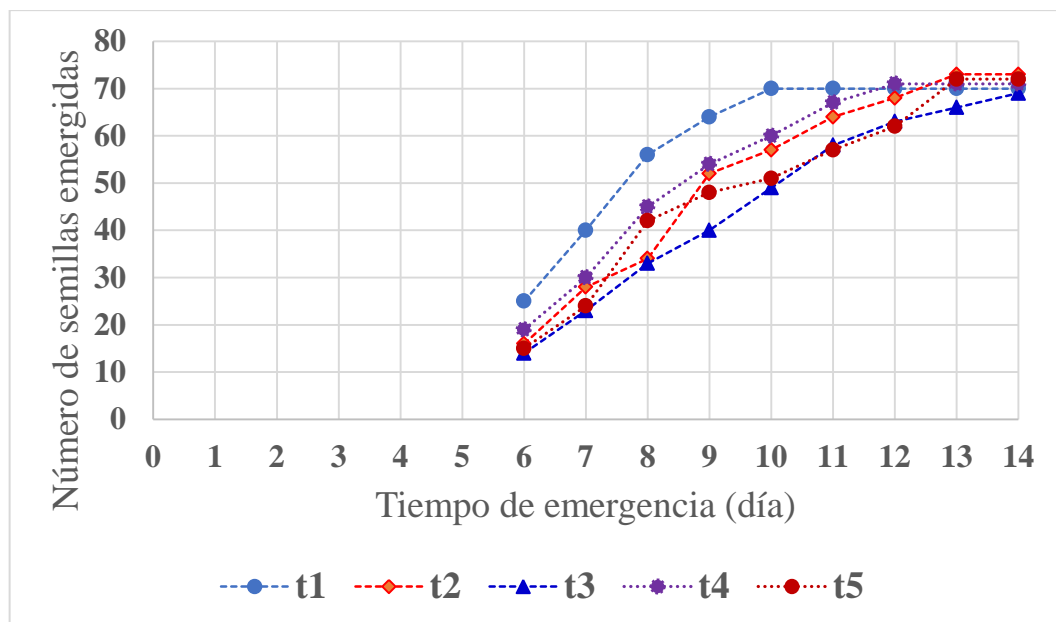
Se midió la longitud total de la raíz, se realizó la extracción de los plantones a evaluar. Se utilizó una regla metálica, midiéndose todas las raíces con las que contaba los plantones y realizando la sumatoria de todas las raíces de cada plantón evaluado. Se midió las raíces de los plantones semanalmente durante las 12 semanas de evaluación.

### CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. EMERGENCIA

**Tabla 3.1.** Número de semillas emergidas en los diferentes tratamientos en la especie “tornillo”.

Tiempo de emergencia (día)	Número de semillas emergidas				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
6	25	16	14	19	15
7	40	28	23	30	24
8	56	34	33	45	42
9	64	52	40	54	48
10	<b>70</b>	57	49	60	51
11	70	64	58	67	57
12	70	68	63	<b>71</b>	62
13	70	<b>73</b>	66	71	<b>72</b>
14	70	73	<b>69</b>	71	72
%	88	91	86	89	90



**Figura 3.1.** Comportamiento del número de semillas emergidas en los diferentes tratamientos en el “tornillo”



En la tabla 3.1 y figura 3.1, se observa el inicio de la emergencia a los 6 días y progresivamente se incrementa hasta los 10 a 14 días. El número de semillas emergidas en el tratamiento T1 testigo (1.8 kg de suelo agrícola) se tiene un máximo de 88 % de emergencia a los 10 días, en el tratamiento T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz y 30 ml EM) se alcanza una emergencia del 91 % a los 13 días, en el tratamiento T3 (1.5 kg suelo agrícola, 300 g aserrín y 30 ml EM) se tiene un 86 % de emergencia a los 14 días, en el tratamiento T4 (1.8 kg suelo agrícola y 30 ml EM) a los 12 días se tiene un 89 % de emergencia y finalmente el tratamiento T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de las islas y 30 ml EM) a los 13 días se alcanza un 90 % de emergencia. Se puede apreciar que el tratamiento T2 alcanzó el mayor porcentaje de emergencia (91%) en el tiempo de 13 días después de la siembra.

Recalde (2015) evaluó el porcentaje de germinación (emergencia) con el tratamiento T1: abono orgánico (empleando semillas sin vaina) obteniendo un 96.33 % de germinación (emergencia). En la presente investigación, después de la siembra directa, se obtuvo un 91 % de emergencia, este resultado es superado con lo obtenido por Recalde.

Así mismo Vásquez (2014), evaluó el porcentaje de germinación con el tratamiento T1: testigo (suelo agrícola). Obteniendo un 85 % de germinación. En la presente investigación, después de la siembra directa, se obtuvo un 91 % de emergencia, este resultado supera notablemente a lo obtenido por Vásquez.

Estos resultados de emergencia del presente experimento, muestra que la composición del humus de lombriz permite mayor emergencia de las plantas porque mejora las características físicas y químicas del suelo, el mismo que genera sinergia con los microorganismos eficientes, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones necesarias para la germinación (emergencia) de la semillas de “tornillo”.

La estructura del suelo (porosidad) se mejora con la incorporación del humus de lombriz lo que permite un adecuado crecimiento de las plantas, la porosidad del sustrato permite una adecuada emergencia del “tornillo” (Escalona et al., 2017).



En el suelo el pH influyo en la asimilación de nutrientes por las plantas, con la incorporación del humus de lombriz se mejorará el pH del sustrato, con ello logrando una mayor emergencia de las semillas de “tornillo” (Baixauli & Aguilar, 2002).

El humus contiene nutrientes esenciales para las plantas, con la incorporación de microorganismos eficientes se logra que esos nutrientes sean asimilables para las plantas. El humus contribuyo en un mayor porcentaje de emergencia del “tornillo” (Brechelt, 2004).

Los microorganismos eficientes al ser incorporados al suelo y al humus contribuyen en la flora microbiana, ya que estos microorganismos ayudan que los nutrientes presentes en el humus sean de una mejor asimilación por las plantas, con ello se logró una mayor emergencia de las semillas de “tornillo” (Arias, 2010).

### 3.2. ALTURA DE LA PLANTA

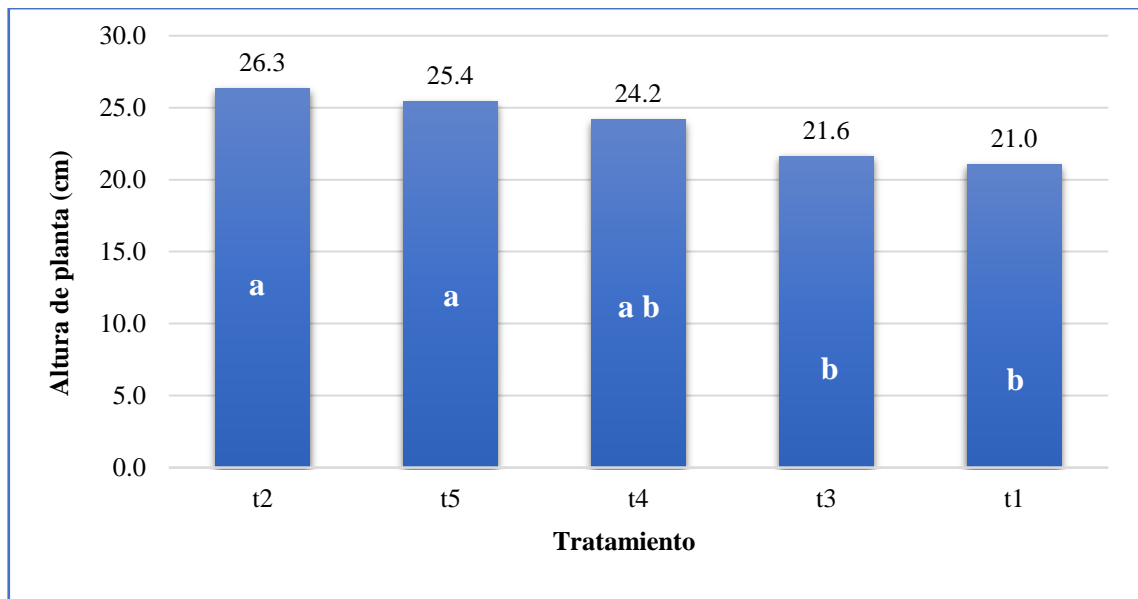
**Tabla 3.2.** Análisis de varianza de la altura de planta por los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	85.255	21.314	9.38	0.0005 **
Error	15	34.085	2.272		
Total	19	119.34			

