



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**DECANATO DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN SILVICULTURA CON MENCIÓN EN MANEJO Y**  
**CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES**

**PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN**  
**Y/O DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: MAGISTER**  
**EN SILVICULTURA**

**DE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Porcelia mediocris* N.A. Murray BAJO TRES  
CONDICIONES AMBIENTALES EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE  
INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AMAZÓNICA.

---

**AUTOR:**

ANDRÉ LEANDRO TAPIA TAMAYO

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:**

RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

**PUYO-ECUADOR**

**2019-2021**



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DECANATO DE POSGRADO  
FORMATO DP-UT-013B

**FORMATO DP-UT-013B: CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE  
EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

**EL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO FINAL DE TITULACIÓN**

**CERTIFICA QUE:**

El presente trabajo “PROPAGACIÓN SEXUAL DE UNA ESPECIE FORESTAL *PORCELLA MEDIOCRIS* N.A. MURRAY BAJO TRES CONDICIONES AMBIENTALES EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN AMAZÓNICA” bajo la responsabilidad del maestrante Tapia Tamaño André Leandro, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**



Firmado digitalmente por:  
DALTON MARCELO  
PARDO ENRIQUEZ

**Dr. Dalton Marcelo Pardo Enriquez PhD.  
PRESIDENTE DE TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



Firmado digitalmente por:  
RUTH IRENE  
ARIAS  
GUTIERREZ

**Dra. Ruth Irene Arias Gutiérrez PhD.  
MIEMBRO 1**



Firmado digitalmente por:  
PAUL MARCELO  
MANOBANDA PINTO

**Ms. Paúl Marcelo Manobanda Pinto  
MIEMBRO 2**



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento sincero a la Universidad Estatal Amazónica por brindarme la oportunidad de estudiar esta Segunda Cohorte de la Maestría en Silvicultura, además de ser pacientes en cada una de las etapas de formación para la obtención del título de Magíster.

A mi Tutor y sabio consejero el Doctor Ricardo Abril Saltos quien siempre ha sido un apoyo fundamental en mi formación profesional e incluso ha impulsado mi carrera al área científica con la guía hacia proyectos innovadores que permiten apreciar los recursos del Ambiente desde una perspectiva nueva de respeto y armonía.

Al Sr. Holger Eduardo Barrera Orellana quien ha sido un ejemplo de superación personal, que con su apoyo y consejos me han animado a seguir adelante como persona y ser humano.

Por último y no menos importante a mi amigo el Ing. Jorge Macao, quien a pesar de conocerme únicamente en el ambiente laboral, ha demostrado mucha sinceridad y ha tenido la predisposición de apoyarme para culminar mis estudios de Postgrado.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto de estudio para la obtención de mi título de cuarto nivel a Jehová de los Ejércitos por su dirección en todo momento, respaldo, sabiduría y provisión, además a todos mis hermanos Evelyn, Mishell y en especial mi pequeño hermanito Carlos Jordano Tapia Tamayo quien a pesar de todas las circunstancias con su sonrisa tierna y bondad de su corazón ha demostrado que sin importar las circunstancias una sonrisa puede cambiarlo todo, que el tener Fe y esperanza nos puede guiar a un mundo mejor, sigan esforzándose para llevar el legado de nuestro padre al servicio de Dios y la sociedad.

A mi novia Génesis Barrera Martínez quien con sus palabras de cariño, bondad, y actos de amor me han animado a no desistir en mi preparación profesional y mejorar mi formación como ciudadano, ser humano y profesional.

A mi tía Bélgica Tapia, mis tíos Clever y Ramiro Torres, quien siempre han sido personas cultas que me han dado ejemplo, quienes siempre han tenido palabras de aliento y han sabido mostrar su apoyo en los momento más difíciles que he atravesado.

## **RESUMEN EJECUTIVO.**

El crecimiento de la frontera agrícola provoca fragilidad en los ecosistemas a causa de la explotación maderera, provocando una reducción en los bosques primarios; por ende es importante restaurar y conservar la flora nativa de las especies a través de estudios sobre el crecimiento de especies forestales que sean expuestas a diversos ambientes que viabilicen su germinación, propagación y trasplante. Evaluar la germinación y crecimiento ex – situ de *Porcelia mediocris* en condiciones de bosque primario, arbolado de melastomatácea y arbolado de inga dentro del CEIPA, El estudio se llevó a cabo por un tiempo de 365 días, en el cual se tomaron mediciones cada 15 días de las variables como diámetro de tallo, altura, número de hojas y variables edafoclimáticas, además se tomó muestras significativas de suelo para los análisis respectivos físicos, biológicos y químicos. En cuanto a los resultados De las Semillas en vivero, se obtuvo una media de 72,00% de emergencia a los 42 días. Altura: la media fue de 15,62 cm. Diámetro: se obtuvo 2,83 mm. Luego de llevar las plántulas al trasplante, se registró en las condiciones silvestres una altura media de 28,83 cm alcanzados a los 360 días, mientras que la media del diámetro fue de 5 mm, y el número de hojas fue de 24,67 hojas. Conclusión. Se reconoce que juega un papel muy importante en el desarrollo de las plantas los factores ambientales así como edáficos, por lo cual generó un desarrollo superior en la zona intervenida de arboleado de Inga en variables como altura, diámetro y número de hojas.

***Palabras clave:*** germinación, propagación, reproducción, viabilidad, silvicultura

## **EXECUTIVE SUMMARY**

The growth of the agricultural frontier causes fragility in ecosystems due to timber exploitation, causing a reduction in primary forests; therefore it is important to restore and conserve the native flora of the species through studies on the growth of forest species that are exposed to different environments that make their germination, propagation and transplantation feasible. To evaluate the germination and growth of the ex-situ *Porcelia mediocris* in conditions of primary forest, melastomataceae grove and inga grove within CEIPA. The study was carried out for a period of 365 days, in which measurements were taken every 15 days of variables such as stem diameter, height, number of leaves and edaphoclimatic variables, in addition significant soil samples were taken for the respective physical, biological and chemical analysis. As for the results of the seeds in the nursery, an average of 72.00% of emergence was obtained after 42 days. Height: the average was 15.62 cm. Diameter: 2.83 mm were obtained. After taking the seedlings to transplanting, an average height of 28.83 cm was recorded in the wild conditions reached at 360 days, while the average diameter was 5 mm, and the number of leaves was 24.67 leaves. Conclusion: It is recognized that environmental and edaphic factors play a very important role in the development of plants, which generated a superior development in the intervened zone of wooded Inga in variables such as height, diameter and number of leaves.

***Keywords:*** germination, propagation, reproduction, viability, forestry

## ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	2
1.2. HIPÓTESIS.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
GENERAL.....	3
ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE EN ECUADOR.....	4
2.2. BOSQUES.....	4
Bosque primario.....	4
Bosque secundario.....	5
2.3. USO E IMPORTANCIA DE LA ESPECIE.....	5
Descripción de la especie.....	5
Temperatura.....	6
2.4. BASE TEÓRICA.....	6
2.5. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES FORESTALES.....	8
Reproducción sexual por semilla.....	8
Germoplasma.....	9
2.6. PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN.....	10
Propagación in – situ.....	10
Propagación ex – situ.....	10
Parámetros importantes para la propagación por semilla.....	10
2.7. CRITERIOS PARA DISPOSICIÓN DE VIVERO.....	11
Localización.....	11
Tamaño de vivero.....	11
Manejo del vivero.....	11
2.9. FACTORES EDÁFICOS.....	12

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
Precipitación .....	14
Topografía .....	14
Tipos de suelo.....	14
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	14
Experimental.....	14
3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	14
Experimental.....	14
Descriptivo .....	15
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
DESARROLLO DE LA EXPERIMENTACIÓN.....	15
1. Selección de árboles semilleros.....	15
2. Recolección de los frutos de <i>P. mediocris</i> .....	15
3. Prueba de germinación en bandejas.....	15
5. Trasplante de plántulas a terrenos definitivos.....	16
6. Registros del trasplante de <i>P. mediocris</i> .....	17
3.6. MEDIDAS DEL SUELO EN LABORATORIO .....	18
Textura.....	18
Densidad aparente .....	18
Densidad de raíces.....	19
Nutrientes del suelo NPK.....	20
Nitrógeno total.....	20
Fósforo.....	20
3.7. INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	21
3.8. SISTEMATIZACIÓN DE DATOS .....	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23

4.1. RESULTADOS .....	23
4.1.1. Densidad de Raíces.....	23
4.1.2. Nutrientes del Suelo NPK .....	24
4.1.3. Textura del Suelo.....	24
4.1.4. Materia Orgánica .....	24
4.1.5. Densidad Aparente .....	25
4.1.6. Condiciones Climáticas .....	26
4.1.7. Porcentaje de Germinación.....	28
4.1.8. Crecimiento en Altura .....	29
4.1.9. Crecimiento en Diámetro .....	32
4.1.10. Número de Hojas.....	34
CONCLUSIONES .....	36
RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
ANEXOS .....	43
ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	43
ANEXO 2. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES .....	43
ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución de <i>P. mediocris</i> en Ecuador .....	4
<b>Figura 2.</b> Fotografías de <i>P. mediocris</i> .....	5
<b>Figura 3.</b> Fases de germinación de la semilla .....	7
<b>Figura 4.</b> Mapa de localización de los bosques. ....	13
<b>Figura 5.</b> Grafico que representa la localización de las hileras establecidas. ....	17
<b>Figura 6.</b> Temperatura ambiental en campo .....	27
<b>Figura 7.</b> Luminosidad.....	27
<b>Figura 8.</b> Geo temperatura .....	28
<b>Figura 9.</b> Curvas de crecimiento en altura .....	31
<b>Figura 10.</b> Curvas de crecimiento en diámetro.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tipos de suelo en el área estudiada.....	14
<b>Tabla 2.</b> Georreferenciación de hileras .....	16
<b>Tabla 3.</b> Instrumentación del estudio .....	21
<b>Tabla 4.</b> Sistematización de datos recolectados .....	22
<b>Tabla 5.</b> Determinación de las características del suelo .....	23
<b>Tabla 6.</b> Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) del suelo.....	25
<b>Tabla 7.</b> Promedio de Temperatura y Humedad Relativa.....	26
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje y días de emergencia de <i>P. mediocris</i> .....	29
<b>Tabla 9.</b> Parámetros de crecimiento en invernadero de <i>P. mediocris</i> . .....	29
<b>Tabla 10.</b> Medida promedio de altura (cm) hasta los 360 días .....	30
<b>Tabla 11.</b> Modelo para el crecimiento en Altura del tallo. ....	30
<b>Tabla 12.</b> Medida promedio de diámetro (mm) hasta los 360 días.....	32
<b>Tabla 13.</b> Modelo para el crecimiento en diámetro del tallo .....	33
<b>Tabla 14.</b> Número de hojas. ....	35

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

Según un estudio de Martínez, Azpiroz, Rodríguez, Cetina y Gutierrez, (2016) el consumo mundial de madera se clasifica en, leña y carbón vegetal (más del 50 %), la madera de aserrío, postes, apeas y construcción (20 %) y lo referente a la industria de la celulosa y el papel (27 %). Por lo tanto es importante recordar que en el mundo hay un déficit tanto de madera como de energía, lo que convierte a la producción forestal en un objetivo prioritario (Martínez et al., 2016). El ser humano desde su aparición ha estado en busca de las propiedades de plantas, medicamentos tradicionales, materiales de construcción, incluso vestimenta, pues, los bosques constituyen el recurso más valioso del planeta, de ser necesario su función y manejo por su peculiaridad son el soporte de la vida y desarrollo de los pueblos que mantienen el equilibrio armónico entre el hombre y la naturaleza. América Latina y el mundo definitivamente exige a la humanidad hacer cambios fundamentales para aumentar los productos del bosque y sobre todo preservar y mejorar el ambiente, donde la importancia de la silvicultura es que a través de los recursos forestales comprende el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, incluyendo el manejo del bosque, manejo descentralizado de cuencas, suelo y agua, así como el fortalecimiento de los recursos humanos (Basantes Morales, 2016).

Ecuador es considerado como uno de los países más ricos en diversidad de especies y ecosistemas en todo el mundo. La abundancia de formas de vida es indicativo de la existencia de una extraordinaria variedad de hábitats y ecosistemas, y del enorme potencial para generar bienes y servicios, ingresos económicos para el Estado y bienestar para la población, a partir del uso racional de los recursos naturales. Por tanto, la biodiversidad es uno de los mayores capitales con que cuenta el país. La ubicación del Ecuador en la zona tropical, las corrientes marinas frías y cálidas que bañan sus costas, la gradiente altitudinal creada por la cordillera de Los Andes y la diversidad geológica, originan una importante diversidad en la tipología de la vegetación (FAO, 2012).

El Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), desarrolla actividades científicas, con la finalidad de obtener nuevas bases técnicas y conocimientos que mejoren el manejo de los bosques propios de la Región Amazónica, donde lo más importante sea contribuir en la solución de problemas que incluye la destrucción de estos bosques, además de la alteración ecológica. Debido a estas condiciones se propone un enfoque que determine el apoyo de dichos proyectos en el área de la silvicultura en bosques naturales y plantaciones por lo tanto el estudio sobre propagación de especies forestales

como el de *Porcelia mediocris*. Forman parte de los proyectos que se lleva a cabo en el CEIPA en conjunto con la Universidad Estatal Amazónica, para promover el desarrollo sostenible de la Región, forjando la cultura con mayor enfoque en la biodiversidad y los recursos de la misma (UEA, 2018).

Bajo esta perspectiva se realizó la presente investigación, la misma que tuvo como finalidad determinar las características de propagación de *P. mediocris*, así como el desarrollo de las plántulas como especie forestal, buscando trazar una perspectiva que contribuya a la restauración de ecosistemas degradados propios del Ecuador.