CV (%) = 6.36

Promedio = 23.7

La tabla 3.2, indica el ANVA de la altura de la planta en el cual se observa alta significación estadística para la fuente tratamientos, esto nos permitirá realizar la prueba de contraste de Tukey para determinar el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio. El CV de 6.36, indica un valor de buena precisión del experimento.



**Figura 3.2.** Prueba de Tukey de la altura de planta por los diferentes tratamientos en plantones de “tornillo”

En la prueba de Tukey del carácter altura de la planta, se encontró que los tratamientos T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz y 30 ml EM), T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de las islas y 30 ml EM) y T4 (1.8 kg suelo agrícola y 30 ml EM) son los que reporta mayor altura de planta, sin diferencia estadística entre ellos, los mismos que logran valores de 26.3, 25.4, 24.2 cm respectivamente.

Quiroz et al. (2009), comentan que la altura de la planta está relacionada con su superficie de transpiración y su capacidad fotosintética. Con una vegetación competitiva pueden lidiar mejor las plantas altas, aunque esto implica un sistema radicular adecuado y una buena salud fisiológica.

Rojas (2015), evaluó la altura de los plantones, obteniendo un 16.78 cm de altura de la planta con el tratamiento T2 (guano de las islas al 0.5% y sustrato de vivero (3:2:1)). En la presente investigación, se obtuvo una altura de 26.3 cm, este resultado supera notablemente a lo obtenido por Rojas.

Así mismo Hermoza (2016), evaluó la altura de los plantones, obteniendo una altura de la planta de 31.42 cm con el tratamiento T5 (4 litros de Agua de EM-Fos/8 cm<sup>3</sup>). En la presente investigación, se obtuvo una altura de 26.3 cm, este resultado es superado con el resultado obtenido por Hermoza.

Mientras que Silva (2013), evaluó la altura de los plantones, obteniendo un 40.15 cm en altura de la plántula con el tratamiento T6 (30 % de humus de lombriz y 70 % de tierra agrícola). En la presente investigación, se obtuvo una altura de 26.3 cm, este resultado es superado con lo obtenido por Silva.

Los resultados nos muestran que el humus de lombriz contiene nutrientes que permite un mayor crecimiento de las plantas porque mejora la porosidad y el pH del suelo, los microorganismos eficientes contribuyen en la flora microbiana del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas para incremento de la altura de la planta.

Para una adecuada asimilación de nutrientes por las plantas el pH influye, al incorporar el humus de lombriz se mejoró el pH del suelo. El pH óptimo del sustrato, influyo en la obtención de una mayor altura de la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

Las plantas requieren de nutrientes para su crecimiento, al incorporar el humus de lombriz al suelo se le brindó los nutrientes necesarios al suelo y al aplicar los microorganismos se mejoró la flora microbiana del suelo, con ello logrando que los nutrientes sean asimilados por las plantas y obteniéndose una mayor altura del *Cedrelinga catenaeformis* (Brechelt, 2004).

Con la incorporación de humus de lombriz se mejoró la porosidad del suelo y con ello se logra una adecuada asimilación de nutrientes por las plantas, al tener un sustrato poroso y con nutrientes necesarios para la planta, esto influyo en un mayor incremento de altura de la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

Los microorganismos eficientes al ser incorporados al sustrato contribuyen en la diversidad microbiana del suelo y ayuda a que los nutrientes del humus sean de mayor asimilación por las plantas, ya que ello contribuyo en la obtención de mayor altura de la planta (Arias, 2010).

### 3.3. NÚMERO DE HOJAS

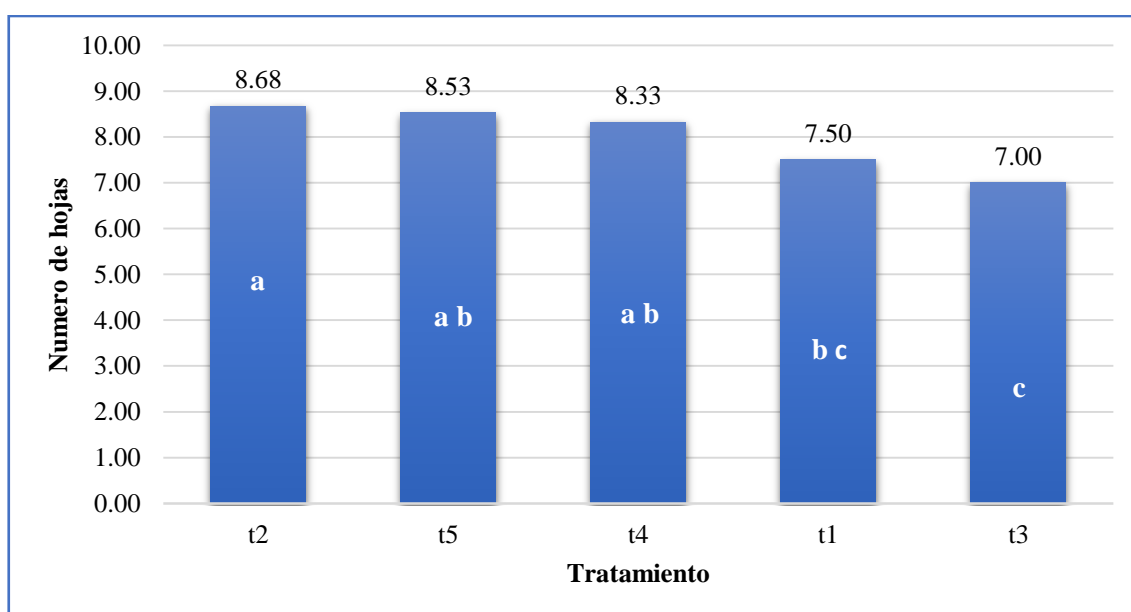
**Tabla 3.3.** Análisis de varianza del número de hojas por planta en los diferentes tratamientos en plantones de “tornillo”

F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	8.347	2.087	7.78	0.0013 **
Error	15	4.023	0.268		
Total	19	12.370			

CV (%) = 6.47

Promedio = 8.01

La tabla 3.3 Muestra el ANVA del número de hojas por planta, donde se muestra alta significación estadística para la fuente tratamientos, esto nos permitirá realizar la prueba de contraste de Tukey para determinar el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio. El C V de 6.47, indica buena precisión del experimento.



**Figura 3.3.** Prueba de Tukey del número de hojas por planta en los diferentes tratamientos en plantones de “tornillo”

En la prueba de Tukey del carácter número de hojas, se encontró que los tratamientos T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz, 30 ml EM), T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de las islas, 30 ml EM) y T4 (1.8 kg Suelo agrícola, 30 ml EM) sin diferencia estadística entre ellos, los mismos que logran valores de 8.68, 8.53, 8.33 unidades respectivamente.

Hermoza (2016), evaluó el número de hojas de los plantones, obteniendo 12 hojas por planta con todos los tratamientos. En la presente investigación, se obtuvo un número de hojas promedio de 8.68, este resultado es superado con lo obtenido por Hermoza.

Los efectos resultantes demuestran que con el humus de lombriz se logra un mayor crecimiento de las plantas, ya que mejora las características químicas y físicas del suelo. Los microorganismos eficientes (EM) al ser incorporados al suelo contribuyen en la asimilación de nutrientes por las plantas y con ello brindan las condiciones adecuadas para la obtención de mayor número de hojas. También se debe mencionar al humus de lombriz que es el resultado de las excreciones de las lombrices, descomponiéndolo la materia orgánica con sus enzimas digestivas y con la microflora de su organismo, estos excretados contienen calcio, magnesio, fósforo y potasio.

El humus de lombriz es un abono orgánico con nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y al aplicar el EM se incrementó la diversidad microbiana del suelo, estos microorganismos contribuyen en la asimilación de los nutrientes del humus para la obtención de un mayor número de hojas por planta (Brechelt, 2004).

Oisca Uruguay (2009), los microorganismos eficientes provocan que la materia orgánica se descomponga con una mayor facilidad por la fermentación y no de la putrefacción.

Se mejora la flora microbiana del suelo al incorporar los microorganismos eficientes y la asimilación de nutrientes del humus, estos nutrientes serán aprovechados por los microorganismos y las volverán asimilables para las plantas, con lo cual se obtendrá un mayor número de hojas por planta (Arias, 2010).

Al incorporar el humus de lombriz al suelo se mejorará el pH del suelo, ya que el pH óptimo influirá en el crecimiento de la planta. Un pH óptimo contribuirá en una mejor asimilación de nutrientes por las plantas (Baixauli & Aguilar, 2002).

Para lograr una adecuada porosidad del suelo se incorporó el humus de lombriz, por lo que mejora la estructura (porosidad) del suelo y con ello una mejor asimilación de nutrientes por las plantas (Escalona et al., 2017).

### 3.4. DIÁMETRO DE TALLO

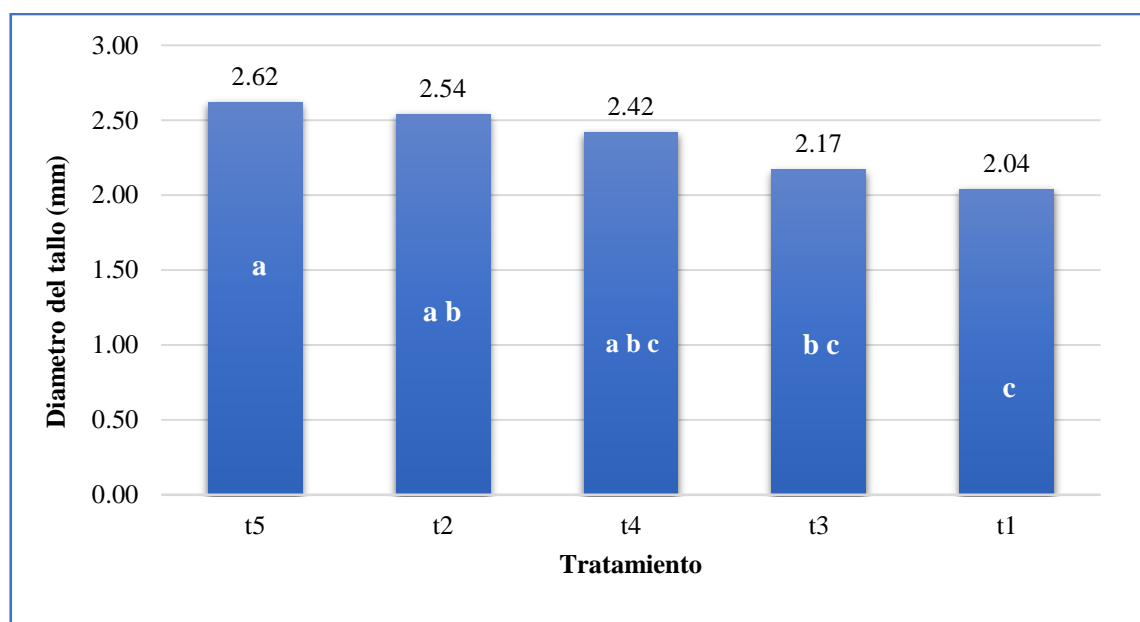
**Tabla 3.4.** Análisis de varianza del diámetro del tallo de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	0.97000	0.240000	8.00	0.0012**
Error	15	0.48000	0.030000		
Total	19	1.45000			

CV (%) = 7.55

Promedio = 2.36

La tabla 3.4 muestra el ANVA del diámetro del tallo de la planta, donde se muestra alta significación estadística para la fuente tratamientos, esto nos permitirá realizar la prueba de contraste de Tukey para determinar el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio. El C V de 7.55, indica un valor de buena precisión del experimento.



**Figura 3.4.** Prueba de Tukey del diámetro del tallo de la planta por diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

En la prueba de Tukey del carácter diámetro del tallo, se encontró que los tratamientos T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de las islas, 30 ml EM) T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz, 30 ml EM), y T4 (1.8 kg suelo agrícola, 30 ml EM) no presentan diferencia estadística, los mismos que logran valores de 2.62, 2.54 y 2,42 mm respectivamente.

Se puede apreciar que con el tratamiento T5, alcanzó el mayor diámetro del tallo de la planta, obteniéndose 2.62 mm.

Prieto et al. (2009), indican que la sobrevivencia y vigor de las plantas se ve en la robustez del tallo. Un diámetro mayor a 5 mm, toleran los daños por plagas, fauna nociva y son más resistentes al doblamiento; aunque esto varía con la especie.

Robles (2017), evaluó el diámetro del tallo, obteniendo un diámetro de 0.99 mm con el tratamiento t3 (palo podrido 30%, arena 20 %, aserrín descompuesto 20% y tierra natural 30 %) En la presente investigación se obtuvo un diámetro de 2.62 mm, superando al resultado obtenido por Robles.

Así mismo Rojas (2015), evaluó el diámetro del tallo, obteniendo un diámetro del tallo de 3.12 mm, con el tratamiento T2 (guano de las islas al 0.5% y sustrato de vivero). En la presente investigación se obtuvo un diámetro de 2.62 mm, cuyo resultado es superado con lo obtenido por Rojas.

Mientras que Hermoza (2016), evaluó el diámetro de tallo de los plántones, obteniendo un resultado de 2.03 cm de tallo con el tratamiento T5 (4 litros de Agua de EM- Fos/8 cm<sup>3</sup>). En la presente investigación, se obtuvo un diámetro de 2.62 mm, cuyo resultado es superado con lo obtenido por Hermoza.

Da a conocer Silva (2013), evaluó el diámetro del tallo, obteniendo un 0.21 cm de diámetro del tallo de la plántula, con el tratamiento T5 (tierra agrícola 80% + humus de lombriz 20%). En la presente investigación se obtuvo un diámetro de 2.62 mm, superando al resultado obtenido por Silva.

Los resultados nos muestran que la incorporación de los microorganismos eficientes se mejora la estructura del suelo, los microorganismos eficientes generan sinergia, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas al sustrato para un mayor diámetro del tallo de la planta.

El suelo mejoró su estructura con la incorporación del guano de las islas, lo que permite un adecuado crecimiento de las plantas, una estructura adecuada permite la obtención de un mayor diámetro de la planta (Agrorural, 2018).

Para una adecuada asimilación de nutrientes por las plantas el pH influye en el crecimiento de las plantas, con la incorporación del guano de las islas se mejora el pH del suelo, con ello se obtuvo un mayor diámetro del tallo de la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

Los microorganismos eficientes al ser aplicados al suelo y al guano de las islas incorporaron una diversidad microbiana, ya que estos microorganismos contribuyen en la asimilación de los nutrientes del guano de las islas, haciéndolos asimilables por las plantas, con ello se obtuvo un mayor diámetro del tallo del *Cedrelinga catenaeformis* (Arias, 2010).