Por lo tanto el estudio sobre propagación en la UEA tuvo como finalidad determinar las características de propagación de *P. mediocris* y desarrollo de plántulas como especie forestal y contribuya con la restauración de ecosistemas degradados presentes en el Ecuador.

Los esfuerzos de protección se han enfocado en los estudios de propagación de especies forestales, en particular hacia las especies endémicas, amenazadas y en peligro de extinción, dada la función que prestan en el ecosistema que habitan adquieren un gran valor de existencia, por ende se ha visto necesario el estudio de una especie en particular como es el caso de *P. mediocris*, con ensayos de germinación y su trasplante en campo, pensando en dar importancia a los recursos forestales como generadores de economía, dejando en descuido la conservación de bosques que albergan especies con significado ecológico, siendo necesario el aumento en el número de individuos de *P. mediocris* en bosque primario y arbolados de Malastomataceae e Inga del CEIPA, estos han sido seleccionados por las características de adaptación, calidad del suelo y clima, ante la existencia de macronutrientes como carbohidratos, lípidos y proteínas importantes para el establecimiento de plántulas. La razón de evaluar la propagación bajo condiciones de bosque controladas para *P. mediocris*, es por la necesidad de evaluar su propagación, manejo y regeneración en varios campos.

### **1.1. PROBLEMA**

Las especies forestales forman parte de la demanda como recurso maderero y la explotación forestal como gran fuente de crecimiento económico inmediato, el cual ha desencadenado la disminución y abundancia de especies que determinan el tipo de bosque, por tanto el estudio de *P. mediocris* no ha sido profundizado y no ha tenido impacto en el área científica, al no conocer las características de germinación y crecimiento de la especie no se puede explotar su propagación como recurso forestal de conservación o comercio, ¿Cómo responderá *P. mediocris* en condiciones silvestres de bosque primario y bosque intervenido con plantaciones de melastomatácea e inga?

## **1.2. HIPÓTESIS**

*Porcelia Mediocris* presenta características similares de propagación y crecimiento en bosque primario, arbolado Melastomataceae e Inga.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Evaluar la germinación ex situ y crecimiento de *P. mediocris* en condiciones de Bosque Primario, Arbolado Melastomataceae y Arbolado Inga en el CEIPA.

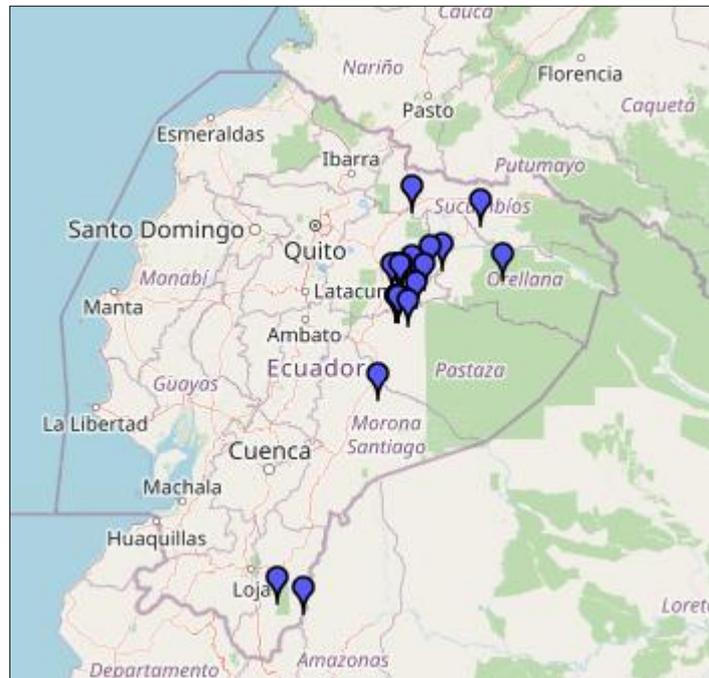
### **ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los parámetros de germinación como peso y porcentaje de germinación en condiciones de vivero ex situ de *P. mediocris*.
- Evaluar el crecimiento de *P. mediocris* bajo 3 tipos de vegetación, como son Bosque Primario, Arbolado Melastomatacea e Inga.
- Determinar la influencia de factores ambientales climáticos como son: geo temperatura, temperatura ambiente y luminosidad, así como los factores edáficos en el desarrollo de *P. mediocris*.

## CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE EN ECUADOR.

A continuación en la siguiente gráfica se muestra la distribución de *P. Mediocris*, a nivel de Ecuador y la Amazonía.



**Figura 1.** Distribución de *P. mediocris* en Ecuador

**Nota:** Tomado de (Trópicos, 2020)

### 2.2. BOSQUES

#### Bosque primario

Los Bosques Primarios forman parte de la mayor diversidad genética de plantas porque son naturales y se caracterizan por no haber sido transformados o alterados nunca por alguna actividad humana. Dado que los Bosques Primarios son los únicos que aún se conservan en estado virgen. Por lo tanto, ningún otro tipo de bosque o plantación se acerca a la riqueza biológica o a la importancia ecológica de los Bosques Primarios. Un bosque puede ser una comunidad de seres vivos (plantas y animales) que se relacionan entre sí en un lugar determinado. Para ser considerado bosque, la comunidad vegetal tiene que incluir un estrato de árboles suficientemente denso como para condicionar la vegetación de las capas inferiores (Marcén, 2007); para lo cual se ha tomado en referencia para insertarlo a diferentes condiciones de DAP puesto que estos bosques mantienen un soto bosque alto pero rico en nutrientes por los sustratos que este bosque produce.

## **Bosque secundario**

El término “secundario” se aplica al “crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica del bosque previo” (por ejemplo, tala rasa, incendios graves o ataques de insectos). Por lo tanto los bosques tropicales secundarios actuales se están perdiendo por la deforestación, pero las talas parciales en bosques primarios y de crecimiento antiguo generan nuevos bosques que engrosan las filas de los secundarios. Para la cual analizar el crecimiento de nuevas especies en este bosque es de gran importancia debido a que si se adapta a este bosque es relativamente considerado para abarcar la conservación de distintas variedades para normalizar las plantaciones forestales en decadencia (Huanca, 2013).

### **2.3. USO E IMPORTANCIA DE LA ESPECIE**

#### **Descripción de la especie**

Agudelo Zamora H (2020) lo describe como un árbol de sub dosel (10-35 m) con hojas compuestas y alternas ovadas o lanceoladas, nervadura y venas terciarias oblicuas. Flores medianas, bisexuales, con 5 sépalos persistentes y 10 estambres, fruto en forma de cápsula de corteza gruesa, semillas grandes color marrón con al menos 12 simientes. Royal Botanic Gardens, Kew (2021) detallan que se encuentra en Colombia y Ecuador, los frutos se encuentran suspendidos en lo más alto de sus ramas para una mejor dispersión de las semillas sobre el suelo y que las aves y abejas aprovechen del néctar de sus flores. Según Trópicos (2021) los frutos son alimento de aves (dispersores). El tronco se emplea en la construcción de viviendas.



**Figura 2.** Fotografías de *P. mediocris*

**Nota:** Elaborado por el autor, 2019

## **Temperatura**

Las características Topográficas del terreno en el Cantón C. J. Arosemena Tola y la información proporcionada por el INAMHI del año 2019, maneja una variabilidad en cuanto a la temperatura media anual que va desde los 8°C en la zona alta (2.500 msnm) y entre los 22 – 24°C en las zonas más bajas (500 msnm), llegando a los 25 grados, con una temperatura promedio 24°C (Pallaroso, 2014). INAMHI registró temperaturas mínimas récord anuales en los rangos de 8 a 11°C; máximas récord anuales entre 33 a 35°C y medias multianuales en rangos de 23 a 24,4°C.

### **2.4. BASE TEÓRICA**

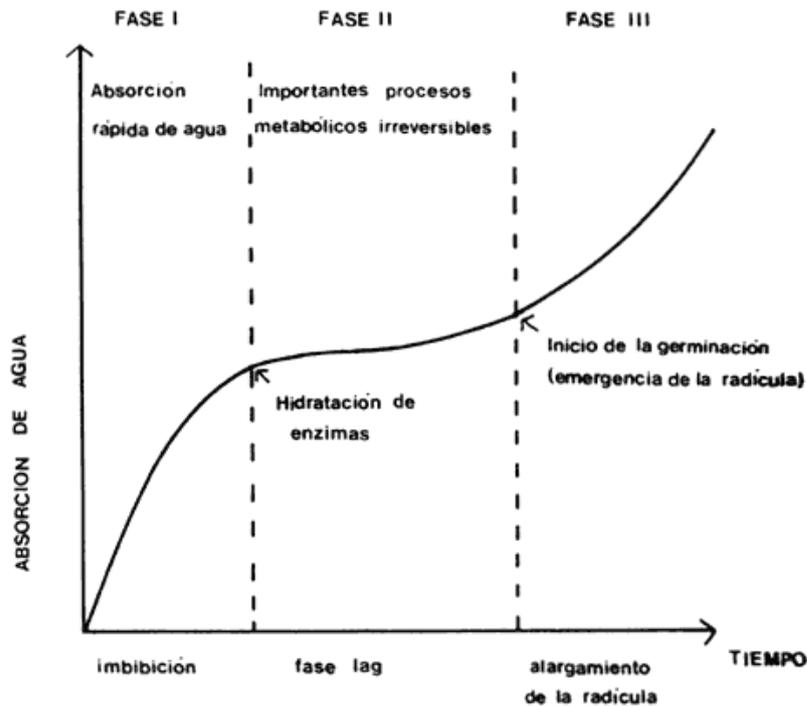
#### **Germinación y factores que influyen en la germinación**

##### **Definición y fases**

La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos de la plántula (Gastón , 2017).

En el proceso de germinación podemos distinguir tres fases:

- **Fases de hidratación:** Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria (Gastón, 2017).
- **Fase de germinación:** representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse (Gastón, 2017).
- **Fase de crecimiento:** Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria (Gastón, 2017).



**Figura 3.** Fases de germinación de la semilla

**Nota:** Tomado de: (Gastón , 2017).

La duración de cada una de estas fases depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas fases también están afectadas por las condiciones del medio, como el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc. Otro aspecto interesante es la relación de estas fases con el metabolismo de la semilla.

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos:

**-Factores internos (intrínsecos):** Entre los factores internos que afectan a la germinación esta la madurez que presentan las semillas y la viabilidad de las mismas (Gastón , 2017).

Madurez de las semillas: Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico.

Viabilidad de las semillas: La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

**- Factores externos:** Entre los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación destacamos: humedad, temperatura y gases (Gastón , 2017).

Humedad: La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos (Tejeda, Mendez, Rodríguez y Tejeda, 2018).

Temperatura: La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables (FAO, 2013).

Gases: La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas (Varela, Arana, 2011).

Luz: La luz es un factor imprescindible para la germinación de semillas, hay semillas activas de muchas especies que la necesitan para germinar, tras que germinan bajo una alternancia de luz-oscuridad y las que germinan en la oscuridad. El mecanismo de acción de la luz se activa en la mayoría de las especies vegetales a través de un pigmento existente en las plantas llamado fitocromo (Vargas, 2019).

## **2.5. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES FORESTALES**

Quinapallo y Vélez (2013) citado de Miller (1967), indican dos tipos de propagación de plantas que se observan en la naturaleza: sexual (o por semilla) y asexual (o vegetativamente), en las cuales se puede lograr diversidad de técnicas de siembra dependiendo del tipo de especie que se vaya a propagar, las plantas están formadas por células y su reproducción depende de la multiplicación de las mismas; la reproducción Asexual ocurre cuando se separa una parte del cuerpo vegetal y se desarrolla una nueva planta, por otro lado la reproducción Sexual es considerado más importante. Durante el proceso de floración las plantas producen dos tipos de células que al juntarse realizan la fecundación del polen producido en las flores masculinas, se traslada a las flores femeninas para unirse con los óvulos (células reproductoras femeninas), cada óvulo fecundado tiene la posibilidad de desarrollar una semilla, la que a su vez origina una planta (Acevedo et al., 2012). Para lo cual es necesario priorizar la siguiente:

### **Reproducción sexual por semilla**

Para el estudio de propagación es necesario conocer el proceso por el cual se caracteriza la reproducción sexual: es aquella en la que intervienen células especializadas llamadas

gametos, que se forman en órganos especiales denominados gónadas y cuya finalidad es formar una gran variedad de combinaciones genéticas en los nuevos organismos para mejorar las posibilidades de supervivencia. El proceso clave de la reproducción sexual es la meiosis, un tipo especial de división que conduce a una célula normal con un número determinado de cromosomas (diploide) a otras con la mitad de los mismos (haploide), a la vez que se generan múltiples combinaciones de genes (Osuna et al., 2016). La reproducción sexual en las plantas se caracteriza porque la mayoría de los vegetales producen tanto gametos como esporas, en ciclos de vida complejos, formando a veces dos organismos claramente diferentes que viven por separado (Aguirre et al., 2015).

Un dato interesante es que la reproducción sexual se presenta comúnmente en especies que tienen más individuos dentro de sus poblaciones que en este caso hay muy pocos ejemplares pero con mecanismos de propagación complejos si son de orden asexual, el mecanismo de reproducción sexual tiene muchos beneficios, pero también es una vía de propagación sumamente costosa para las plantas, ya que éstas se destinan una gran cantidad de recursos a la elaboración de estructuras como flores, polen, néctar y frutos, mismas que no se traducen directamente en hijos (Aguirre et al., 2015). La calidad genética de las semillas o de las plantas utilizadas en reforestaciones o regeneración artificial de bosques, se basa en una serie de propiedades inherentes a los materiales de los cuales se obtienen (rodales, huertos semilleros, progenitores, etc.) (Miranda, 2015).

La germinación de semillas es el inicio de la siguiente generación sexual de plantas, lo que está influenciado por condiciones medioambientales presentes en la zona donde se encuentra la especie. La semilla es un óvulo madurado, posee un embrión y está rodeada por una cobertura de protección. La activación del proceso metabólico del embrión hacia su emergencia es conocida como germinación (Rodríguez et al., 2014).