El guano de las islas proporciona nutrientes al suelo para ser asimilados por la planta, los microorganismos eficientes, contribuyen en la asimilación de los nutrientes por la planta, por ello se obtuvo un mayor del diámetro del tallo (Agrorural, 2018).

### 3.5. ÁREA FOLIAR

**Tabla 3.5.** Análisis de varianza del área foliar de la planta por los diferentes tratamientos en plantones de “tornillo”

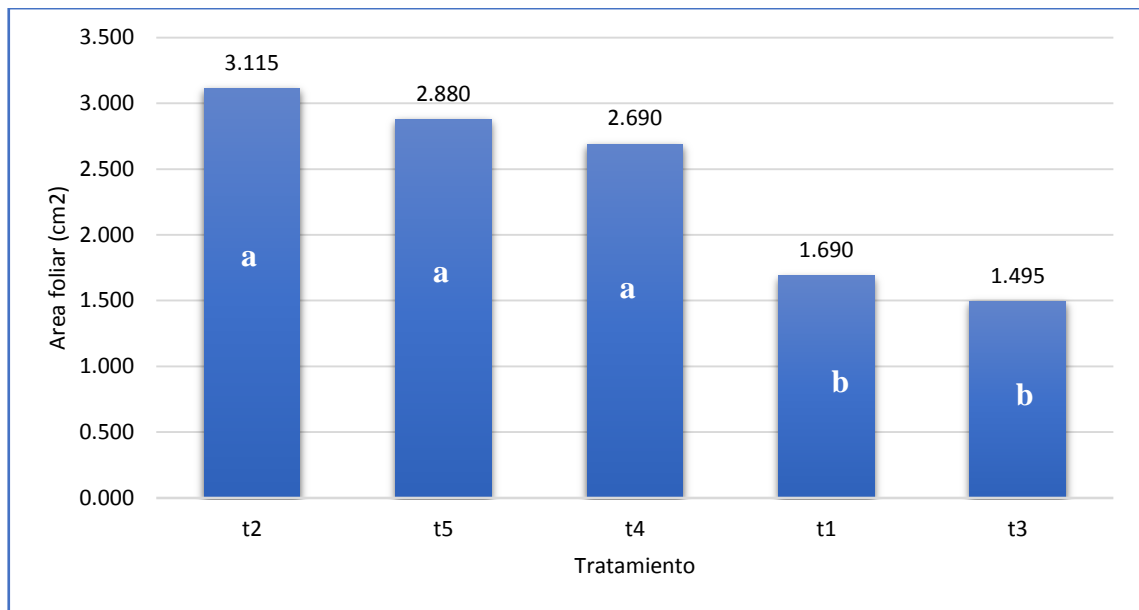
F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	8.582	2.146	17.29	0.0000 **
Error	15	1.861	0.124		
Total	19	10.443			

CV (%) = 14.84

Promedio = 2.374

La tabla 3.5 Muestra el ANVA del área foliar de la planta, se muestra alta significación estadística para la fuente tratamientos, esto nos permitirá realizar la prueba de contraste de Tukey para determinar el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio. El C V indica un valor de buena precisión del experimento.





**Figura 3.5.** Prueba de Tukey del área foliar de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

En la prueba de Tukey del carácter área foliar, se encontró que los tratamientos T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz y 30 ml EM), T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de las islas y 30 ml EM) y T4 (1.8 kg suelo agrícola y 30 ml EM) no presentan diferencia estadística entre ellos, los mismos que logran valores de 3.115, 2.880 y 2.690 cm<sup>2</sup> respectivamente.

Se puede apreciar que con el tratamiento T2 se obtuvo la mayor área foliar de 3.115 cm<sup>2</sup>.

Hermoza (2016), evaluó el área foliar de los plántones, obteniendo un resultado de 214.52 cm<sup>2</sup> de área foliar con el tratamiento T4 (4 litros de Agua de EM-Fos/7 cm<sup>3</sup>). En la presente investigación, se obtuvo un área foliar de 3.115 cm<sup>2</sup>, este resultado es superado notablemente con lo obtenido por Hermoza.

De los resultados nos muestran al humus de lombriz que contiene nutrientes para un adecuado crecimiento de las plantas porque mejora la porosidad y el pH del suelo, los microorganismos eficientes contribuyen en la flora microbiana del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas para la mayor área foliar de la planta.

El pH influye en una adecuada asimilación de nutrientes por las plantas, para mejorar el pH del suelo se incorporó el humus de lombriz. Esto influyo en la obtención de una mayor área foliar de la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

Los microorganismos eficientes al descomponer el humus de lombriz contribuyen en la asimilación de los nutrientes, lo que influyo en el crecimiento de la planta, esto contribuyo en la obtención de una mayor área foliar de la planta (Arias, 2010).

El humus de lombriz al ser incorporado al suelo aporta sus nutrientes para el crecimiento de la planta, para una adecuada asimilación de los nutrientes se aplicó los microorganismos eficientes, con ello se obtuvo una mayor área foliar (Brechtel, 2004).

La porosidad del suelo influyo en la asimilación de los nutrientes, para poder mejorar la porosidad se incorporó el humus de lombriz, al contar con sustrato poroso se tendrá una adecuada aireación y drenaje, ya que ello contribuye en la obtención de una mayor área foliar (Escalona et al., 2017).

### 3.6. PESO SECO DEL TALLO

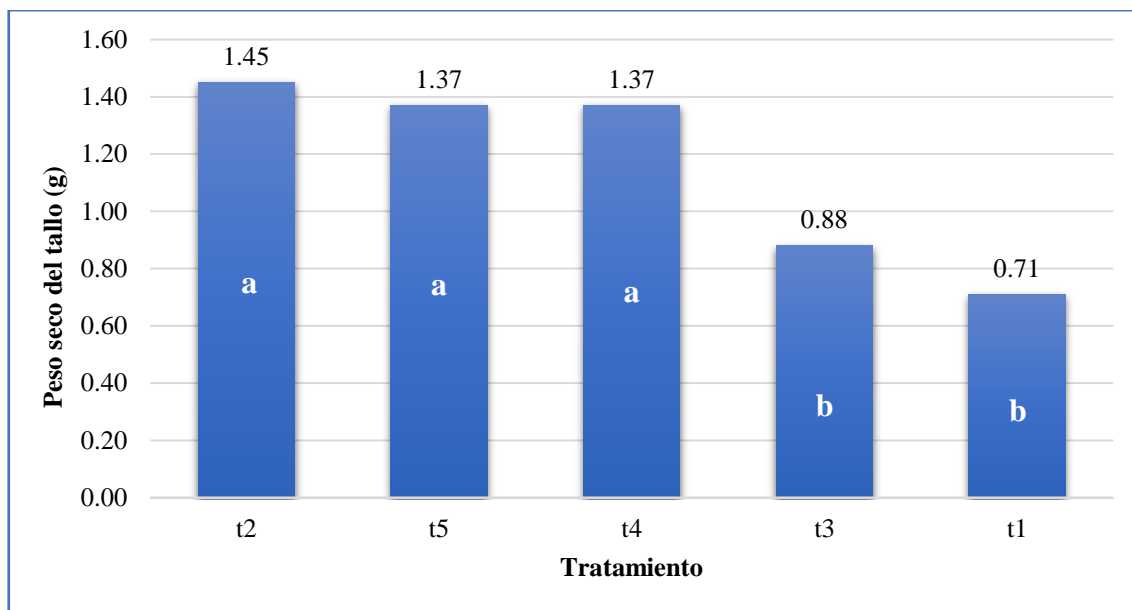
**Tabla 3.6.** Análisis de varianza del peso seco del tallo de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	1.840	0.460	10.15	0.0004 **
Error	15	0.680	0.045		
Total	19	2.520			

CV (%) 18.49

Promedio 1.16

La tabla 3.6 Muestra el ANVA del peso seco del tallo, donde se muestra alta significación estadística para los tratamientos, esto nos permitirá realizar la prueba de contraste de Tukey para determinar el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio. El C V indica un valor de buena precisión del experimento.



**Figura 3.6.** Prueba de Tukey del peso seco del tallo de la planta en los diferentes tratamientos en plántulas de “tornillo”.

En la prueba de Tukey del carácter de peso seco del tallo, se encontró que los tratamientos T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz y 30 ml EM), T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de isla y 30 ml EM) y T4 (1.8 kg suelo agrícola y 30 ml EM) no presenta diferencia estadística entre ellos, los mismos que logran valores de 1.45, 1.37 y 1.37 g respectivamente.

Se puede apreciar que con el tratamiento T2 se alcanzó el mayor peso seco del tallo de 1.45 g.

Rojas (2015), evaluó el peso seco de la biomasa aérea, obteniendo un resultado de 1.635 g de biomasa aérea con el tratamiento T2 (guano de las islas al 0.5% y sustrato de vivero). En la presente investigación, se obtuvo 1.45 g de peso seco del tallo de los plántulas, este resultado es superado notablemente por lo obtenido por Rojas.

Estos resultados nos muestran que el humus de lombriz contiene nutrientes que permite un mayor crecimiento de las plantas porque mejora la estructura del suelo, los microorganismos eficientes contribuyen en la diversidad microbiana del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas en la obtención del mayor peso seco del tallo de la planta.

La asimilación de nutrientes se logra con la incorporación de los microorganismos eficientes al humus de lombriz, ya que mejora el pH del suelo. El sustrato tendrá un pH óptimo, lo cual influye en la obtención de un mayor peso seco del tallo de la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

El humus de lombriz cuenta con nutrientes principales para el crecimiento de la planta. Los microorganismos eficientes contribuyeron en la asimilación de dichos nutrientes brindándoles a las plantas. Con este sustrato se obtuvo un mayor peso seco del tallo de la planta (Brechelt, 2004).

El suelo con la aplicación de microorganismos eficientes mejora su diversidad microbiana, ya que contribuye en la descomposición del humus, haciéndolo asimilable los nutrientes en el crecimiento de la planta, con ello se obtuvo un peso seco del tallo de la planta (Arias, 2010).

La porosidad contribuye a la absorción de nutrientes por la planta, para mejorar la porosidad se incorporó el humus de lombriz, lo que contribuirá en una adecuada porosidad del sustrato y con ello se obtuvo un mayor peso seco del tallo (Escalona et al., 2017).

### 3.7. PESO SECO DE LA RAÍZ

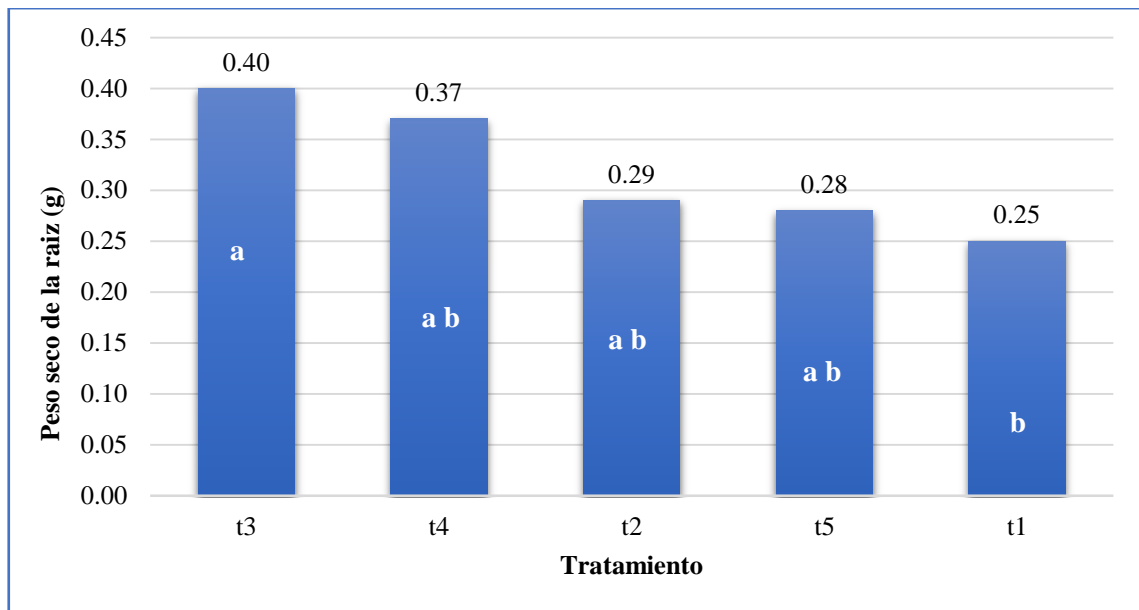
**Tabla 3.7.** Análisis de varianza del peso seco de la raíz de la planta por los diferentes tratamientos en plantones de “tornillo”

F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	0.07000	0.018	5.15	0.0088 **
Error	15	0.05000	0.003		
Total	19	0.12000			

CV (%) 18.28

Promedio 0.32

La tabla 3.6 Muestra el ANVA del peso seco de la raíz, donde se muestra alta significación estadística para la fuente tratamientos, esto nos permitirá realizar la prueba de contraste de Tukey para determinar el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio. El CV de 18.28 %, indica una moderada precisión del experimento.



**Figura 3.7.** Prueba de Tukey del peso seco de la raíz de la planta por diferentes tratamientos en plántulas de “tornillo”

En la prueba de Tukey del carácter de peso seco de la raíz, se encontró que los tratamientos T3 (1.6 kg suelo agrícola, 300 g de aserrín y 30 ml EM), T4 (1.8 kg suelo agrícola y 30 ml EM), T2 (1.6 kg de suelo agrícola, 200 g de humus de lombriz y 30 ml EM) y T5 (1.8 kg suelo agrícola, 30 g guano de isla y 30 ml EM) no presentan diferencia estadística entre ellos, los mismos que logran valores de 0.40, 0.37, 0.29 y 0.28 g, respectivamente.

Se puede apreciar que con el tratamiento T3 se alcanzó el mayor peso seco de la raíz de 0.40 g.

Rojas (2015), evaluó el peso seco de la biomasa radicular, obteniendo un 0.485 g de biomasa radicular con el tratamiento T2 (guano de las islas al 0.5% y sustrato de vivero). En la presente investigación, se obtuvo 0.40 g de peso seco de la raíz, este resultado es superado notablemente por lo obtenido por Rojas.

De los resultados nos muestran que el aserrín descompuesto contiene nutrientes que permite un buen crecimiento de las raíces de la planta, los microorganismos eficientes contribuyen en la flora microbiana del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas para el peso seco de la raíz.

El pH influye en una adecuada asimilación de nutrientes por las plantas, al incorporar el aserrín descompuesto se mejora el pH del suelo. Lo que un pH óptimo contribuye en la obtención de un mayor peso seco de la raíz (Baixauli & Aguilar, 2002).

Al incorporar los microorganismos eficientes al suelo contribuyen en la diversidad microbiana, ayuda a que los nutrientes del aserrín sean asimilados por las raíces de la planta, ya que ello contribuyo en la obtención de mayor peso seco de la raíz (Arias, 2010).

El aserrín es de lenta descomposición, el EM ayuda en la descomposición del aserrín, haciéndolo asimilables para la nutrición de la planta y para un mayor crecimiento de las raíces. Con ello se obtuvo un mayor peso seco de la raíz (Baixauli & Aguilar, 2002).