Para la germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas: La absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa; Inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimentarias en zonas en desarrollo del embrión y el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula. Siendo este el conjunto del material hereditario que se transmite en la reproducción a la descendencia por medio de los gametos o células reproductoras (Rodríguez et al., 2014).

### **Germoplasma**

Material genético contenido de las semillas, pues dependen de los factores hereditarios y la reproducción. Cualquier porción de un ser vivo que permite generar nuevos individuos,

son: semillas, raíces, tallos, células sexuales, embriones (Rodríguez et al., 2014). Además de que la semilla es el órgano principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas. Su vida es una serie de eventos biológicos que empieza en la floración, termina con la germinación y emergencia del embrión. Su época de cosecha depende de factores genéticos, fisiológicos y efectos climáticos como son la luz, temperatura y viento entre otros (Acevedo et al., 2012).

## **2.6. PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN.**

La propagación en contenedores no necesita de grandes espacios ya que la densidad a la que crecen las plantas es mayor. Los viveros facilitan la extracción, transporte y plantación de las semillas solo removiéndolas del suelo que rodea las raíces (Rodríguez et al., 2014).

### **Propagación in – situ**

La importancia de conservar el material genético *in situ*, donde la principal estrategia de conservación de los recursos fitogenéticos se concentra en coleccionar el material nativo para que se permanezcan en sus ambientes naturales con las especies asociadas a su desarrollo adonde se puede no solo mantener las poblaciones como fuente de variabilidad potencialmente útil para el fito mejoramiento, sino para continuar evolucionando y generando nueva variabilidad, parte de la cuál podría ser valiosa para uso en futuros esfuerzos de mejoramiento (Hunter y Heywood, 2012).

### **Propagación ex – situ**

La propagación de plantas ex - situ se debe a la necesidad de llevar un registro de la evolución de las especies sometidas a experimentación, donde son llevadas desde los viveros con condiciones controladas a plantaciones con estacas y evaluar el comportamiento que mantienen en el periodo, hasta que estén listas para ser trasplantadas, eso depende de la adaptación o rechazo de los factores de viabilidad (Hunter y Heywood, 2012).

### **Parámetros importantes para la propagación por semilla.**

Para que la germinación inicie, son necesarias tres condiciones: la semilla debe ser viable, esto se refiere a que el embrión esté vivo y sea capaz de germinar, ya que la semilla está sujeta a condiciones ambientales de disponibilidad de agua, apropiado régimen de temperatura, suplemento de oxígeno y en general luz.

### **Peso.**

Se toman las semillas puras y se agrupan en 5 muestras de 20 semillas cada una, se pesan por separado, se suman los valores de cada grupo y luego se divide por el número de muestras para lograr el promedio (Acevedo et al., 2012).

### **Germinación.**

Acevedo et al. (2012) Menciona que se toman 100 semillas evaluadas en 5 repeticiones de 25 unidades cada una. A cada repetición se le calcula el porcentaje de germinación mediante la siguiente fórmula:

#### **Porcentaje de Germinación** (1)

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\# \text{ de semillas sembradas}} * 100$$

### **Humedad.**

Acevedo et al. (2012) establece que la semilla tiene un contenido de humedad (CH) sobrante dentro de sí, el cual presenta condiciones cambiantes mediante la siguiente formula:

#### **Porcentaje de Humedad** (2)

$$\% \text{ de CH} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

### **Proceso de Germinación**

El proceso de germinación constituye la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, comienza con la rehidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla y termina con el inicio del crecimiento de la radícula (Quinapallo y Vélez, 2013).

## **2.7. CRITERIOS PARA DISPOSICIÓN DE VIVERO**

### **Localización**

La decisión acerca de dónde se establecerá el vivero debe considerar el riesgo de los factores ambientales adversos y las condiciones financieras de manejo. El vivero más eficaz es aquel que está próximo de los centros de operaciones, con equipo y mano de obra centralizados y fácilmente disponibles (Acevedo et al., 2012).

### **Tamaño de vivero**

Está determinado por la cantidad de semilla necesaria y varía según la especie a sembrar. La fase más difícil del planteamiento de un vivero semillero es hacer una buena estimación del número de plántulas que pueden obtenerse de un semillero y de un determinado tamaño (Acevedo et al., 2012).

### **Manejo del vivero**

Laguna (2010) plantea que los métodos adecuados para el manejo de semillas, varían de acuerdo con la especie, la ubicación del vivero y las condiciones existentes año tras año dentro del mismo huerto. El suelo del vivero debe protegerse de la erosión y la materia orgánica del mismo debe mantenerse a niveles adecuados para que se establezcan relaciones apropiadas entre los nutrientes y el agua.

## 2.8. FACTORES DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Como Navia (2016) en su presentación plantea que de la misma forma en que existen factores que influyen en la germinación de las semillas, las hay para las plántulas las cuales se describen a continuación:

**Factores determinantes:** Se refiere a la disponibilidad de nutrientes

**Factores limitantes:** Para obtener el máximo rendimiento de un cultivo es necesario conocer su potencial genético, y sus requerimientos ambientales; la producción se ve disminuida cuando los factores de producción no son manejados en niveles adecuados; los factores que influyen en el crecimiento de las plantas están interrelacionados y las curvas del análisis de crecimiento, son una ayuda para entender el patrón de desarrollo; los factores ambientales que influyen en el potencial productivo son físicos como: suelo, nutrición y calidad de clima, temperatura, luz, agua.

**Factores reductores:** Mientras que este factor se debe a la parte biótica como: hongos, bacterias, virus, insectos, maleza.

## 2.9. FACTORES EDÁFICOS

Los componentes más importantes que posee el suelo son minerales, aire, agua y materia orgánica. La fase mineral y orgánica conocida como sólida ocupa un aproximado de 50% de su volumen total, el resto lo componen la fase líquida y gaseosa (Vargas et al, 2015).

**Factor físico:** El factor textura se determina por las cantidades relativas de arena, limo y arcilla, en cuanto al color dependerá de la composición cromática de la luz que percibe el ojo humano, también permite el color mostrar los sucesos ocurridos en el suelo, en cuanto a la conductividad eléctrica será acorde al grado de salinidad y el pH se refiere reacciones químicas y biológicas del mismo (Pereira, 2011).

**Factor químico:** El factor químico del suelo tiene como componente principal al carbono orgánico que se deriva de la materia orgánica, procesos de intercambio catiónico y cationes intercambiables (Pereira, 2011).

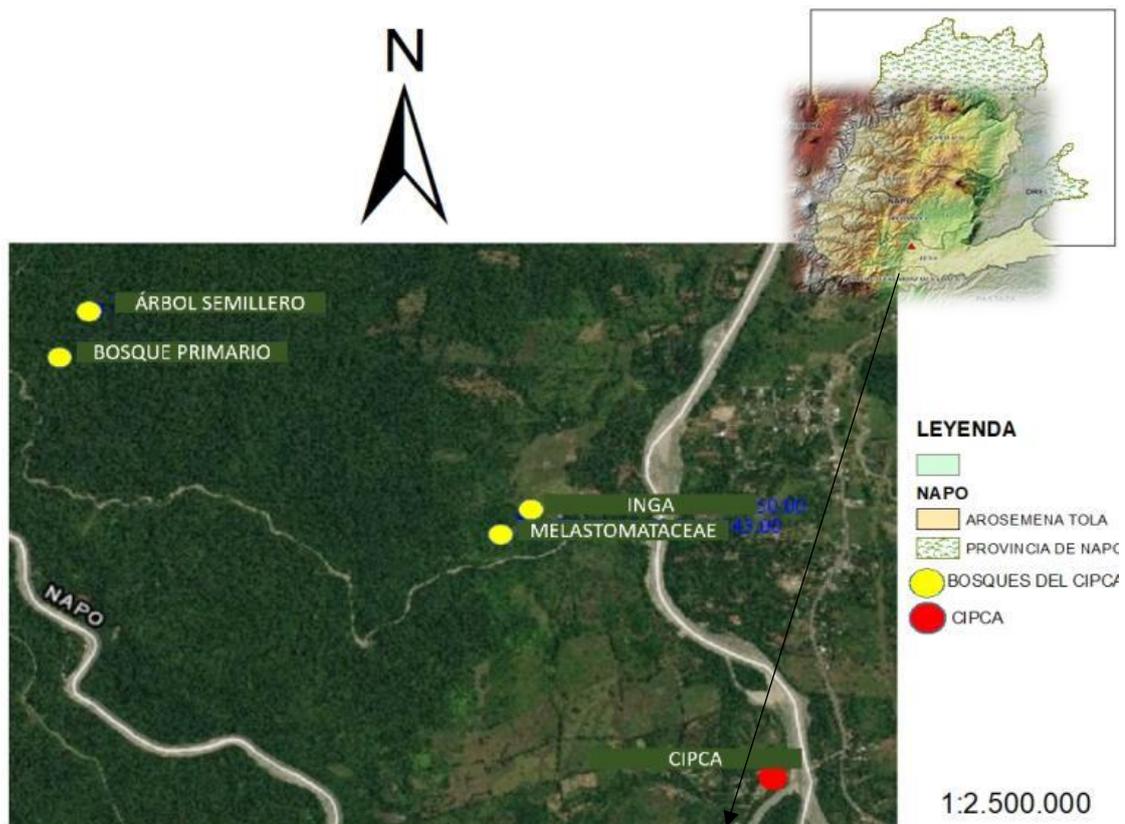
**Factor biológico:** Son aquellos que inciden en el uso de suelo, la presencia de organismos como son las lombrices las que reflejan un suelo nutrido, la materia orgánica (MO) es el indicador utilizado con mayor frecuencia para evaluar calidad en el suelo, que no es más que una mezcla heterogénea de compuestos orgánicos con propiedades diferentes (Vargas et al, 2015).

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El desarrollo del proyecto estuvo ubicado en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo, limita al Norte con: la Parroquia Talag, al Sur con: el cantón Mera, al Este con: el cantón Santa Clara, al Oeste con: el cantón Tena. La investigación se llevó a cabo en el CEIPA, este pertenece a la Universidad Estatal Amazónica a cuarenta y cinco minutos de la vía Puyo – Tena Km. 44 junto a la desembocadura del río Piatúa y Anzu, constituidos como espacios estratégicos para realizar estudios de los recursos amazónicos.

El CEIPA ocupa una extensión de 2848,20 has, se encuentra en un ambiente tropical donde la precipitación anual alcanza los 4000 mm, la humedad relativa es del 80% y la temperatura varía entre 23 a 24 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 550 y 1200 msnm. El suelo tiene una composición muy heterogénea, sin embargo, la mayoría lleva su origen desde los sedimentos fluvial procedentes desde la región andina del país.



**Figura 4.** Mapa de localización de los bosques.

**Nota:** Elaborado por el autor

### 3.2. CLIMA

#### Precipitación

La región amazónica recibe precipitaciones medias multianual mensual de 330 mm; los meses más lluviosos son: abril, mayo y junio. En el cantón la precipitación media anual es de 3960 mm (Pallaroso, 2014).

#### Topografía

La conformación topográfica del cantón es muy irregular con declives de pendientes de abruptos a planos hacia el área de los asentamiento humanos en el este, por donde atraviesa el río Anzu, que desemboca en la cuenca del Napo al norte del cantón (Pallaroso, 2014).

#### Tipos de suelo

El cantón Carlos Julio Arosemena Tola cuenta con suelos de orden Entisol e Inceptisol.

**Tabla 1.**

*Tipos de suelo en el área estudiada*

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>ENTISOL</b>	Ubicado sobre pendientes planas y moderadas en las cuales la pérdida de suelo es más rápida que su formación, o donde la acumulación de materiales es continua. Limita su uso por problemas de erosión, rocosidad, susceptibilidad a la inundación, saturación permanente de agua.
<b>INCEPTISOL</b>	Es el tipo de suelo más extenso, presenta el 80,11% del cantón. Su uso es muy diverso y variado, en las áreas de pendientes son más apropiadas para la reforestación así como los suelos de depresión artificial pueden ser cultivados.

**Nota:** Tomado de Pereira. C, *et al*, (2011)

### 3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

#### Experimental.

La presente investigación fue de tipo experimental porque se evaluó en crecimiento bajo diferentes condiciones ambientales.

### 3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

#### Experimental

Porque se inducen hipótesis en el establecimiento de parámetros aceptados y basado en razonamientos con argumentos para obtener conclusiones que parten de hechos particulares

aceptados como válidos de carácter general, además de que se basa en la lógica y lo relacionado con el estudio de hechos particulares (Moran y Alvarado, 2010).

### **Descriptivo**

Se describen los datos que se han ido obteniendo a lo largo del experimento, en el cuál también se detallan los factores que han influido tanto positiva como negativamente en la germinación y crecimiento de la especie.

## **3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **DESARROLLO DE LA EXPERIMENTACIÓN.**

#### ***1. Selección de árboles semilleros***

El árbol semillero fue seleccionado para su recolección en las siguientes coordenadas UTMA (X: 175524.00 m E; Y: 9865422.00 m S; Zona: 18M, siendo el único que se encontró en el bosque primario en el CEIPA, capaz de producir semillas de calidad, por lo tanto el árbol semillero seleccionado tuvo en promedio un diámetro a la altura del pecho de 0.88 m; altura de 40 m y se caracteriza por tener copa en forma piramidal, se desarrolla en sitios con una vegetación alta, de relieve llano y variedad de suelos.

#### ***2. Recolección de los frutos de *P. mediocris*.***

Se registró las fechas de floración y fructificación periódicamente en el sector, se colectó frutos caídos en el suelo, puesto que el árbol presenta una altura superior a 40 m, se extrajeron las semillas de los frutos, seguidamente se eliminó las semillas que presenten orificios, micosis, una consistencia blanda o que ya estén germinadas, seleccionadas las semillas buenas se continuó con el pesaje en masa de los 3 grupos de semillas para los diferentes bosques, las cuales comprendían de 100 semillas.

#### ***3. Prueba de germinación en bandejas.***

Se colocaron 20 semillas en bandejas de germinación (turba tipo *Klasmann TS3*) con un total de 5 réplicas.

En las bandejas de germinación se registró los días en que emerge el cotiledón, se registraron los días a emergencia del sustrato, es así como se contabiliza el vigor germinativo (% de emergencia), después de cada 7 días desde la siembra hasta completar los 49 días, se registró las plántulas emergidas de las bandejas de germinación, junto con la altura (desde el cuello de la plántula hasta la última hoja), también se midió el diámetro del tallo a la altura del cuello de la planta (regla, calibrador *Vernier* o pie de rey) y se contabilizó el número de hojas que mantienen detalles como si las hojas son amarillentas, verdes o si están secas.

#### 4. Registro de temperatura y humedad

Se registró la temperatura de vivero con la ayuda de un termómetro con Data Lodger, datos que fueron registrados de forma diaria.

#### 5. Trasplante de plántulas a terrenos definitivos.

Las plántulas en vivero fueron trasplantadas a Bosque primario, arbolado melastomataceae e inga del CEIPA, verificando que las raíces formen un “pan conciso” con el sustrato y que la planta tenga una altura aproximadamente de 15 cm con el tallo lignificado, posteriormente se plantaron 3 hileras en bosque primario, 2 en la parcela de ingas y 1 en parcela melastomatáceas.

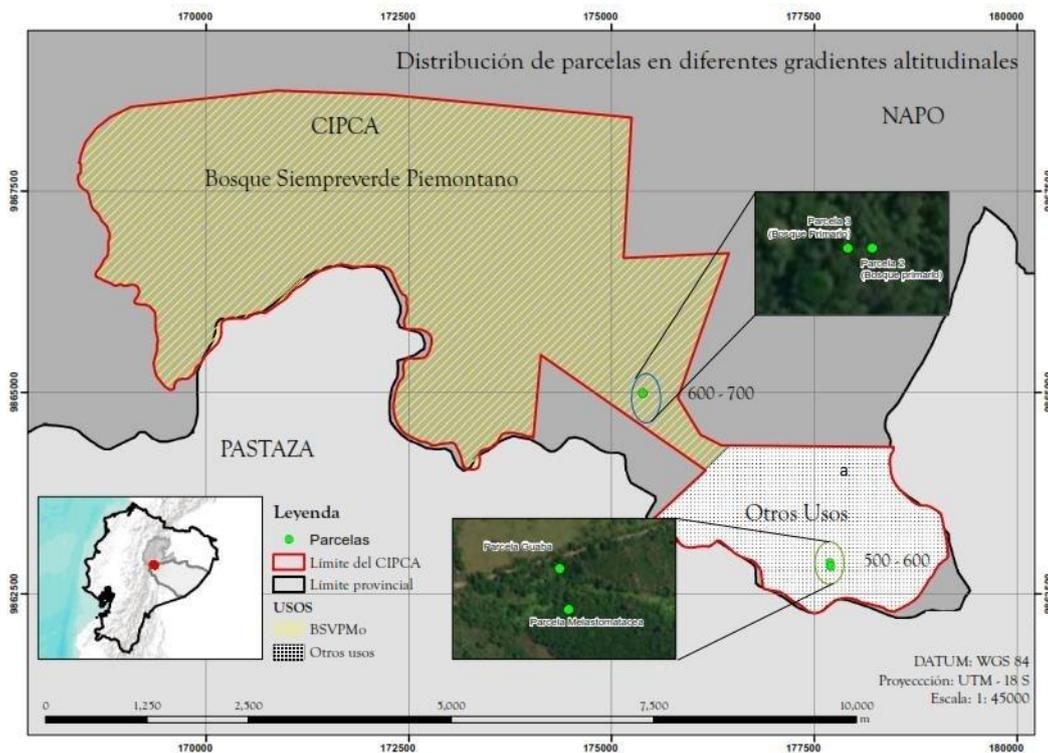
En cada una de las hileras se plantó un total de 12 individuos con una distancia de 2 m entre individuo y se colocó una baliza marcada con pintura roja en el sitio de cada planta, en la cual se cavó un hoyo de aproximadamente 15 cm, colocando la planta con su cuello a una profundidad de 10 cm y asentando 5 cm de aporque con el suelo del sector.

**Tabla 2.**

#### *Georreferenciación de hileras*

Zona	Identificación de hileras	X	Y	m.s.n.m	Uso de suelo
<b>Bosque primario</b>	<b>2A-BP</b>	175349	9865175	792	Bosque Primario Alto
	<b>3A-BP</b>	175388	9864870	756	Bosque primario bajo
	<b>3B-BP</b>	175376	9864982	745	Bosque primario bajo
<b>Bosque Intervenido</b>	<b>1-BI</b>	177753	9864350	616	Arbolado Inga
	<b>2-BI</b>	177670	9862889	621	Arbolado Inga
	<b>1-BM</b>	177600	9864243	577	Arbolado <i>melastomataceae</i>

**Nota:** Elaborado por el Autor



**Figura 5.** Grafico que representa la localización de las hileras establecidas.

**Nota:** Elaborado por el autor

### 6. Registros del trasplante de *P. mediocris*.

A partir del trasplante se tomaron 2 medidas una vez al mes (altura, número de hojas), el diámetro se registró cada 2 meses para evitar daños al tallo.

Con el crecimiento de las plantas se tomaron parámetros ambientales, la temperatura del suelo (termómetro de suelo), temperatura del aire (termómetro ambiental) y la luminosidad (luxómetro). Se determinó la media y coeficiente de variación en cada parcela, estas medidas se tomaron durante 360 días desde el trasplante.

Para el seguimiento del crecimiento de *P. mediocris*, se estableció curvas de crecimiento para cada hilera junto con la selección del modelo que presente mejor ajuste R<sup>2</sup>, en el que se incluyen parámetros de medición de esta forma: **altura** con cinta métrica desde el nivel del suelo hasta el primer cotiledón, **diámetro del tallo** en la mitad de la altura de la plántula se colocó el calibrador, **número de hojas** por rama se contabilizó desde su aparición, largo de las ramas desde la yema axilar hasta el nudo, porcentaje de germinación se contabilizó el número de semillas emergidas en condiciones de vivero para su posterior trasplantes a las hileras que han sido establecidas para la adaptación de ejemplares que se adapten a condiciones controladas, seguidamente con la información que se recogió se procesó en el Software Table Curve 2D, se consideraron los modelos lineal, cuadrático y cúbico y se tomó

como criterio de selección aquellos que presenten mayor coeficiente de determinación R<sup>2</sup>, debido a que presenta menor error experimental y simplicidad del modelo.

### 3.6. MEDIDAS DEL SUELO EN LABORATORIO

Parámetros de laboratorio

- Textura
- Densidad aparente
- Densidad de raíces
- NPK nutrientes

Para determinar el valor de cada parámetro se deberá tomar en cuenta la textura, densidad, densidad aparente, densidad de raíces y el NPK como nutrientes para el suelo de los 3 ecosistemas tales como bosque primario y arbolado Melastomataceae e Inga, donde se propaga *P. mediocris*.

#### **Textura**

Se procede a tomar muestras de suelo representativas durante el ensayo, donde es necesario conocer la porosidad del suelo para determinar este parámetro (Camacho, Forero, Ramírez, y Yolanda, 2017) en su artículo sobre estudios de textura. Maldonado (2016) menciona que la textura de un suelo es una de las propiedades físicas con mucha información, se la puede determinar mediante el tacto o el análisis del laboratorio con el método de Bouyoucus basada en la ley de Stokes, consiste en la determinación de los porcentajes de arena, limo y arcilla, es una técnica rápida ya que no presenta pretratamientos en la muestra de suelo. Estos se obtienen mediante la separación de las partículas de acuerdo a su diámetro. Bouyoucus introdujo el uso del hidrómetro para determinar la distribución de tamaños de las partículas de los suelos (Maldonado, 2016), expresada por la siguiente ecuación:

#### **Ley de Stokes**

(3)

$$v = \frac{2r^2(P1 - P2)}{gn}$$

*v*: velocidad final en cm/seg

*r*: radio de las partículas en cm

*P1 y P2*: densidades (g/cm<sup>3</sup>) de la fase dispersa y del medio de dispersión

*g*: aceleración debida a la gravedad de (980.7 cm/seg<sup>2</sup>)

*n*: velocidad newtoniana del medio de dispersión (g/cm.seg).

#### **Densidad aparente**

Para el establecimiento de las densidades como la aparente se considera un máximo de referencia en base a la clase de textura conocida y el mínimo de los valores de los bosques.

Como ejemplo de esto en la tesis de (Rubio Gutiérrez, 2010) sobre el estudio del suelo y sus propiedades. Fue necesario realizar un mínimo de tres repeticiones para obtener un valor representativo, seleccionamos la superficie de suelo a muestrear, introducimos el cilindro, teniendo cuidado de no compactar el suelo y tener un volumen conocido con la estructura del campo, la muestra se selló herméticamente y posterior secado en estufa a 105°C durante 24 horas, con los datos recolectados se calcula la variable a partir de las siguientes ecuaciones:

**Volumen de la muestra** (4)

$$V_t = \frac{D^2 \pi}{4} * h$$

**Densidad aparente** (5)

$$\rho_b = \frac{P_{ss}}{V_t}$$

$V_t$ : Volumen de la muestra (cm<sup>3</sup>)

$D$ : Diámetro del cilindro (cm)

$h$ : altura del cilindro (cm).

$P_{ss}$ :Peso del suelo seco

**Densidad de raíces**

La toma de muestras para los análisis de suelo y raíces se realizaron de forma aleatoria dentro de cada uno de los sitios de estudio. Se seleccionaron 3 sitios dentro de cada tipo de cobertura; en cada punto de muestreo se realizó una calicata de un metro de profundidad, en la cual se tomaron seis muestras de suelo y raíces. Para la obtención de las muestras de raíces se procedió a la utilización de un cilindro metálico al igual que para las muestras de suelo; las muestras fueron empacadas en bolsas de polietileno para su transporte al laboratorio.

Guevara y Guenni , (2013) en su artículo analiza la densidad de raíces la cuál procede con la identificación de la abundancia alcanzada más el largo de la raíz principal y secundarias, en la que para calcular esta variable las muestras de suelo se sometieron en la estufa a 105°C por 24, transcurrido el tiempo, estas se cuantifican y miden los brotes.

Para determinar la longitud de las raíces se utilizó la metodología propuesta por Newman (1965), a través de la siguiente ecuación:

**Newman (Longitud de raíces)** (6)

$$R = \frac{\pi * N * A}{2H}$$

$N$ : Número de intercepciones:

$A$ : Área de la superficie donde están distribuidas las raíces (cm<sup>2</sup>)

$H$ : Longitud total de las líneas de referencia (cm)

### **Volumen de la muestra** (7)

$$V = A * h$$

**A:** Área del cilindro (cm<sup>2</sup>)

**h:** Altura de la muestra (cm)

### **Densidad longitudinal** (8)

$$Lx = \frac{\text{Longitud de raíces (R)}}{\text{Volúmen de la muestra (V)}}$$

### **Nutrientes del suelo NPK**

Para la determinación de los nutrientes en el suelo (NPK) se consideró establecer la evaluación individual; se establece que para la determinación de los macronutrientes primarios en el suelo del CEIPA se ha considerado el ejemplo detallado en libro de (INCA, 2010), en el cuál incluyen análisis de los siguientes:

#### **Nitrógeno total**

Se tomaron 2 muestras: 1 para hacer una digestión de esta muestra pesando 0,2g de suelo y 1,1g de catalizador para lo cual es necesario trabajar un blanco de proceso añadiendo a la muestra 3ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), luego colocamos las muestras en la plancha de calentamiento a 100°C, agitándolo cada 45 minutos e ir incrementar 50°C hasta los 400°C para alcanzar una tonalidad verde azulado de la muestra; para la segunda muestra se formó una destilación digestada trasvasando dicha muestra a tubos de digestión, luego a un destilador automático, donde se verifica que los recipientes de NaOH 10N, ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) al 2% y que el agua destilada estén llenos, previo a la destilación de la muestra se seleccionó un método de lavado, para este caso se utilizó primero el 2, una vez seleccionado el método se recogió 100 a 150 ml de la muestra destilada (color verde claro), este destilado recibirá 10ml de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> más 3 gotas de indicador (color vino), un vez en el proceso verificar que dispense NaOH en el tubo de digestión y H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, luego se seleccionó el método 1 para destilar la muestra y titularlo con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hasta que regrese a su color original (violeta pálido), es necesario recalcar que con las muestras analizadas fue oportuno disminuir a una sola profundidad. Este análisis hecho en base al estudio de (Gerhardt, 2015) con el método de Kjeldhal.

#### **Fósforo**

INIA, (2018) para el análisis de su estudio sobre el fósforo establece que para la determinación de fósforo (P) se tomaron 2 muestras, la primera muestra es la solución patrón

donde la proporción de la muestra es de 12ppm de P, para calibrar las debidas soluciones establecida en una curva madre:

- punto 1: solución extractante,
- punto 2: 1 ml punto 1 y 1ml punto 3,
- punto 3: 2ml punto 5 y 2 ml punto 1,
- punto 4: 1ml punto 3 y 1ml punto 5,
- punto 5: sol. 12ppm de P

**Nota:** Fue necesario tomar una alícuota de 1ml de cada punto para la curva de calibración.

Para la segunda muestra se tomó una alícuota de 1ml del filtrado Olsen, añadiendo 4ml de agua destilada más 5ml de solución B (reactivos de color), seguidamente se realizó una mezcla homogénea para reposarla por 1 hora bajo sombra con el objetivo de que se pueda leer la absorbancia a una longitud de onda de 680nm.