### 3.8. LONGITUD DE LA RAÍZ

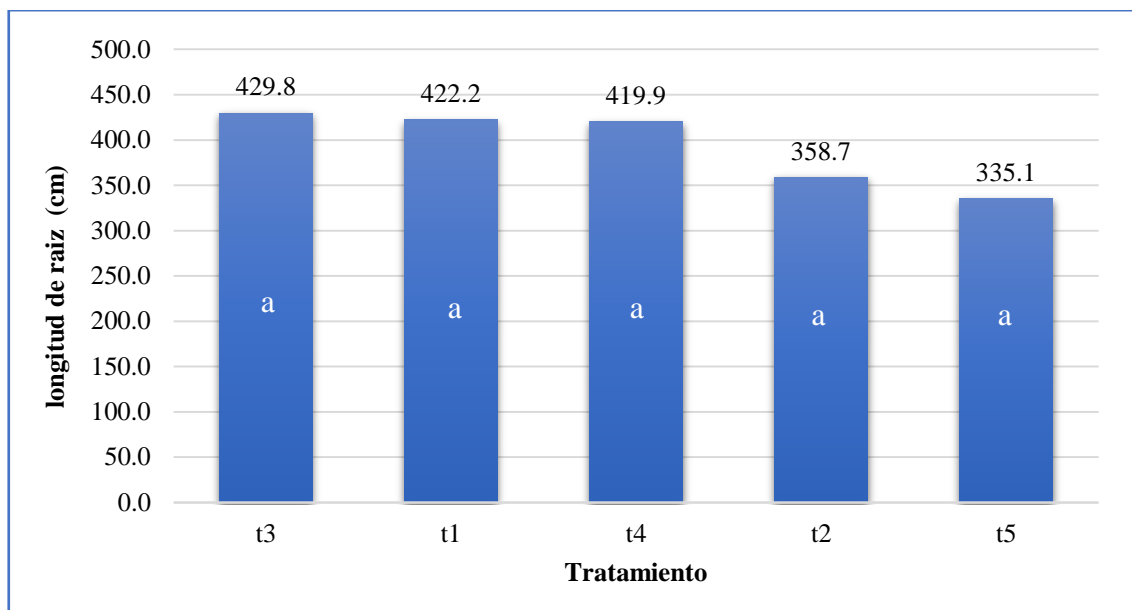
**Tabla 3.8.** Análisis de varianza de la longitud total de la raíz de la planta en los diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

F. V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	4	29836.7	7459.2	0.56	0.6926 NS
Error	15	198447.8	13229.9		
Total	19	228284.5			

CV (%) = 29.26

Promedio = 393.1

En el análisis de variancia no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos (sustratos) para la longitud total de la raíz al final del experimento (semana 12). El promedio general de la longitud total de la raíz fue de 393.1 cm. El coeficiente de variación es de 29.26%. Este coeficiente nos indica una alta variabilidad en las repeticiones, esto está explicado por la fuerte interacción del ambiente del vivero, los sustratos en la variable en estudio.



**Figura 3.8.** Prueba de Tukey de la longitud total de la raíz de la planta por diferentes tratamientos en plántones de “tornillo”

La prueba de Tukey muestra que no existe diferencia estadística, numéricamente los tratamientos se observan en orden decreciente donde el tratamiento T3 (1.5 kg suelo agrícola, 300 g aserrín, 30 ml EM) y el testigo T1 (1.8 kg suelo agrícola) son los que muestran numéricamente una mayor longitud total de la raíz, con valores de 429.8 y 422.2 cm respectivamente.

Quiroz et al. (2009), una mayor longitud y mayor número de raíces laterales de estas y de la raíz principal significa una buena firmeza de la planta y una excelente capacidad exploratoria de la parte inferior e superior del suelo para conservar el estado hídrico.

De los resultados nos muestran que el aserrín descompuesto contiene nutrientes que permite un buen crecimiento de las raíces de la planta, los microorganismos eficientes contribuyen en la diversidad microbiana del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas para la obtención de mayor longitud de la raíz.

El pH influye en una adecuada asimilación de nutrientes por las plantas, al incorporar el aserrín descompuesto se mejora el pH del suelo. Lo que un pH óptimo contribuye en la obtención de una mayor longitud de la raíz de la planta (Baixauli & Aguilar, 2002).

Al incorporar los microorganismos eficientes al suelo se contribuyen en la diversidad microbiana, los microorganismos ayudan a que los nutrientes del aserrín sean asimilados por las plantas, ya que ello contribuyo en la obtención de mayor longitud de la raíz de la planta (Arias, 2010).

El aserrín es de lenta descomposición, el EM ayuda en la descomposición del aserrín haciéndolo asimilables para la nutrición de la planta. Con ello se obtuvo una mayor longitud total de la raíz de la planta (Escalona et al., 2017).



## CONCLUSIONES

1. El mayor porcentaje de emergencia (91%) de semillas se logró con el tratamiento T2 (1.6 kg de suelo agrícola, 200 g de humus de lombriz y 30 ml de EM).
2. En la semana 12 se obtuvo con el tratamiento T2 (1.6 kg de suelo agrícola, 200 g de humus de lombriz y 30 ml de EM) una mayor altura de 26.3 cm; mayor número de hojas en 8.68 unidades; área foliar de 3.115 cm<sup>2</sup> y peso seco del tallo de 1.45 g; mientras que el tratamiento T3 (1.5 kg de suelo agrícola 1.5 kg, 300 g de aserrín y 30 ml de EM) se alcanzó un mayor peso seco de la raíz en 0.40 g y mayor longitud total de las raíces de 429.8 cm; asimismo con el tratamiento T5 (1.8 kg de suelo agrícola, 30 g de guano de las islas y 30 ml de EM), se logró un mayor diámetro de tallo con un valor de 2.62 mm.
3. Se puede concluir que el sustrato óptimo para la producción de plantones de tornillo corresponde al tratamiento T2 (suelo agrícola en 1.6 kg, 200 g de humus de lombriz y 30 ml de EM).

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar el sustrato a base de suelo agrícola en 1.6 kg, 200 g de humus de lombriz y 30 ml de EM en bolsa polietileno de capacidad de 1.8 kg en la producción de plántulas de *Cedrelinga catenaeformis*.
2. Incentivar la propagación de plántulas de *Cedrelinga catenaeformis* en vivero para su posterior reforestación de esta especie en extinción por la tala indiscriminada de los bosques de la localidad de Kimbiri.
3. Realizar estudios de propagación de plántulas de otras especies forestales en la localidad de Kimbiri, con los mejores tratamientos obtenidos en esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROTORAL. (2018). Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. Ministerio de agricultura y riego.
- APG. (2010). <http://herbario.udistrital.edu.co> > herbario. Obtenido de [http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/images/stories/apg\\_2010.pdf](http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/images/stories/apg_2010.pdf)
- ARIAS, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de ciencia e ingenieria*, 2(2), 4.
- AROSTEGUI, A., & DIAZ, M. (1992). Propagacion de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera.
- BAIXAULI, C., & AGUILAR, J. M. (2002). Cultivo sin suelo de hortalizas: aspectos prácticos y experiencias. Generalit Valenciana.
- BRECHELT, A. (2004). Manejo Ecológico del Suelo. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina, 29.
- BURBANO, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 8. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- BURES, S. (1997). Manejo de sustratos. Ed. Agrotecnicas S.L Barcelona.
- CALLISAYA, Y., & FERNANDEZ, C. M. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Apthapi* , 3(3), 15.
- DE LA CUADRA, C. (1992). Germinacion, latencia y dormicion de la semillas. Rivadeneyra S.A.
- DIAZ, O. A., & MONTERO, D. M. (2006). Determinacion De La Accion De E.M. (Microorganismos Eficientes) Bajo Condiciones De Invernadero, Sobre La Actividad De Intercambio Cationico, En La Recuperacion De Un Suelo De Mondoñedo.(tesis pregrado, Universidad de la Salle). Repositorio Institucional.
- ESCALONA, M. A. (2011). Microorganismos efectivos: su extracción y uso. *Tecnologías Alternativas para la agricultura sustentable*, 6.
- ESCALONA, M. A., CASTILLO, D. G., ABATO, M., DOMINGUEZ, N., REYES, N., & ALEMAN, I. (2017). Manual de abonos organicos. Universidad Veracruzana.