Para la determinación de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio se hizo una solución patrón con la mezcla de 50ppm de K, 250ppm de Ca, 30ppm de Mg en la que se procede a crear la curva madre:

- punto 1: solución extractante,
- punto2: 2ml punto 1 y 2ml punto 3
- punto 3: 4ml de mix y 4ml de sol. Extractante
- punto 4: 2ml punto 3 y 2ml punto 5
- punto 5: mix de K, Ca, Mg.

Para la preparación de la muestra se tomó una alícuota de 1ml del filtrado Olsen y a la curva de calibración previamente calibrada se agrega 20ml de agua destilada y 4ml de Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub> al 1%, para la interpretación de la curva de calibración se hizo una lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica.

### 3.7. INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

**Tabla 3.**

*Instrumentación del estudio*

<b>Parámetros de Medición</b>	<b>Equipos – Instrumentos</b>
Semillas a germinar	Bandeja para germinación en turba tipo klasmann TS3
Altura y diámetro de plántula	Regla, calibrador, vernier o pie de rey
Condiciones de vivero	Termómetro Data logger
Plántulas trasplantadas	Termómetro y humedad
Temperatura del suelo	Termómetro de suelo

Temperatura del aire	Termómetro ambiental
Luminosidad	Luxómetro
Crecimiento en hileras	Calibrador, cinta métrica
Muestras de suelo	Barrena Edelman

**Nota:** Elaborado por el Autor

### 3.8. SISTEMATIZACIÓN DE DATOS

**Tabla 4.**

*Sistematización de datos recolectados*

<b>Variables, Parámetro</b>	<b>Programa Estadístico o Función</b>
Cobertura de las hileras	Canopy app
Altura y diámetro	Spss 22, Table curve 2D
% de Germinación	Infoestat, Spss 22
Días de emergencia	Función $\sqrt{2}$

**Nota:** Elaborado por el Autor

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

##### 4.1.1. Densidad de Raíces

La densidad de raíces en el Bosque Primario reportó un valor de 1.2 mm de raíz  $\text{cm}^{-3}$  del suelo, mientras que en la Arbolada *Inga* y *Melastomataceae* fue de 0.9 mm de raíz  $\text{cm}^{-3}$  de suelo sin tener una gran variación entre ellas. Lo cual puede estar relacionado con la diversidad de la plantación y altura de los árboles, donde en las parcelas del Bosque Primario los árboles alcanzan 50 m de altura y por ende mucho más antiguos, mientras en la parte baja las plantaciones son más jóvenes y con dosel menor. Jimenez y Arias, (2014) concluyen que la estrecha relación entre el suelo y las plantas se da por la presencia de las raíces como órganos de anclaje y absorción de nutrientes. Según su estudio se pueden establecer relaciones entre las necesidades fisiológicas de las plantas y el efecto que ocasionan sobre el suelo, así como la relación existente entre las propiedades del suelo y el desarrollo de las raíces. Finalmente cabe destacar que el siguiente análisis se lo realizó en función del tipo de bosque al que *P. mediocris*. fue expuesta, además de determinar la densidad de raíces ya que estas aportan con nutrientes, así como con la competencia de los microorganismos con la raíz por oxígeno y nutrientes.

**Tabla 5.**

*Determinación de las características del suelo*

Medida	Hileras			
	BP-1	BP-2	A.I	A.M
Arena	46	51	58	51
Limo	30	20	24	33
Textura Arcilla	24	29	18	16
Clase textural	Franco arenoso arcilloso	Franco arenoso arcilloso	Franco arenoso arcilloso	Franco arenoso
Nitrógeno total %	0,32	0,22	0,82	0,89
Fósforo (ppm)	9,5	8,8	13	4,4
Potasio ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )	0,32	0,26	0,25	0,14
Materia orgánica %	4,8	14,7	45,8	26,1
Densidad de raíces $\text{cm cm}^{-2}$	0,12	0,11	0,09	0,08

**Nota:** Elaborado por el autor

#### **4.1.2. Nutrientes del Suelo NPK**

A continuación se muestran los análisis del suelo (tabla 5), para lo cual el valor más representativo para N fue en Arbolado Inga con 0,89 %, así como también para P con 13 ppm y para K en Bosque Primario 1 con 0,32 Cmol/kg. Como resultado del análisis de suelo, el porcentaje de fósforo es mayor al de nitrógeno y potasio, esto se debe a que cuando la transpiración supera el proceso de absorción, altera el balance hídrico, las raíces detienen su crecimiento, los pelos radiculares mueren y se reduce la capacidad meristemática de generar nuevos ápices radiculares, lo que conduce a una baja absorción de agua y de nutrientes. Dichos nutrientes se han convertido en conductores de sabia para el desarrollo de *P. mediocris*. Osuna H, Osuna A, y Fierro A. (2016) afirman que el sustrato ideal debe tener nutrientes en forma asimilable para la planta (nitrógeno, potasio, fósforo).

#### **4.1.3. Textura del Suelo**

La tabla 5. representa los suelos analizados en la que se determinó la textura del suelo que mayoritariamente representan al franco arcillo arenoso en las parcelas (BP-1; BP-2; A.I) y franco arenoso en Arbolado *Melastomataceae* por lo que esta variable representa características importante para el establecimiento de nuevas especies, relacionados directamente con parámetros físicos, químicos y biológicos. Pérez, Martínez y Lindig (2018), resaltan en su estudio que las características del sustrato están relacionadas con la ecología de la especie y con el tipo de suelos en los que suele desarrollarse de manera natural. En condiciones de propagación, cuando no se usa el suelo del área en donde se colectaron las semillas, es necesario determinar cuál es el mejor sustrato para la propagación.

#### **4.1.4. Materia Orgánica**

De la misma forma la tabla 12. representa valores sobre la materia orgánica analizada en el laboratorio resultó una mayor proporción de MO de 4,8 %. en el Bosque primario 1, Bosque Primario 2 con 14,7 % , Arbolado *Inga* con 45,8 % y Arbolado *Melastomataceae* 26,1 %. derivando los resultados a que el Arbolado *Inga* albergar mayor cantidad de sustratos y nutrientes para el desarrollo de nuevas especies.

Según lo mencionado por Acero (2014) citado de Scott, et al. (2012). Así como el estudio de Medina *et al*, 2017 quienes mencionan en su artículo sobre el tratamiento de la materia orgánica los resultados coinciden con los obtenidos en este estudio que los valores de MO en el horizonte superficial (10-20cm) reflejan la variabilidad existente entre los suelos estudiados en bosques amazónicos de Perú, puesto que la restauración ecológica incluye particularidades como el rápido crecimiento, fácil propagación, resistencia a condiciones

limitantes y buena producción de materia orgánica; así como permitir el establecimiento de otras especies de flora y fauna nativas para reducir a las especies invasoras, siendo necesario para reconocer que si la MO de un ecosistema alberga mayores sustratos y nutrientes, va a permitir la restauración esperada.

#### 4.1.5. Densidad Aparente

La densidad aparente es el resultado de que la materia orgánica o el sustrato utilizado esté bien descompuesto al momento de ser utilizados como componente en la mezcla para su trasplante, debido a que de lo contrario se convierten en una trampa de nitrógeno durante el posterior proceso de descomposición llevado a cabo por los microorganismos presentes en la mezcla de la bolsa, además que acidifica el sustrato como consecuencia de tal proceso. Por lo tanto en la tabla 6 se puede apreciar la densidad aparente representada por la masa sobre unidad de volumen utilizada en las parcelas contienen: Bosque primario 1 (BP-1) 0.2 g/cm<sup>3</sup>, Bosque primario 2 (BP-2) 0.39 g/cm<sup>3</sup>, Arbolado *Inga* (A.I) 0.18 g/cm<sup>3</sup> y en Arbolado *Melastomataceae* (A.M) 0.3 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 6.**

*Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) del suelo.*

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE				
ZONAS	peso muestra (g)	peso cilindro (g)	volumen cilindro (cm <sup>3</sup> )	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
<b>PB-1</b>	256.62	174.42	404	0.20
<b>PB-2</b>	334.3	174.9	404	0.39
<b>A.I</b>	240.75	167.08	404	0.18
<b>A.M</b>	300.6	177.94	404	0.30

**Nota:** Elaborado por el autor

Lo que contrasta con estudios realizados por Hidalgo, Sindoni y Méndez (2009), consideran que es importante identificar sustratos con una densidad aparente en la que la masa por unidad de volumen de los mismos sea lo suficiente para mantener la planta erguida, con los microorganismos presentes en el sustrato, al igual que permita tener condiciones de aireación, contenido de agua, e influencia directa sobre la disponibilidad de nutrimentos.

#### 4.1.6. Condiciones Climáticas

La tabla 7 representa las variables meteorológicas registradas dentro del vivero son las siguientes: temperatura mínima de 14.5 °C, temperatura máxima 41.9 °C, una temperatura promedio de 18.4 y porcentaje de humedad relativa del 78%.

**Tabla 7.**

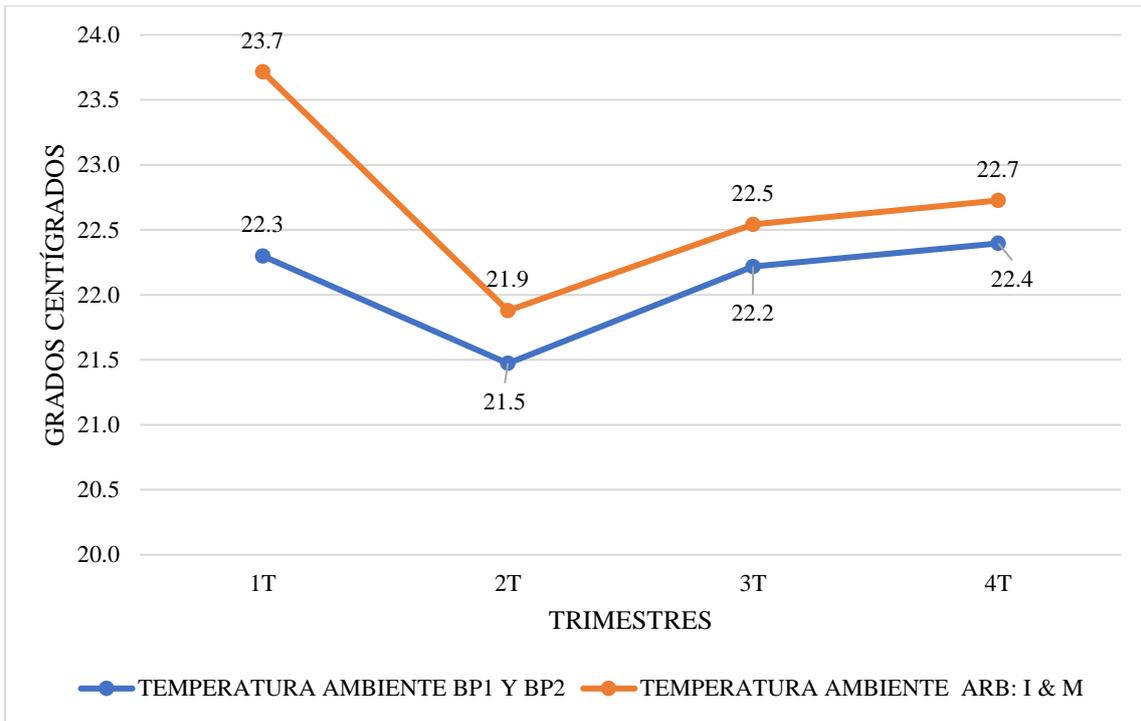
*Promedio de Temperatura y Humedad Relativa*

PROMEDIOS DE T y HR DE VIVERO				
Días	Tmin	Tmáx	T	HR media
0	15.1	39.8	18.1	74%
7	17.4	34.8	18.2	82%
14	14.9	39.8	18.6	78%
21	17.2	38.6	18.7	80%
28	16.8	41.9	18.6	76%
35	14.5	36.2	18.1	78%
42	16.7	39.2	18.4	76%
<b>PROMEDIO</b>	<b>14.5</b>	<b>41.9</b>	<b>18.4</b>	<b>78%</b>

*Tmin: Temperatura mínima, Tmax: Temperatura máxima, T: Temperatura, HR media: Humedad Relativa media*

**Nota:** Elaborado por el autor

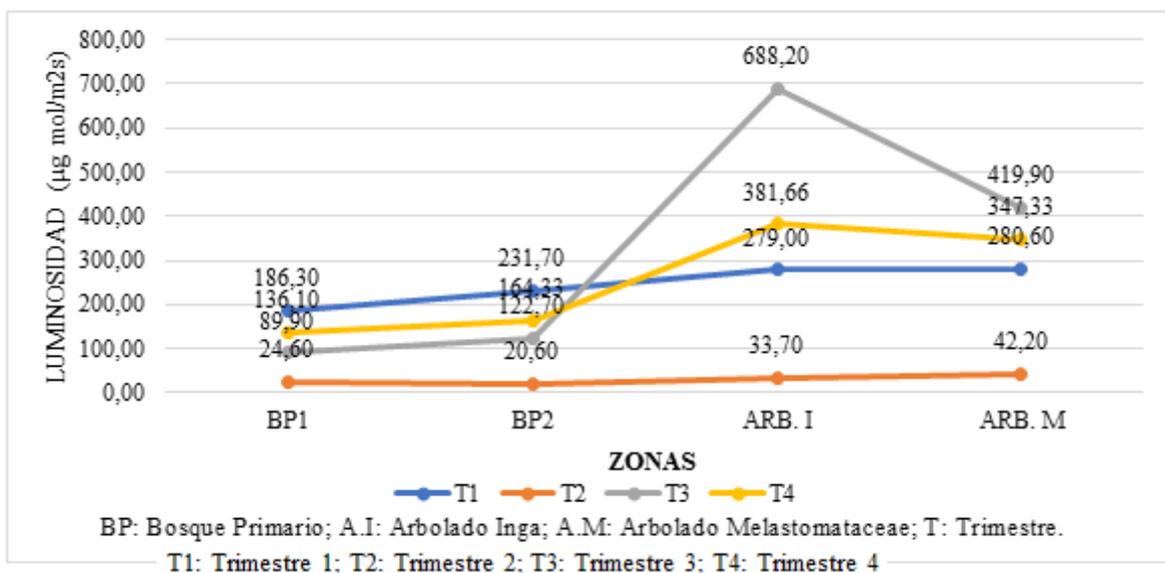
La temperatura ambiental representada en la figura 6, muestra un comportamiento similar tanto en los bosques primarios en la parte alta (21.5 y 22.4 °C respectivamente), y en las parcelas de arbolado para *Inga* y *Melastomataceae* (21.9 y 23.7°C respectivamente), los cuales determinan temperaturas similares pese a la diferencia altitudinal; dichas temperatura fueron tomadas en horas de 10 y 11 de la mañana y en ocasiones por la presencia de precipitaciones entre las 14 y 15 de la tarde.



**Figura 6.** Temperatura ambiental en campo

**Nota:** Elaborado por el autor

La luminosidad representada en la figura 7. registrada en lumens y convertida a  $\mu\text{g}\cdot\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , reportó un mayor promedio en las parcelas Arbolado *Inga* y *Melastomataceae* de 688.2 y 381.66, mientras que en las zonas altas del Bosque Primario 1 y 2 registró menor luminosidad.

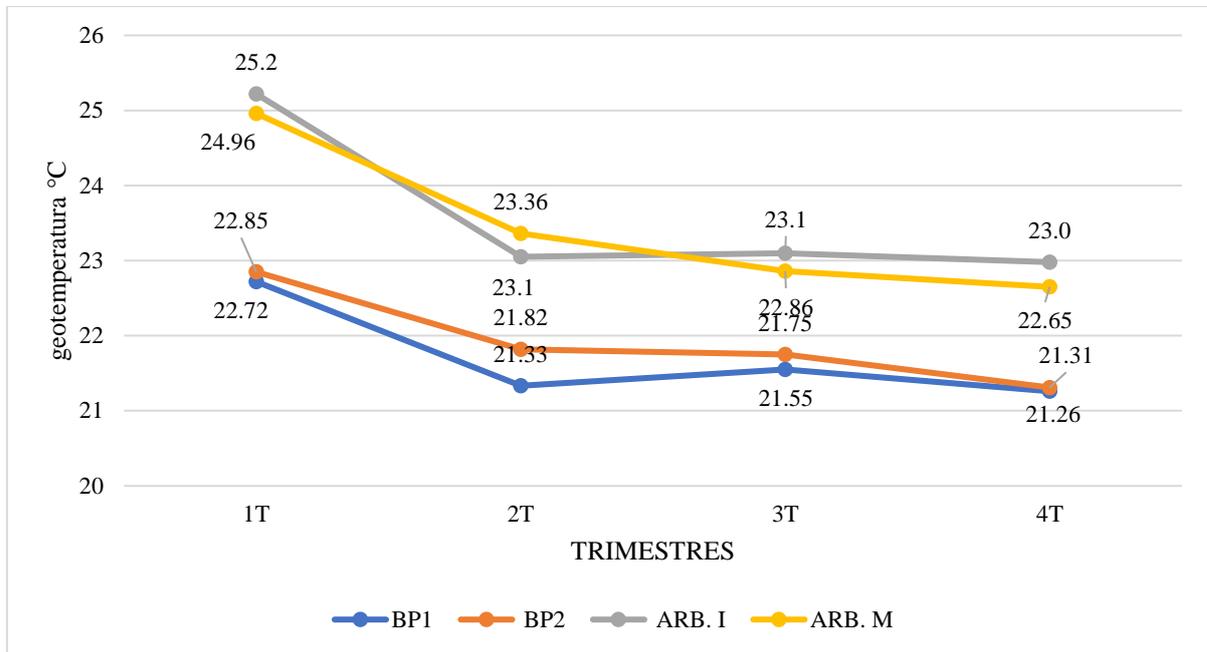


**Figura 7.** Luminosidad

**Nota:** Elaborado por el autor

La geo temperatura expresada en la figura 8. presentó menor variabilidad entre parcelas presentando un promedio de 21.72 °C en el Bosque Primario 1, Bosque Primario 2 de 21.93

°C, Arbolado *Inga* de 23.59 °C y Arbolado *Melastomataceae* con 23.46 °C, resultando que Bosque Primario 1 y 2 presentaron las temperaturas mínimas, así como los Arbolados *Inga* y *Melastomataceae* con rangos similares.



**Figura 8.** Geo temperatura  
**Nota:** Elaborado por el autor

Las condiciones climáticas en CEIPA, son variadas de tipo húmedo sub tropical, con abundante lluvia a lo largo del año, como resultado dichas condiciones no aportan en el desarrollo y crecimiento de *P. mediocris* debido a que el suelo se humedece con las constantes lluvias provocando anegamiento y dificultad para las plántula recién trasplantadas hasta su adaptación, por lo que es muy notable el poco incremento en la medida de las plántulas en los bosques de estudio, para lo cual a partir de los 6 meses dicha especie ha debido adaptarse con tal de sobrevivir al estado de las condiciones climáticas que coinciden con el estudio de (Pérez, Martínez y Lindig, 2018).

#### 4.1.7. Porcentaje de Germinación

Las semillas reportaron un peso promedio de 13,1 gr por semillas, un diámetro transversal promedio de 5,7 mm y longitudinal de 11,3 mm, conforme a la siguiente tabla, comenzaron a germinar a partir de los 28 días, esto debido a la diferencia climática a las que fueron expuestas; (tabla 8). representa los porcentajes de germinación acumulativa de las 5 réplicas de *P. mediocris*. durante 98 días, muestra que los primeros días hubo ligeros cambios en las semillas del vivero, a partir de la segunda semana se evidencio que aumento la emergencia, lo cual generó un promedio del 72% del total de las réplicas dispuestas en bandejas, por lo

tanto las réplicas 3 y 5 lograron el mayor porcentaje de germinación; una vez que emergieron las semillas y estas alcanzaron una altura promedio de 15 cm se avanzó al trasplante.

**Tabla 8.**

*Porcentaje y días de emergencia de P. mediocris*

RÉPLICAS	DÍAS A LA EMERGENCIA	Porcentaje										
		Días										
		28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
r1	59,7	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	30
r2	69,3	0	0	0	0	0	20	30	30	30	40	40
r3	77,5	0	0	0	0	10	20	30	30	30	30	30
r4	64	0	0	0	0	0	10	20	20	20	20	20
r5	88	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	20
% PROMEDIO	71,7	2,0	2,0	2,0	2,0	6,0	14,0	20,0	20,0	22,0	26,0	28,0
CV	15,7	223,6	223,6	223,6	223,6	149,1	63,9	61,2	61,2	38,0	34,4	29,9

**Nota:** Elaborado por el autor

La tabla 9 muestra los parámetros de crecimiento en vivero, durante los 49 días de emergencia, la altura de la plántula resultó de 15.62 cm; el diámetro del tallo alcanzo una media de 2,85 mm; el mayor coeficiente de variabilidad registrado en el día 0 hasta el 7; el promedio de número de hojas fue de 6.5. posterior se procedio al trasplante puesto que las plántulas cumplieron con el rango establecido en la metodología para su posterior trasplante en las parcelas establecidas en campo.

**Tabla 9.**

*Parámetros de crecimiento en vivero de P. mediocris.*

VARIABLES	DÍAS							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Altura	1.67	4.25	5.98	7.38	9.55	10.64	12.33	15.62
Diámetro	2.71	2.90	2.81	2.76	2.72	2.81	2.83	2.85
Número de hojas	0.00	0.20	0.80	1.60	2.90	3.10	4.90	6.50
Promedio	1.46	2.45	3.20	3.91	5.06	5.52	6.69	8.32
C.V.	93.69	84.17	81.72	78.06	76.93	80.44	74.71	79.02

*C.V.: Coeficiente de variabilidad*

**Nota:** Elaborado por el autor

#### 4.1.8. Crecimiento en Altura

La tabla 10, muestra las medidas promedio de altura, en las parcelas de *P. mediocris*, en el que se alcanzó los siguientes promedios a los 360 días: parcela de Bosque Primario (BP-1): 35.10 cm, Bosque Primario (BP-2): 26.10 cm, Arbolado *Inga* (A:I): 37. 20 cm, Arbolado *Melastomataceae* (A.M): 16.90 cm, resolviendo que la mayor altura se logró en A.I. En la tabla 10, se puede observar los modelos evaluados para crecimiento en altura de *P. mediocris*

**Tabla 10.**

*Medida promedio de altura (cm) hasta los 360 días*

ZONA	DÍAS												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
BP-1	15.00	15.70	19.70	20.90	21.70	23.40	23.80	24.10	30.20	31.80	33.10	34.30	35.10
BP-2	16.60	17.70	18.20	18.60	20.40	21.90	22.00	22.50	23.00	24.20	25.10	25.90	26.10
A.I	11.70	13.50	15.50	16.20	20.00	20.80	21.30	23.00	25.20	26.60	31.10	35.80	37.20
A.M	4.20	5.30	6.60	6.80	10.00	11.40	12.40	13.50	14.10	14.90	15.30	16.20	16.90
P.	11.88	13.05	15.00	15.63	18.03	19.38	19.88	20.78	23.13	24.38	26.15	28.05	28.83
D.E.	5.51	5.44	5.86	6.19	5.40	5.42	5.09	4.90	6.73	7.07	7.99	9.02	9.29
C.V.	46.39	41.72	39.09	39.61	29.95	27.99	25.63	23.57	29.10	29.00	30.56	32.16	32.24

*BP-1: Bosque Primario 1; BP-2: Bosque Primario 2; A.I: Arbolado Inga; A.M: Arbolado Melastomataceae; P.: Promedio; D.E.: Desviación estandar; C.V.: Coeficiente de Variación*

**Nota:** Elaborado por el autor

Se seleccionó el modelo cúbico para las parcelas bosque Primario 1 y 2, y melastomatáceas ya que reporto el mejor ajuste R2; en la parcela Arbolado de Inga, el modelo cúbico obtuvo un mejor ajuste, pero presenta parámetros no significativos, por lo cual en ambos casos se selecciona el modelo lineal que es el único que reporto parámetros significativos, para  $p \leq 0,05$ ; en la parcela Arbolado *melastomataceas* el método cúbico presentó mejor ajuste de acuerdo a todos los criterios establecidos.

**Tabla 11.**

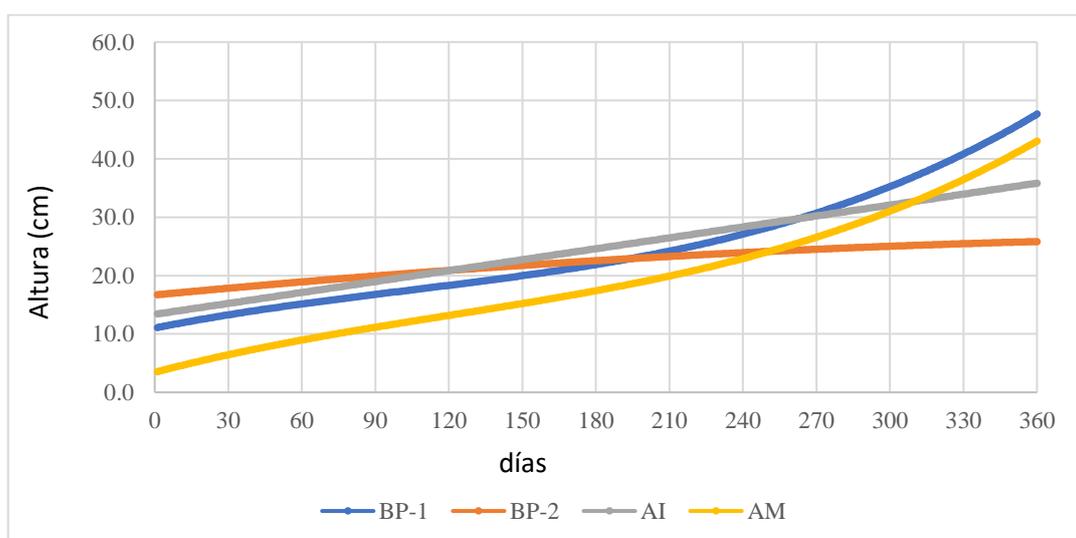
*Modelo para el crecimiento en Altura del tallo.*

	Modelo	Signif.	R2	EE (±)	Significación de los parámetros				
		P>F			Criterio	a	b	c	d
BP-1	Lineal	0	0.86	1.54623	Valor estimado	12.74217	0.03090		
					EE (±)	0.56833	0.00306		
					Valor de P	0.00000	0.00000		
	Cuadrático	0	0.86	1.58439	Valor estimado	12.52240	0.03455	-	
					EE (±)	0.76943	0.00887	0.00002	
					Valor de P	0.00000	0.00000	0.67000	
	Cúbico	0	0.94	1.116	Valor estimado	11.04635	0.08376	-	0.00000100
					EE (±)	0.64774	0.01338	0.00001	0.00000100
					Valor de P	0.00000	0.00000	0.001	0.00100
BP-2	Lineal	0	0.93	0.9158	Valor estimado	17.20950	0.02758		
					EE (±)	0.32521	0.00180		
					Valor de P	0.00000	0.00000		
	Cuadrático	0	0.95	0.81391	Valor estimado	16.70610	0.03981	-	
					EE (±)	0.35978	0.00544	0.00002	
					Valor de P	0.00000	0.00000	0.03193	
	Cúbico	0	0.95	0.82295	Valor estimado	16.89432	0.03040	0.00003	-
					EE (±)	0.43217	0.01293	0.00001	0.00000200

					Valor de P	0.00000	0.03300	0.71000	0.43520
A.I	Lineal	0	0.97	1.2655	Valor estimado	13.39120	0.06240		
					EE ( ± )	0.42573	0.00265		
					Valor de P	0.00000	0.00000		
	Cuadrático	0	0.9723	1.30001	Valor estimado	13.52978	0.05882	0.00001	
					EE ( ± )	0.55685	0.00933	0.00003	
					Valor de P	0.00000	0.00010	0.69340	
	Cúbico	0	0.98	1.2353	Valor estimado	12.91538	0.00885	-	0.000000400
					EE ( ± )	0.65157	0.02040	0.00014	0.00000030
					Valor de P	0.00000	0.00070	0.15220	0.12840
A.M	Lineal	0	0.89	1.56259	Valor estimado	5.53819	0.04108		
					EE ( ± )	0.49757	0.00339		
					Valor de P	0.00000	0.00000		
	Cuadrático	0	0.97	0.91298	Valor estimado	4.13910	0.07793	-	
					EE ( ± )	0.37722	0.00664	-	
					Valor de P	0.00000	0.00000	0.00030	
	Cúbico	0	0.98	0.73004	Valor estimado	3.46900	0.10998	-	0.000001000
					EE ( ± )	0.36851	0.01143	0.00010	0.00000020
					Valor de P	0.00000	0.00000	0.00040	0.00640

**Nota:** Elaborado por el autor

Finalmente, se muestra detalladamente el crecimiento exponencial de las plántulas en altura desde su trasplante en las parcelas durante 360 días ( figura 9. ), en el que cada 30 días se recopiló datos se determinó que la parcela establecida en Bosque Primario 1 (BP-1) resultó porcentajes de crecimiento mayor que las demás parcelas, por otro lado el Bosque Primario 2 (BP-2) generó un crecimiento mínimo, a lo que se atribuyen problemas como clima, calidad del suelo y deficiencia de nutrientes.