- FLORES, Y. (2000). Tornillo INIEA E.E Pucallpa. 6.  
doi:<http://162.248.52.172:8080/jspui/handle/inia/283>
- GARZON, G., MONTENEGRO, E. P., & LOPEZ, F. (2005). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *quercus humboldtii* (roble). *Colombia forestal*, 9(18), 12.
- HERMOZA, J. P. (2016). Efectos de microorganismos eficaces (em) en la producción de plantones de teca (*Tectona grandis*) sector venecia -banda de shilcayo (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín Tarapoto). Repositorio Institucional.
- HIGA, T., & PARR, J. F. (1994). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. *Fundases*, 14.
- IMAÑA, J., & ENCINAS, O. (2008). *Epidometria forestal*. Edicapas C.A.
- INFOAGRO. (2019). *Guía de la Tecnología de EM. EM Producción y Tecnología S,A*, 36.
- INIA. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas*.
- LALLANA, V. H., & LALLANA, M. D. (2004). Unidad Temática 7: Crecimiento. *Fisiología Vegetal*, 21.
- LOPEZ, R. (1981). Estudio silvicultural del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). *Revista forestal del Perú*, 10(1-2), 7.
- MATILLA, A. J. (2015). Desarrollo y germinación de las semillas. *Fundamentos de Fisiología vegetal*, 23.
- MELGAREJO, L. M., ROMERO, M., HERNANDEZ, S., BARRERA, J., SOLARTE, M. E., SUAREZ, D., PEREZ, W. (2010). *Experimentos en Fisiología Vegetal*. Universidad Nacional de Colombia.
- MENDEZ, J. R. (2002). Relación entre el peso seco total y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Udo agrícola*, 2(1), 8.
- OISCA URUGUAY. (2009). *Manual práctico del uso del em. banco interamericano de desarrollo*.
- PASTOR, J. N. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra latinoamericana*, 17(3), 6.
- POZO, A. M., QUESADA, J., & CERON, A. M. (2012). Captura, Identificación, Multiplicación, y Aplicación de Microorganismos Eficientes Autóctonos

- (EMAs), para su aprovechamiento en la Producción Integral Agropecuaria. SATHIRI(02), 19. doi: <https://doi.org/10.32645/13906925.214>
- PRIETO, J. A., GARCIA, J. L., MEJIA, J. M., HUCHIN, S., & AGUILAR, J. L. (2009). Producción de planta del género pinus en vivero de clima templado frío. ISBN.
- QUIROZ, I., GARCIA, E., GONZALEZ, M., CHUNG, P., & SOTO, H. (2009). Vivero forestal producción de plantas nativas a raíz cubierta. doi:<http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26345>
- RAMIREZ, M. A. (2006). Tecnología de los microorganismos (EM), aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible ( tesis posgrado, Universidad Industrial de Santander). Repositorio Institucional.
- RECALDE, P. L. (2015). “propagación de la especie chuncho “cedrelinga catenaeformis” mediante semillas, empleando dos métodos de siembra en el vivero dos ríos, parroquia muyuna, cantón tena provincia de napo”(tesis pregrado, universidad nacional de loja). repositorio institucional.
- REYES, J. I. (2013). Reacción asistida por microondas para la obtención de hidrocarburos a partir de aserrín de madera (tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador. Repositorio Institucional.
- ROBLES , J. A. (2017). Manejo de plántulas de Cedrelinga catenaeformis “tornillo”, en vivero con diferentes sustratos orgánicos, Puerto Almendras, Loreto, Perú (tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana). Repositorio Institucional.
- ROJAS, N. (2015). Efecto de diferentes tipos de sus"Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de Tornillo (*Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke), en Tingo María" (tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Selva). Repositorio Institucional.
- RUEDA, D. (2015). Botánica sistemática. Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- SERRADA, R. (2003). Regeneración natural : situaciones , concepto , factores y evaluación. 15(11- 15), 5. doi:<https://doi.org/10.31167/csef.v0i15.9313>
- SILVA, G. (2013). Efecto de diferentes tipos de Sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler), en fase de vivero (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Repositorio Institucional.

- TROAINI, H. O., PRINA, A. O., MUIÑO, W. A., TAMAME, M. A., & BEINTICINCO, L. (2017). Botánica, Morfología, Taxonomía y Fitogeografía. Melina Caraballo.
- VALDIVIESO, M. (2006). Obtención y caracterización de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* superproductoras de glutatión. Editorial de la Universidad de Granada.
- VALLEJOS, G., GONZALES, L. E., & AREVALO, L. A. (2014). Enraizamiento de brotes de tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), en la Amazonía peruana. *Kuru*, 11(27), 5. doi:<https://doi.org/10.18845/rfmk.v11i27.1779>
- VAN, A. (2006). Agricultura Orgánica el suelo: sus componentes físicos. 1(3), 17.
- VARELA, S., MARTINEZ, A., BASIL, G., MAZZARINO, M. J., & FARIÑA, M. (2013). Sustratos alternativos en la producción de plantines forestales. *Presencia*, 60, 4.
- VASQUEZ, J. E. (2014). Influencia de diferentes sustratos en la producción de plántulas de *Minquartia guianensis* Aublet. (olacaceae) "HUacapu" en nuevo Cutervo, Jepelacio, Moyobamba - San Martín (Tesis pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Repositorio institucional.
- WARNOCK, R., VALENZUELA, J., TRUJILLO, A., MADRIZ, P., & GUTIERREZ, M. (2006). Área Foliar, Componentes Del Área Foliar Y Rendimiento De Seis Genotipos De Caraota. *Agronomía Tropical*, 56(1), 22.

# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis de suelo



# MULTISERVICIOS AGROLAB

## INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

### ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

**ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:**

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

**1054058**

**Solicitante:** Sr. Marcelino Ramos Lujari/ David Muñoz Torres

**Departamento:** Cusco                      **Provincia:** La Convención                      **Distrito:** Kimbiri                      **C.P.:** Manitea Alta

**Proyecto:** Tipos de sustratos con la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de plantones de *cedrelinga catenaeformis* (Tornillo) kimbiri cusco 2020.

**Fecha:** 10/01/2021

Numero de Muestra		pH (1%)	C.E. (1%) dS m <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> %	NT %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat. De Bases
Lab	Campo								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup> + H <sup>+</sup>	
10294	Manite alta	4.18	0.17	0.00	0.25	5.16	23.2	66	71	16	13	Fr.A.	17.25	1.38	0.46	0.26	4.25	5.28	37

**Interpretación:**

Se trata de un suelo muy fuertemente ácido con elevado contenido de materia orgánica y nitrógeno total, los niveles de fósforo y potasio disponibles medio y bajo respectivamente. La textura moderadamente gruesa, con capacidad de intercambio de cationes media, de elevada proporción de sodio cambiabile, al igual que la acidez cambiabile con un nivel que resultaría sensible para algunas especies de plantas. Respecto de los cationes de cambio, aquellos se encuentran en desequilibrio de calcio, respecto de potasio y magnesio.