**Figura 9.** Curvas de crecimiento en altura

**Nota:** Elaborado por el autor

Estudio reciente realizado por (Villareyna Acuña, 2016), menciona que el uso de *Inga* en plantaciones por lo general fijan nitrógeno, tienen crecimiento muy rápido y a su vez permite mejorar el balance en este elemento, mismo que influye en el crecimiento de las plantas en su entorno.

De igual manera (Aróstegui y Díaz , 2012) sostiene un mejor comportamiento en crecimiento en diámetro y altura en plantaciones en campo abierto donde se desarrollan de mejor manera comparando con los resultados en plantaciones en parcelas con los métodos de trasplante en diferentes bosques, pero con una mortandad mayor que la aceptada.

#### 4.1.9. Crecimiento en Diámetro

La tabla 12. muestra diferentes comportamientos en cada una de las parcelas, siendo de mayor significancia para todos los parámetros el modelo de crecimiento cúbico de *P. mediocris*, en el que se alcanzó los siguientes promedios a los 360 días: parcela de Bosque Primario (BP-1): 4.90 cm, Bosque Primario (BP-2): 4.60 cm, Arbolado *Inga* (A:I): 6.60 cm, Arbolado *Melastomataceae* (A.M): 4.43 cm, resolviendo que la mayor altura se logró en A.I.

**Tabla 12.**

*Medida promedio de diámetro (mm) hasta los 360 días*

ZONA	DÍAS												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
BP-1	2.70	3.00	3.30	3.29	3.40	3.40	3.54	3.70	3.80	3.90	4.20	4.56	4.90
BP-2	3.11	3.30	3.49	3.71	3.80	3.90	3.90	4.10	4.10	4.40	4.50	4.60	4.60
A.I	3.60	3.70	3.70	3.80	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	5.13	5.28	6.60
A.M	3.00	3.10	3.20	3.28	3.40	3.50	3.60	3.70	3.70	3.80	3.80	4.10	4.43
P.	3.10	3.28	3.42	3.52	3.60	3.70	3.81	3.98	4.05	4.23	4.30	4.50	5.13
D.E.	0.37	0.31	0.22	0.27	0.23	0.29	0.30	0.34	0.40	0.46	0.56	0.49	1.00
C.V.	12.06	9.45	6.44	7.80	6.42	7.96	8.00	8.56	9.98	11.00	13.04	10.81	19.44

*BP-1: Bosque Primario 1; BP-2: Bosque Primario 2; A.I: Arboleado Inga; A.M: Arboleado Melastomataceae; P.: Promedio; D.E.: Desviación estandar; C.V.: Coeficiente de Variación*

**Nota:** Elaborado por el autor

Como se puede observar en la tabla 13, se seleccionó el modelo cuadrático en BP-1 y AM, y modelo Linear en AI, a pesar de que el modelo cúbico reportará mayor R2 pero representa parámetros no significativos para  $p \leq 0,05$  en BP-2 se seleccionó el modelo cúbico, por ser el mejor ajuste.

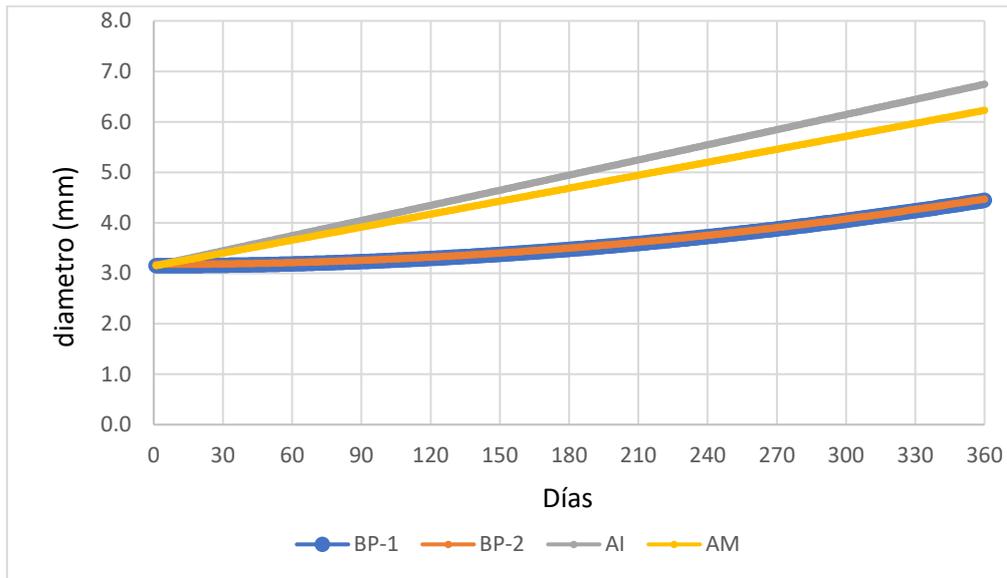
**Tabla 13.**

*Modelo para el crecimiento en diámetro del tallo*

	Modelo	Signif,	R2	EE ( ± )	Significación de los parámetros				
		P>F			Valor estimado	a	b	c	d
BP-1	Lineal	0,00	0,62	0,28	Valor estimado	3,07	0,00		
					EE ( ± )	0,11	0,00		
					Valor de P	0,00	0,00		
	<u>Cuadrático</u>	<u>0,00</u>	<u>0,77</u>	<u>0,22</u>	Valor estimado	3,15	0,00		
					EE ( ± )	0,07	0,00		
					Valor de P	0,00	0,00		
	Cúbico	0,00	<b>0,81</b>	0,22	Valor estimado	3,28	-0,01	0,00	0,00
					EE ( ± )	0,12	0,00	0,00	0,00
					Valor de P	0,00	0,23	0,18	<b>0,32</b>
BP-2	Lineal	0,00	0,60	0,26	Valor estimado	3,11	0,00		
					EE ( ± )	0,10	0,00		
					Valor de P	0,00	0,00		
	<u>Cuadrático</u>	<u>0,00</u>	<u>0,74</u>	<u>0,21</u>	Valor estimado	3,18	0,00		
					EE ( ± )	0,07	0,00		
					Valor de P	0,00	0,00		
	Cúbico	0,00	<b>0,77</b>	0,22	Valor estimado	3,27	0,00	0,00	0,00
					EE ( ± )	0,12	0,00	0,00	0,00
					Valor de P	0,00	0,61	0,62	<b>0,95</b>
A,I	<u>Lineal</u>	<u>0,00</u>	<u>0,91</u>	<u>0,34</u>	Valor estimado	3,15	0,01		
					EE ( ± )	0,12	0,00		
					Valor de P	0,00	0,00		
	Cuadrático	0,00	0,95	0,26	Valor estimado	3,37	0,00	0,00	
					EE ( ± )	0,12	0,00	0,00	
					Valor de P	0,00	0,33	0,01	
	Cúbico	0,00	<b>0,95</b>	0,27	Valor estimado	0,41	0,00	0,00	0,00
					EE ( ± )	0,15	0,00	0,00	0,00
					Valor de P	0,00	0,95	0,35	<b>0,68</b>
A,M	<u>Lineal</u>	<u>0,00</u>	<u>0,66</u>	<u>0,20</u>	Valor estimado	3,14741	0,00857		
					EE ( ± )	0,07	0,00		
					Valor de P	0,00	0,00		
	Cuadrático	<b>0,00</b>	<b>0,70</b>	<b>0,20</b>	Valor estimado	3,37402	0,02129		
					EE ( ± )	0,00	0,00		
					Valor de P	0,00	0,33	0,01	
	Cúbico	0,00	<b>0,76</b>	0,65	Valor estimado	0,4093	0,0003	0,00003	0,0000003
					EE ( ± )	0,10	0,00	0,00	0,00
					Valor de P	0,00	0,95	0,35	<b>0,68</b>

**Nota:** Elaborado por el autor

Continuando, la figura 10 muestra detalladamente el crecimiento de las plántulas en cuanto a su diámetro desde su trasplante en las parcelas durante 360 días, de igual manera se recopiló datos cada 30 días, por tanto, se logró determinar que la parcela establecida en Arbolado Inga (A.I) resultó porcentajes de crecimiento en diámetro mayores que las demás parcelas, por otro lado el Arbolado de Bosque Primario 1 y 2 (BP-1; BP-2) obtuvieron un crecimiento mínimo, a lo que se atribuyen problemas como clima, calidad del suelo y deficiencia de nutrientes.



**Figura 10.** Curvas de crecimiento en diámetro

**Nota:** Elaborado por el autor

#### 4.1.10. Número de Hojas

La tabla 14, representa el número de hojas que se realizó en campo se registró un mayor promedio al día 360 con una media de 25 hojas, para lo cual la parcela que más hojas sostuvo en el periodo de estudio fue Arbolado *Inga* (A.I) con 52 hojas, seguido por Arbolado *Melastomataceae* (A.M) con 17 hojas, finalmente Bosques Primarios 1 y 2 con 14 a 16 hojas respectivamente.

**Tabla 14.***Número de hojas.*

ZONA	DÍAS												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
BP-1	0	7	7	9	8	8	12	16	17	16	19	15	16
BP-2	4	5	7	9	9	11	14	17	6	10	13	13	14
A.I	3	5	11	14	19	25	30	36	33	33	48	53	52
A.M	0	0	0	5	5	13	13	16	16	17	15	16	17
P	2	4	6	9	10	15	17	21	18	19	24	24	25
D.E	2	3	4	3	6	8	8	10	11	10	17	19	18
C.V.	120	65	70	37	56	52	48	47	61	51	70	78	73

*BP-1: Bosque Primario 1; BP-2: Bosque Primario 2; A.I: Arboleado Inga; A.M: Arboleado Melastomataceae; P.: Promedio; D.E.: Desviación estandar; C.V.: Coeficiente de Variación*

**Nota:** Elaborado por el autor

Según Perdomo, Barbazán, y Durán Manzoni (2014), mencionan que la absorción de N de esta especie arbolada, influye en el entorno al crecimiento de otros especímenes, pudiendo llegar de manera más rápida al crecimiento, incluso hasta generar una madurez fisiológica.

## CONCLUSIONES

En la etapa de crecimiento de *P. mediocris*, las réplicas, se midieron en base a la altura y diámetro, para lo cual alcanzaron la altura requerida base a los 49 días, así mismo el diámetro del tallo tuvo mayor promedio a los 49 días, por cuanto *P. mediocris* logró desarrollarse en condiciones de vivero.

Por otra parte para el crecimiento ex situ, las plantas desarrollaron mayor de altura, diámetro y número de hojas, en parcela de arbolado Inga debido a la presencia de mayor cantidad de MO, fosforo, nitrógeno y luminosidad superior a las demás parcelas, es importante señalar que el tiempo de estudio fue el de 360 días, el modelo que presento el ajuste adecuado fue el lineal en todas las parcelas, debido a que el desarrollo de las plantas fue ascendiente y exponencial. Respecto a las variables físicas que se llegó a registrar la media alcanza en cada una de las parcelas, la altura máxima alcanzada fue de 37,2 cm, el diámetro máximo alcanzado fue de 6,6 mm y el número de hojas máximo registrado fue de 52 hojas, demostrando mayor desarrollo en la parcela antes mencionada.

Respecto a las variables ambientales como geo temperatura y el factor de luminosidad se obtuvo mayor desarrollo en el crecimiento de *P. mediocris*, puesto que en las Parcelas de Arbolado de Inga y Melastomatacea, fueron superiores a las parcelas de arbolado bosque primario 1 y bosque primario 2, por tanto, se entiende la incidencia de estos factores que fueron benéficos.

Sobre las variables meteorológicas registradas en la etapa de vivero, se obtuvo una temperatura promedio de 18,4 ° C y una humedad del 78%. En la fase de crecimiento ex situ, se registró la temperatura máxima de las parcelas de estudio, teniendo el resultado menor en el Bosque Primario 1y 2 con una temperatura de 21,5°C en el segundo trimestre y una temperatura máxima de ambiente en las parcelas de Arbolado de Melastomatácea e Inga con una temperatura de 23,7°C obtenida en el primer trimestre.

En lo que respecta a Geo temperatura se obtuvo la mínima temperatura registrada de 21,26°C en la parcela de bosque primerio 1, dato obtenido en el cuarto trimestre, y el registro máximo fue de 25,2°C obtenido en la parcela de arbolado de Inga en el primer trimestre.

Sobre el factor de Luminosidad se registró el valor de 24,60 lúmenes, siendo este el mínimo, registro tomado en el segundo trimestre en la parcela de Bosque Primario 1, y el valor máximo obtenido fue de 688,20 lúmenes, registrado en el tercer trimestre en la parcela de arbolado de inga.

El mejor resultado de propagación y crecimiento respecto a factores como altura, diámetro y número de hojas se produjo en la parcela de arbolado de Inga, seguido por la de melastomatácea y en tercer lugar de bosque primario 1 y 2, esto debido a la incidencia de factores ambientales, como luminosidad superior durante todo el año, sin embargo hubo mayor diferencia para el tercer trimestre donde Arbolado Inga y Melastomatacea fueron superiores a Bosque primario 1 y 2, de la misma manera hubo mayor temperatura ambiental y geo temperatura para las parcelas de inga y melastomatácea.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda analizar diferentes tipos de sustratos en la etapa de germinación para buscar la viabilidad de tener mayor porcentaje de germinación, esto debido a la escasa distribución de *Porcelia Mediocris*, por cuanto es necesario aprovechar todas las semillas posibles.

De la misma manera es recomendable aplicar nuevos estudios sobre procesos de escarificación para determinar el más efectivo al momento de tener la recolección de semillas.

Por último, se recomienda realizar un mapeo donde se identifique árboles semilleros, mismos que deberán ser considerados en cuanto a sus condiciones fenológicas.

En estudios próximos a la propagación y germinación ex situ, es importante verificar la posibilidad de controlar las condiciones ambientales, similares a las reflejadas en las hileras colocadas en Arbolado de Inga, debido a que el contenido de MO es superior y por ende garantiza mayor concentración de nitrógeno y fósforo.

En invernadero o sistema parecido en donde se realicen estos ensayos, se recomienda que en lo posterior la aclimatación de las plántulas se haga gradualmente, tratando de no dar cambios bruscos de clima, ya que aún al estar adaptadas a un ambiente natural se corre el riesgo de la muerte de los ejemplares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abril, R. (2016). Prospección y caracterización de plantas con diferentes usos en explotaciones agropecuarias de la provincia Pastaza, Ecuador.

Acevedo, C. J. E., Peláez, J. J. Z., y Moreno, V. E. O. (2012). Manual, Técnicas de Propagación de especies vegetales-Leñosas promisorias para El pie de monte de Caquet. Gráficas Florencia.

Acero, A. M. y Cortés, P. (2014, junio). Propagación de especies nativas de la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá, con potencial para la restauración ecológica. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, 38 (147), 195-205.

Aguirre, N., Günter, S., y Stimm, B. (2015). Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. DFG-UNL. Loja: Die Erde. Recuperado el 2019

Aróstegui, A. y Díaz, M. (2015). Memoria Institucional del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

Barraza, F., Benavides, O., y Torres, F. (2016). Calidad fisiológica y energía de germinación de semillas de balsamina (*Momordica charantia* L.). Revista de Ciencias Agrícolas, 33(1), 43-52. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163301.5>

Basantes, M. (2016). Silvicultura y Fisiología aplicada (D. Andrade, ed). Universidad de las Fuerzas Armadas; ESPE.

Blanco López, C. E., & Linares Brizuela, N. D. (marzo de 2015). Efecto de lombrices de tierra (*Pontoscolex corethrurus*) sobre el crecimiento de cultivos anuales y características físicas y químicas en suelos de Yurimaguas. El Salvador: Universidad de el Salvador.

Camacho, J. H., Forero, N., Ramírez, L., y Yolanda, R. (2017, octubre). Evaluación de textura del suelo con espectroscopía de infrarrojo cercano en un oxisol de Colombia. 20(1), 5-18. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a01>

FAO. (2014). Primer informe de los Recursos Genéticos Forestales en el Mundo. FAO.

FAO. (2013). Material de propagación de calidad declarada. Material de propagación de calidad declarada - Protocolos y normas para cultivos propagados vegetativamente(195). Roma, Italia: FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i1195s/i1195s.pdf>

FAO. (2012). *El estado de los Recursos Genéticos Forestales en el mundo - Informe Nacional - Ecuador*. Quito: FAO.

- Fernández, G. (2016). Estereoquímica. Obtenido de <https://www.colegiosantodomingo.cl/wp-content/uploads/2016/03/Estereoqu%C3%ADmica.pdf>
- Gastón, C. (2017). Estudio de la germinación de dos especies de *Teucrium* protegidas en la Región de Murcia [manuscrito publicado]. Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Gerhardt Analytical Systems (2021, enero). Análisis de nitrógeno el método de Johan Kjeldahl. A C. <https://www.gerhardt.de/es/>. Consultado el 14 de octubre de 2021.
- Guevara, E., y Guenni, O. (2014, octubre). Densidad y longitud de raíces en plantas de *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit. 13(4), 372-380.
- Hidalgo, P., Sindoni, M., y Méndez, J. (2009). Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales en vivero. Revista UDO Agrícola 9, 284(2): 282-288.
- Huanca, W. A. (2013). Métodos de Reproducción Asexual de plantas y su aplicación. Una-Puno.
- Hunter, D. y Heywood, V. (2012). Parientes Silvestres de los Cultivos Manual Para la Conservación In situ. Biodiversity International (IPGRI), Earthscan.
- INCA. (2011). Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Cultivos Tropicales, vol 32, núm 2, 02 de abril de 2011.
- INIA. (2018). Métodos de Análisis de fósforo para fertilizantes inorgánicos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno, Serie Actas INIA N° 58, 2018
- Jimenez, C., y Arias, D. (2014). Distribución de la biomasa y densidad de raíces finas en una gradiente sucesional de bosques en la Zona Norte de Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana, Vol. 1, Núm 2(2004).
- Laguna, R. (2010). Manual de prácticas de viveros Forestales. Manual de prácticas de viveros Forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Primera edición, 2010.
- Maldonado, A. D. (2016). Evaluación de diferentes dosis de Hexametáfosfato de sodio (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>, en la determinación de tres tipos texturales de suelo, mediante el Método de Bouyoucos [manuscrito publicado]. Ingeniería Agronómica, Universidad Central del Ecuador.
- Marcén, C. (2007). Un paseo didáctico por los Bosques Primarios. Greenpeace, 195. Obtenido de <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/bosques/un-paseo-didactico-por-los-bos.pdf>

Martínez, R., Azpiroz, H., Rodríguez, J., Cetina, V., y Gutiérrez, M. (2016). Importancia de las Plantaciones Forestales de *Eucalyptus. Ra Ximhai*. 2 (3), 815 -846.

Medina, J., Volke, V., Galvis, A., Cortéz, J., y Santiago, M. (2017, agosto). Incremento de la materia orgánica del suelo y rendimiento de mango en Luvisoles, Campeche, México. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 499-508. doi:10.15517/ma.v28i2.22236

Moran Delgado, G., y Alvarado Cervantes, D. G. (2010). *Métodos de Investigación*. Pearson Custom Publishing, I, 80. Obtenido de <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>

Navia, G. M. (2016, marzo). Análisis de los factores que promueven o limitan la producción de los cultivos y su relación con la floración del cacao. <https://docplayer.es/60984161-Analisis-de-los-factores-que-promueven-o-limitan-la-produccion-de-los-cultivos-y-su-relacion-con-la-floracion-del-cacao.html>, Consultado el 14 de octubre de 2021.

Osuna, H., Osuna Aída, y Fierro Andrés. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Casa abierta al tiempo. (Primera Edición: 2017).

Pallaroso, Barrera. W. R. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial (PDyOT) del cantón Carlos Julio Arosemena Tola*. GAD Carlos Julio Arosemena Tola.

Perdomo, C. A. y Barbazán, M. y Durán, J. M. (2014). *Nitrógeno*. Montevideo, Uruguay: AGT EDITORIAL.

Pereira, C., Maycotte, C. C., Restrepo, B. E., Mauro, F., Montes, A., Velarde, M. J., Marín, G. L. et al (2011). *Edafología 1 (Vol. I)*. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.

Pérez, N., Martínez, J., y Lindig, R. (2018). *Manual de Prácticas de Propagación de Especies Nativas*. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad UNAM.

Quinapallo, T. E, y Vélez, N. M. (2013). *Propagación Sexual y Asexual de cuatro Especies Forestales promisoras del bosque seco del Cantón Zapotillo Provincia de Loja*. [manuscrito publicado]. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

Rodríguez, Carlos; Alves Chagas, Edvan; Sánchez-Choy, José; Andrade dos Santos, Verónica; Bardales Lozano, Ricardo Manuel; Saldaña Ríos, Gisela. Capacidad de enraizamiento de plantas matrices promisorias de *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh en cámaras de subirrigación. *Revista Ceres*, vol. 61, núm. 1, enero-febrero, 2014, pp. 134-140. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.

Rubio, A. M. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornoques. [manuscrito publicado]. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Sevilla.

Tejeda, A. M. et al (2018). La Humedad en la Atmósfera, Bases Físicas, instrumentos y aplicaciones. Universidad de Colima.

UEA. (2018). Centro Experimental De Investigación Y Producción Amazónica (CEIPA), [https://www.uea.edu.ec/?page\\_id=2376](https://www.uea.edu.ec/?page_id=2376)

Varela, S, (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Latencia y germinación de semillas, Grupo de Ecología Forestal INTA EEA Bariloche. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_latencia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf)

Vargas, B., Belyani, M., Portuondo, A., Rizo, M., Miriela, C., Candó, L., & Ramírez, A. (2015). Algunas variables que inciden en las condiciones edafoclimáticas del huerto intensivo el vivero. *Ciencia en su PC, Centro de Información Tecnológica de Santiago de Cuba*(1), 72-81. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181338814006.pdf>

Vargas, M. (2019). Factores que afectan la germinación de semillas. Factores que afectan la germinación de semillas, 24(1), 26-31. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78728/3Vargas-semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villareyna Acuña, R. A. (2016, julio). Efecto de los árboles de sombra sobre el suelo, en sistemas agroforestales con café, incluyendo la fenología y fisiología de los cafetos. Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear.

## **LINKOGRAFÍA**

<https://bioweb.bio/floraweb/arbolesyasuni/FichaEspecie/Casearia%20arborea>, acceso Viernes, 13 de Septiembre de 2019.

## ANEXOS

### MARCO ADMINISTRATIVO

#### ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

<b>Nº. ACTIVIDAD</b>	<b>TAREAS</b>	<b>FECHA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>1</b>	Determinación del tema de estudio	6 y 20 de septiembre de 2018	Ing. André Tapia
<b>2</b>	Salida de campo: Selección de árbol semillero	4 y 8 de octubre de 2018	Ing. André Tapia
<b>3</b>	Salida de campo: Recolección de frutos	6 y 20 de noviembre de 2018	Ing. André Tapia
<b>4</b>	Salida de campo: Extracción de las semillas	6 y 20 de diciembre de 2018	Ing. André Tapia
<b>5</b>	Salida de campo: Determinar la calidad de las semillas extraídas.	9 y 23 de enero de 2019	Ing. André Tapia
<b>6</b>	Salida de campo: Identificación del área de estudio	6 y 27 de febrero de 2019	Ing. André Tapia
<b>7</b>	Salida de campo: Establecer condiciones para experimento	7 y 28 de marzo de 2019	Ing. André Tapia
<b>8</b>	Salida de campo: Condicionamiento del vivero	4 y 25 de abril de 2019	Ing. André Tapia
<b>9</b>	Salida de campo: Siembra de semillas en sustrato preparado	3 y 23 de mayo de 2019	Ing. André Tapia
<b>10</b>	Salida de campo: Medición del crecimiento embrionario.	5 y 27 de junio de 2019	Ing. André Tapia
<b>11</b>	Salida de campo: Toma de datos – mediciones	4 y 25 de julio de 2019	Ing. André Tapia
<b>12</b>	Salida de campo: Traslado y trasplante de plántulas-	1 y 22 de agosto de 2019	Ing. André Tapia
<b>13</b>	Salida de campo: Toma de datos – mediciones	5 y 26 de septiembre de 2019	Ing. André Tapia

#### ANEXO 2. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

<b>COLABORADORES</b>	<b>ÁREA</b>
MSc. Ricardo Abril	Metodología de la investigación

### ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS

#### Anexo 3. 1. Recolección de frutos y extracción de semillas



Nervaduras de la hoja



Forma de la semilla



Tamaño y forma de la hoja



Tamaño y forma de la hoja



Frutos recolectados



Tamaño y forma del fruto

### Anexo 3.3. Análisis de muestras en el laboratorio



Trituración de la materia orgánica



Trituración de la muestra de suelo



Tamizado de la materia orgánica



Muestra de raíces listas



Secado de las muestras de suelo



Pesaje de muestras de suelo frescas



Secado de las muestras de suelo



Pesaje de muestras de suelo frescas



Soluciones para NPK



Soluciones para NPK



Soluciones para NPK



Soluciones para NPK

**Anexo 3.2. Muestras secas de raíces**

<p>P3-M1-3B (2677)</p>	<p>P3-M1-3P (2678)</p>	<p>P6-SP3-M2 (2680)</p>
<p><b>BP-1A (2677)</b></p>	<p><b>BP-2A (2678)</b></p>	<p><b>BP-2B (2680)</b></p>
	<p>P-SP-M2 (2679)</p>	<p>P2-M1-SP3 (2676)</p>
<p><b>A. MELASTOMATACEAE</b></p>	<p><b>A. INGA 1A (2679)</b></p>	<p><b>A. INGA 1B (2676)</b></p>