Ph. D. MARCELIÑO CERDA GÓMEZ  
Responsable del Laboratorio

A = arena, A.Fr = Arena franca; Fr.A. = Franco arenoso; Fr = Franco; Fr.L = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📠 966938028 - 966631889 / 📞 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es - agrolab107@gmail.com



**Anexo 2.** Descripción de la evaluación del crecimiento de los plantones de “tornillo”

Tabla 1 a. Descripción de la altura semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Altura (cm)				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	9.317	9.508	9.208	9.700	9.842
02	9.783	9.883	9.717	10.217	10.367
03	10.225	10.458	10.225	10.750	10.892
04	12.133	12.992	12.183	12.975	13.275
05	14.333	16.092	15.092	15.033	14.983
06	14.800	16.983	15.958	16.058	16.442
07	15.358	17.633	17.000	17.017	17.300
08	16.258	19.208	17.467	18.617	19.175
09	17.025	21.075	18.450	20.000	20.792
10	19.042	22.925	20.267	21.683	22.658
11	20.350	24.533	21.000	22.992	23.975
12	21.033	26.300	21.600	24.158	25.425

Tabla 2 b. Descripción del número de hojas semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Número de hojas				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
02	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
03	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
04	4.7	5.3	4.3	5.2	5.7
05	6.0	6.0	5.8	6.0	6.0
06	6.0	6.5	6.0	6.0	6.5
07	6.0	6.8	6.0	6.2	6.7
08	6.0	6.8	6.2	7.0	7.0
09	6.2	7.5	6.3	7.7	8.0
10	6.5	8.2	6.3	8.2	8.2
11	7.5	8.7	7.0	8.3	8.5
12	7.5	8.7	7.0	8.3	8.5

Tabla 3 c. Descripción del diámetro del tallo semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Diámetro (mm)				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	1.38	1.38	1.50	1.42	1.21
02	1.38	1.42	1.50	1.46	1.38
03	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
04	1.50	1.55	1.54	1.83	1.79
05	1.54	1.75	1.58	1.88	1.92
06	1.63	1.96	1.83	1.96	2.00
07	1.83	2.00	1.92	2.00	2.04
08	2.00	2.13	2.00	2.04	2.04
09	2.04	2.21	2.04	2.17	2.25
10	2.04	2.33	2.04	2.17	2.29
11	2.04	2.54	2.17	2.42	2.38
12	2.04	2.54	2.17	2.42	2.63

Tabla 4 d. Descripción del área foliar semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Área foliar (cm <sup>2</sup> )				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	0.215	0.230	0.180	0.270	0.235
02	0.695	0.815	0.645	0.685	0.715
03	0.820	0.680	0.660	0.680	0.705
04	0.765	0.845	0.765	0.770	0.755
05	0.670	0.750	0.910	0.780	0.705
06	0.920	1.085	1.150	1.055	1.115
07	1.295	1.600	1.395	1.540	1.775
08	1.245	2.070	1.540	1.965	1.910
09	1.375	1.845	1.485	1.615	1.700
10	1.425	1.905	1.430	1.770	1.865
11	1.560	2.210	1.215	1.680	2.210
12	1.690	3.115	1.495	2.690	2.880

Tabla 5 e. Descripción del peso seco del tallo semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Peso seco del tallo (g)				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	0.153	0.135	0.113	0.148	0.145
02	0.328	0.333	0.273	0.290	0.295
03	0.435	0.348	0.285	0.413	0.370
04	0.445	0.465	0.403	0.435	0.415
05	0.395	0.428	0.503	0.453	0.355
06	0.413	0.510	0.568	0.485	0.428
07	0.570	0.685	0.615	0.648	0.750
08	0.638	0.970	0.785	0.810	0.875
09	0.663	0.868	0.688	0.713	0.810
10	0.728	1.030	0.730	0.793	0.893
11	0.678	1.083	0.540	0.900	0.973
12	0.705	1.453	0.878	1.368	1.370

Tabla 6 f. Descripción del peso seco de la raíz semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Peso seco de raíz (g)				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
02	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05
03	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08
04	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11
05	0.13	0.14	0.16	0.14	0.12
06	0.14	0.16	0.21	0.16	0.14
07	0.15	0.17	0.24	0.21	0.16
08	0.17	0.21	0.27	0.24	0.19
09	0.19	0.22	0.29	0.28	0.21
10	0.21	0.23	0.32	0.31	0.23
11	0.23	0.26	0.55	0.34	0.26
12	0.25	0.29	0.40	0.37	0.28

Tabla 7 g. Descripción de la longitud total de la raíz semanal de plantones de “tornillo”.

Semana	Longitud total de la raíz (cm)				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	9.725	16.175	12.300	9.975	11.200
02	39.850	28.250	44.325	41.975	41.325
03	86.725	86.100	45.875	93.225	99.425
04	166.900	153.050	115.000	141.525	162.575
05	225.425	189.850	160.650	155.400	96.200
06	260.900	170.650	316.650	178.175	147.825
07	309.850	224.725	256.950	234.500	240.175
08	241.100	263.950	224.375	177.600	182.025
09	388.125	283.250	245.950	146.100	191.600
10	362.850	247.650	255.700	231.875	223.500
11	407.975	344.800	307.825	332.975	233.925
12	422.150	358.675	429.775	419.900	335.075

### Anexo 3. Panel fotográfico



**Foto 1.** Vivero inicial con la instalación de los tratamientos



**Foto 2.** Rotulado del tratamiento T1 (testigo)





**Foto 3.** Rotulado del tratamiento T2



**Foto 4.** Rotulado del tratamiento T3



**Foto 5.** Rotulado del tratamiento T4



**Foto 6.** Rotulado del tratamiento T5





**Foto 7.** Germinación de las semillas por tratamientos (Nº. de días)



**Foto 8.** Germinación de las semillas por tratamientos (Nº. de días)





**Foto 9.** Medición de la altura de las plántulas de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”



**Foto 10.** Conteo de hojas de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”





**Foto 11.** Medición del diámetro de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”.



**Foto 12.** Calcado de las siluetas de las hojas para hallar el área foliar





**Foto 13.** Pesado de hojas cortadas para hallar el área foliar



**Foto 14.** Colocado de las muestras del tallo y la raíz en la estufa para secado.



**Foto 15.** Peso seco del tallo de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”



**Foto 16.** Peso seco de la raíz de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”





**Foto 17.** Muestras obtenidas para la medición de la longitud total de la raíz



**Foto 18.** Visita del asesor al vivero experimental de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

---

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

### **Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantones de *Cedrelinga catenaeformis* “tornillo”, Kimbiri, Cusco – 2020**

Autor : David Muñoz Torre

Asesor : Carlos Orlando Huayhua Lobaton

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 7 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 26 de julio de 2022

---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Presidente de comisión**

# Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantones de Cedrelinga catenaeformis “tornillo”, Kimbiri, Cusco – 2020

*por David Muñoz Torre*

---

**Fecha de entrega:** 26-jul-2022 07:05p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1875605772

**Nombre del archivo:** TESIS\_DAVID\_MU\_OZ\_-AGROFORI.pdf (5.38M)

**Total de palabras:** 16463

**Total de caracteres:** 84567

# Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plañones de *Cedrelinga catenaeformis* "tornillo", Kimbiri, Cusco – 2020

## INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

INDICE DE SIMILITUD

7 %

FUENTES DE INTERNET

3 %

PUBLICACIONES

3 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	2 %
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1 %
3	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1 %
5	Rosana García De La Fuente. "Caracterización y uso de compost de alperujo como enmienda orgánica. Evaluación agronómica y medioambiental", Universitat Politecnica de Valencia, 2011 Publicación	<1 %
6	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %



7	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to CONACYT Trabajo del estudiante	<1 %
9	repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
12	www4.congreso.gob.pe:443 Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo