UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

TEMA

CARACTERÍSTICAS DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO EN BANDEJA DE LA ESPECIE *Porcelia mediocris* N.A. Murray EN TRES AMBIENTES DIFERENTES DE LUZ Y TEMPERATURA.

AUTORES:

BRIYIDT MARYELI PILLCO HERRERA

JONNY DAVID QUISHPE LOPEZ

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Dr. RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS

PUYO – ECUADOR

2020

Declaratoria de Autoría y Cesión de Derechos

Quienes suscriben Pillco Herrera Briyidt Maryeli con C.I. 210072550-2, y Quishpe Lopez Jonny David con C.I: 060507352-7, hacen constar que son autores del Proyecto de Investigación titulado "CARACTERISTICAS DE GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO EN BANDEJA DE LA ESPECIE *Porcelia mediocris* N.A Murray EN TRES AMBIENTES DIFERENTES DE LUZ Y TEMPERATURA, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor de dicho trabajo, Dr. Ricardo Vinicio Abril Saltos. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 27 días del mes de agosto del 2020.

_____

Pillco Herrera Briyidt Maryeli
C.I. 210072550-2
Autor

_____

Quishpe Lopez Jonny David
C.I: 060507352-7
Autor

Certificado de aprobación por el tribunal de sustentación

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "Características de germinación y crecimiento en bandeja de la especie *Porcelia mediocris* N.A. Murray en tres ambientes diferentes de luz y temperatura*"*.

_____

Dr. Diego Gutiérrez del Pozo

Presidente del Tribunal

_____

M. Sc. Carolina García

Miembro del Tribunal

_____

M. Sc. Yamila Lazo

Miembro del Tribunal

Agradecimiento

Agradezco primero a Dios por guiarme en el largo camino de la vida, bendiciendo cada uno de los pasos que doy.

A mi padre Samuel Pillco quien sin importar la distancia siempre se mantuvo con pie firme apoyándome en cada una de las decisiones que he tomado, a mi madre Julia Herrera amiga y compañera de la vida que siempre tiene palabras de aliento para brindarme y no dejarme decaer, a mi hermano Jefferson Pillco que a pesar de las diferencias que tenemos nunca me ha dejado sola.

A nuestro tutor Ing. Ricardo Abril quien se mantuvo paciente en cada una de las dudas que teníamos, brindándonos sus conocimientos y experiencias para facilitar la realización de este trabajo de investigación.

A mi compañero de proyecto Jonny Quishpe con quien cruzamos camino desde nivelación formando una gran amistad que perdurara por un largo tiempo.

A mis amigos Carla Molina, Fernando Montero y Nina Morocho con quienes formamos un gran equipo de trabajo que nos ha permitido llegar hasta la culminación de nuestra carrera universitaria.

A la Universidad Estatal Amazónica por abrirme las puertas hacia el conocimiento, a todos los docentes que brindaron sus conocimientos animándome a continuar hasta cumplir con mis metas.

Briyidt Maryeli Pillco Herrera

Quiero agradecer primeramente a Dios todo poderoso; por su amor e infinita misericordia, por haberme dado la inmensa gratitud de la vida, sabiduría e inteligencia para hacer de mi un profesional.

A mis padres; Luis Ricardo Quishpe y Clara Teresa Lopez; por su apoyo incondicional y su inmenso amor, dedicación, entrega y confianza brindada durante todo este tiempo para ser cada día mejor.

A nuestro tutor Ing. Ricardo Abril quien nos apoyó, guio paso a paso y enriqueció con sus conocimientos y sugerencias para culminar el proyecto de investigación, su paciencia, dedicación y motivación ayudo a que lo difícil se hiciera más fácil.

A mi compañera de proyecto Briyidt Maryeli Pillco Herrera por todos los buenos momentos que pasamos juntos formando una gran amistad a lo largo de la realización del proyecto.

A la Universidad Estatal Amazónica por abrirme sus puertas de su seno científico, así como a los docentes quienes día a día nos brindaron sus conocimientos y apoyo a lo largo de nuestra carrera universitaria.

Jonny David Quishpe Lopez

Dedicatoria

A mi padre, madre y hermano por su apoyo incondicional, a mi hijo que viene en camino quien se ha convertido en mi motor para continuar luchando, a mis amigos y compañeros con quienes compartimos grandes momentos y a todas aquellas personas que me apoyaron a culminar mi carrera universitaria.

Briyidt Maryeli Pillco Herrera

A mi padre Luis Quishpe, por brindarme las mejores enseñanzas, sus consejos y la gran oportunidad de poder realizar y continuar mis estudios. A mi madre Clara Lopez, por su paciencia y apoyo brindado durante toda mi formación académica. A mis hermanos por la motivación y el apoyo incondicional para terminar y continuar mis estudios. Y también a todas las personas que hicieron posible que se cumplan mis metas.

Jonny David Quishpe Lopez

Resumen y Palabras clave

El presente proyecto de investigación tiene como propósito determinar las características de germinación y crecimiento en bandeja de la especie *Porcelia mediocris*, para lo cual se recolectaron semillas en un bosque primario dentro del CIPCA. A partir de esto se sembraron 4 réplicas con 10 semillas cada una en tres ambientes diferentes (bosque Primario, Bosque secundario, invernadero), una vez emergida la planta se registró su altura, diámetro y número de hojas de las plántulas, con una frecuencia de 15 días en las parcelas del CIPCA y 8 días en el invernadero durante 60 días, además se registró la temperatura y luminosidad, para estimar la curva de imbibición se estableció 3 réplicas con 5 semillas cada una, donde se registró el peso inicial y final después de haber sido sumergidas en agua destilada en los tiempos de 1,2,3,4,7,12, y 24 horas. El mayor porcentaje de germinación se registró en la parcela baja con una media de 70%, sin embargo, el menor tiempo de días a la emergencia se evidencio en el invernadero con una media de 67.6 días. Con relación a la altura se obtuvo un crecimiento de 19.45cm (parcela baja), 13.57 cm (invernadero) y 11.68 cm (parcela alta). Como conclusión esta especie presenta mayores porcentajes de germinación en ambientes donde la temperatura se mantiene constante y presenta mayor crecimiento en ambientes con poca luminosidad.

Palabras clave: Curva de imbibición, porcentaje de emergencia, altura, diámetro, velocidad de germinación.

Abstract and Keywords

The aim of this research project is to determine the germination and growth characteristics of the Porcelia mediocris species, for which seeds were collected in a primary forest in the CIPCA (Research Center for Training), and they were planted 4 replies with 10 seeds each one in three different environments (Primary forest, Secondary forest, greenhouse), once the plant emerged, it was measured its height, diameter and leaf number of the seedlings with a frequency of 15 days in the CIPCA plots and 8 days in the greenhouse during 60 days, Moreover, temperature and luminosity were recorded, to estimate the imbibition curve, 3 replies were established with 5 seeds each one, where the initial and final weight were registered , after being submerged in distilled water in times of 1,2 , 3,4,7,12, and 24 hours. The highest germination percentage was registered in the low plot with an average of 70%. However, the shortest time of days to emergence was evidenced in the greenhouse with an average of 67.6 days. Regarding the height, it was obtained a growth of 19.45 cm (low plot), 13.57 cm (greenhouse) and 11.68 cm (high plot).As a conclusion, this species presents higher germination percentages in environments where the temperature remains constant and shows greater growth in environments with little light.

Keywords: Imbibition curve, emergency percentage, height, diameter, germination speed.

Tabla de contenido

Declaratoria de Autoría y Cesión de Derechos II

Certificado de aprobación por el tribunal de sustentación III

Agradecimiento IV

Dedicatoria VI

Resumen y Palabras clave VII

Abstract and Keywords VIII

Capítulo 1 1

1.1. Introducción 1

1.2. Planteamiento del problema. 2

1.2.1. Formulación del problema. 2

1.3. Objetivos. 2

1.3.1. Objetivo general. 2

1.3.2. Objetivos específicos 2

1.4. Justificación. 3

Capitulo II: Fundamentación teórica de la investigación 5

2.1. Marco Teórico. 5

2.1.1. Descripción taxonómica. 5

2.1.2. Características botánicas. 5

2.1.3. Importancia del genero 5

2.2. Angiospermas 6

2.2.1. Ciclo de vida de las angiospermas 6

2.3. Semilla 8

2.4. Germinación 8

2.4.1. Fases de germinación de semillas 8

2.4.2. Factores que influyen en la germinación 9

2.4.3. Dormancia en semillas. 12

2.4.5. Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación y crecimiento de las plantas. 15

Capitulo III: Metodología de la investigación 17

3.1. Localización. 17

3.2. Diseño de investigación. 19

3.3. Método de investigación. 19

3.3.1. Fase de germinación. 19

3.3.2. Crecimiento en bandeja. 20

3.3.3. Registro de temperatura y luminosidad 20

3.3.4. Curva de imbibición 22

3.4. Análisis de datos 22

3.5. Materiales y equipos 23

Capitulo IV: Análisis de resultados 24

Curva de imbibición 24

Germinación y crecimiento en invernadero. 25

Germinación. 25

Desarrollo de plántulas dentro del invernadero. 27

Germinación y crecimiento en bandejas sembradas en el CIPCA. 29

Germinación. 29

Desarrollo de plántulas en el CIPCA. 32

Temperatura y Humedad relativa 36

Análisis de varianza 37

Conclusiones y Recomendaciones 39

Conclusiones. 39

Recomendaciones. 39

Bibliografía 40

Anexos 48

Índice de Tablas.

Tabla 1: Coordenadas y características de las parcelas ubicadas en el CIPCA. 17

Tabla 2: Registro de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero. 21

Tabla 3: Registro de temperatura y Humedad relativa en el CIPCA. 21

Tabla 4: Registro de luminosidad (lux).....22

Tabla 5: Porcentaje (%) y días a la emergencia. 25

Tabla 6: Porcentaje (%) de emergencia en bandejas sembradas en el CIPCA. 30

Tabla 7:Análisis de varianza. 37

Tabla 8: Prueba de comparación de medias de Duncan. 38

Índice de Figuras.

Figura 1: Esquema del ciclo de vida de las angiospermas. 7

Figura 2.- Ubicación del área de estudio. (Figura 1a: Ubicación del área de estudio en Ecuador; 1b: Ubicación de las parcelas dentro del CIPCA; 1c: Ubicación del invernadero en la parroquia Tarqui) 18

Figura 3: Curva de imbibición**.** 24

Figura 4: Porcentaje de germinación en invernadero. 26

Figura 5: Crecimiento en altura de las plántulas dentro del invernadero. 28

Figura 6: Desarrollo del diámetro de las plántulas dentro del invernadero. 28

Figura 7:Desarrollo de las hojas de las plántulas dentro del invernadero. 29

Figura 8:Porcentaje de germinación en la parcela alta. 31

Figura 9:Porcentaje de germinación en la parcela baja. 31

Figura 10: Crecimiento en altura de la especie dentro de la parcela alta. 32

Figura 11:Crecimiento en altura de la especie dentro de la parcela baja. 33

Figura 12: Desarrollo del diámetro de la especie dentro de la parcela alta. 34

Figura 13: Desarrollo del diámetro de la especie dentro de la parcela baja. 34

Figura 14:Número de hojas de la especie dentro de la parcela alta. 35

Figura 15:Número de hojas de la especie dentro de la parcela baja. 35

Capítulo 1

1.1. Introducción

Porcelia mediocris N.A.Murray pertenece a la familia Annonaceae conocido también como llanto caspi es un árbol que puede alcanzar hasta los 30 m de altura, presenta una distribución neotropical en los bosques por debajo de 1500 msnm a lo largo de la ladera oriental de los Andes desde el norte de Bolivia y continúa hacia el este de Panamá, en el Ecuador se lo encuentra en las provincias de: Napo, Sucumbíos y Zamora Chinchipe (Grandtner y Chevrette, 2013).

La importancia de la especie *P. mediocris* radica principalmente en que al ser arboles maderables se pueden obtener vigas para la construcción de viviendas, así como también leña de buena calidad, su importancia ecológica se enmarca al ser una especie propia de la zona puede ser utilizada para la reforestación de zonas degradas además que sus frutos sirven como alimento para ciertas especies de animales como (Chorongos, Guantas, guatusas y guatines) (Cerón y Montalvo, 1998).

En la actualidad los ecosistemas forestales se ven afectados por distintos factores ambientales y antropogénicos como los incendios, aumento de la zona urbana, expansión de la frontera agrícola y sobre explotación del recurso forestal; tales acciones están ocasionando su degradación. Algunas especies maderables propias de las zonas han experimentado gran disminución debido al aumento en la explotación y la regeneración poco exitosa (Valladares, Peñuelas y Calabuig, 2005).

En la Amazonía ecuatoriana la sobreexplotación del bosque cada vez es mayor debido al aumento de la frontera agrícola y obtención de recursos económicos a través de la madera. Este suceso visibiliza la necesidad de contar con información que permita conocer las características germinativas y de crecimiento de las especies propias de la región amazónica con la finalidad de obtener datos confiables para planes silviculturales y de restauración de los bosques.

1.2. Planteamiento del problema.

La amazonia ecuatoriana cuenta con una gran diversidad de flora que brinda múltiples beneficios tanto para el hombre como para la misma fauna silvestre, actualmente presenta un deterioro debido a diversos factores como la deforestación, tala ilegal y crecimiento poblacional que intensifican el uso de suelo. Destacando la especie *P. mediocris* su importancia radica principalmente en que es un árbol muy utilizado por la nacionalidad Huaorani para la construcción de viviendas debido a la alta resistencia que presenta su madera (Tirira y Ríos, 2019), además su fruto sirve de alimento para ciertas especies de animales como monos chorongos, guanta, guatusa y guatines. En la actualidad el género Porcelia solo reporta estudios que describen su composición química, obtención de aceites esenciales a partir de los frutos y su potencial Fito-farmacológico, dejando de lado la determinación de las características de germinación y desarrollo de la misma.

1.2.1. Formulación del problema.

No existe información sobre las características germinativas y de crecimiento en bandeja de la especie *P. mediocris* en el Ecuador, por lo cual no se puede llevar a cabo una explotación a gran escala.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar las características de germinación y crecimiento en bandeja de la especie *P. mediocris*, en tres ambientes diferentes de luz y temperatura en el centro de investigación, posgrado y conservación amazónica.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar las características de vigor germinativo y tasa de germinación de la especie *P. mediocris*.
- Caracterizar el crecimiento en altura, diámetro y numero de hojas de las plántulas de la especie *P. mediocris* hasta los 60 días desde su emergencia.
- Determinar la curva de imbibición de la especie.
- Analizar la influencia de la temperatura y luminosidad en el desarrollo de la especie.

1.4. Justificación.

La importancia de la biodiversidad va más allá de un valor intrínseco, todo nuestro bienestar y calidad de vida dependen de lo que ella nos proporciona. La ciencia ha identificado más de un millón y medio de especies, entre el 10% y el 50% de las que pensamos que existen en el mundo, toda esta riqueza está en peligro. Actualmente la actividad humana está causando la extinción de las especies a un ritmo 1000 veces mayor que el ritmo natural. Las principales causas de pérdida de biodiversidad se basan fundamentalmente a la sobreexplotación del medio natural, el uso descontrolado de los recursos naturales (Talleria, 2013), la perdida de habitas, la deforestación, la presencia de agentes contaminantes y la introducción de especies exóticas invasoras que producen cambios o alteraciones drásticas frente a los cuales los organismos residentes no son capaces de responder adaptivamente (Castellanos, 2006). Estas acciones pueden originar la extinción de especies vegetales y animales siendo uno de los síntomas más preocupantes del deterioro ambiental en el mundo ya que constituye un proceso irreversible que nos priva para siempre de un material genético único e irremplazable del que tal vez ni siquiera sepamos aún que aplicaciones prácticas podrá tener en beneficio de la misma humanidad que los destruye. Además, la alteración y destrucción de ecosistemas hace que muchas especies estén en peligro de extinción. Esto puede producir un efecto dominó, dado que la pérdida de unas especies puede conducir a la de otras, así como influir en el ser humano (Dorado, 2010)

La Amazonía occidental es el área más biodiversa de toda la cuenca amazónica, su flora brinda múltiples beneficios para los seres vivos ya sean estos como alimentos o refugio de la fauna, o como fuente de materia prima y de salud para el hombre; permite tener un equilibrio del planeta mediante la captación y almacenamiento de agua, siendo un agente anti-erosivo, regulando el clima local, finalmente reduciendo la contaminación ambiental (Arias *et al*., 2012). Las especies vegetales de la amazonia ecuatoriana representan una gran importancia, tanto a nivel de la medicina tradicional como en el desarrollo de fitofármacos, además de servir como material de construcción para viviendas y alimento.

Esto conlleva a un inmenso potencial de desarrollo de investigaciones de las especies, pues si bien se han investigado características etnobotánicas y sus potenciales usos como fitofármacos del género Porcelia, son escasos los estudios enfocados a su germinación,

propagación, y crecimiento. Por lo cual el desarrollo de este proyecto permitirá conocer dichas características, para que posteriores estudios puedan plantear estrategias para su uso, conservación y además de evitar la extinción de la especie.

Los beneficiarios del presente proyecto de investigación serán los pobladores del cantón Santa Clara, quienes usan el recurso vegetal como fuente de alivio a dolencias, para construcción de viviendas etc. Los resultados del proyecto pueden ser utilizados por organismos gubernamentales y no gubernamentales, que se encuentren enfocados a la preservación del material genético. Además, de las industrias interesadas en la producción de fitofármacos que requieran de la provisión del material de propagación de esta especie.

Capitulo II: Fundamentación teórica de la investigación

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Descripción taxonómica.

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: *Porcelia*

Especie: *mediocris*

Nombre científico: *P. mediocris* N.A. Murray

2.1.2. Características botánicas.

La familia Annonaceae pertenece al orden magnoliales y clase magnoliopsida, está constituida por 110 géneros y 2400 especies (Xue *et al*., 2020) . Destacando al género Porcelia, misma que está compuesta por siete especies, presenta una distribución neotropical en los bosques por debajo de 1500 msnm a lo largo de la ladera oriental de los Andes desde el norte de Bolivia y continúa hacia el este de Panamá (Murillo, 2001).

Presenta características morfológicas de árboles de 12 hasta 30 metros de altura, DAP 8-20cm, sus hojas son caducas, su fruto es un agregado de monocarpos indehiscentes masivos que posee una corteza gruesa de pulpa dulce, suculenta y fibrosa, su inflorescencia es abundante, además de sus frutos notables, el género se caracteriza por abundantes flores que nacen individualmente en brotes largos o en grupos en brotes cortos, pétalos en dos espirales de aproximadamente el mismo tamaño y grosor, y el polen en polígonos de 16 o más granos (Murray, 1993).

2.1.3. Importancia del genero

El género Porcelia presenta varias investigaciones relacionados con sus propiedades químicas ya que en varios estudios realizados encontraron que posee propiedades que pueden dar alivio a algunas enfermedades como la enfermedad de Chagas (Da Silva *et*

al., 2013), además de la obtención de aceites esenciales que podrían servir para el desarrollo de nuevos agentes anticancerígenos para el tratamiento de la leucemia (Santos *et al*., 2015).

En el Ecuador específicamente la especie *Porcelia mediocris* también conocido como sauco, a'cho omenda (Cofán), llanto caspi (Kichwa) o catabecahue (Huaorani), se encuentra distribuido en la región amazónica en las provincias de Sucumbíos, Napo y Zamora Chinchipe (Grandtner y Chevrette, 2013). Particularmente los beneficios que se le atribuye a esta especie son principalmente madereros ya que se pueden obtener vigas para la construcción de viviendas, así como también la obtención de leña de buena calidad, además sus frutos sirven como alimento para ciertas especies de animales como: (Chorongos, Guantas, guatusas y guatines) (Cerón y Montalvo, 1998).

2.2. Angiospermas

Las angiospermas son el grupo más extenso del reino de las Plantas. Se conocen como las plantas con flor, ya que poseen como característica distintiva la flor. El termino angiosperma proviene de las palabras griegas “angion” que significa recipiente, y de la palabra “sperma”, que se quiere decir semilla. Por tanto, el nombre angiospermo significa recipiente de semillas (Brako y Zarucchi, 1993). Las Angiospermas son plantas cormofitas, es decir, con tejidos y órganos perfectamente diferenciados pueden ser árboles, como el roble, arbustos, como el tomillo, o hierbas, como el trigo. Son las únicas plantas que se han adaptado a vivir en todos los ecosistemas de la Tierra, salvo en las regiones polares; los cactus viven en los desiertos, las poseidonias en el fondo del mar y los edelweiss en las cumbres de las montañas. En el ecuador se registra 16.308 especies de angiospermas (Neill, 2012).

2.2.1. Ciclo de vida de las angiospermas

Durante el ciclo de vida de una angiosperma, dentro de la antera de la flor, las células madre de las microsporas se dividen meióticamente originando, cada una, cuatro microsporas haploides. El núcleo de cada microspora se divide luego mitóticamente y la microspora desarrolla un grano de polen bicelular, que es un gametofito masculino inmaduro. Una de las células se divide posteriormente otra vez, habitualmente después del desarrollo del tubo polínico, dando como resultado tres células haploides por grano de polen: dos gametos masculinos inmóviles y la célula generadora del tubo polínico.

Dentro del óvulo, una célula madre de la megaspora se divide meióticamente y forman cuatro megasporas haploides. Tres de las megasporas se desintegran; la cuarta se divide mitóticamente, da lugar a el saco embrionario -el gametofito femenino- que consiste en siete células con un total de ocho núcleos haploides (la célula central grande contiene dos núcleos, los núcleos polares). Una de las células más pequeñas, que contiene un solo núcleo haploide es la ovocélula. El polen germina sobre el estigma, produciendo un tubo de polen que crece a través del estilo hasta el ovario. El tubo de polen en crecimiento penetra en el óvulo a través de una pequeña abertura conocida como micrópilo. Los dos gametos masculinos inmóviles pasan a través del tubo al saco embrionario; el núcleo de un gameto masculino fecunda a la ovocélula. El otro se fusiona con los núcleos polares, formando una célula triploide (3n) que se desarrolla en un tejido nutritivo, el endosperma. El embrión pasa por sus primeras etapas de desarrollo mientras se encuentra aún dentro del ovario de la flor, el ovario mismo madura y se transforma en fruto. La semilla, liberada del esporofito materno en estado latente, germina finalmente formando una plántula (Curtis, 2008).

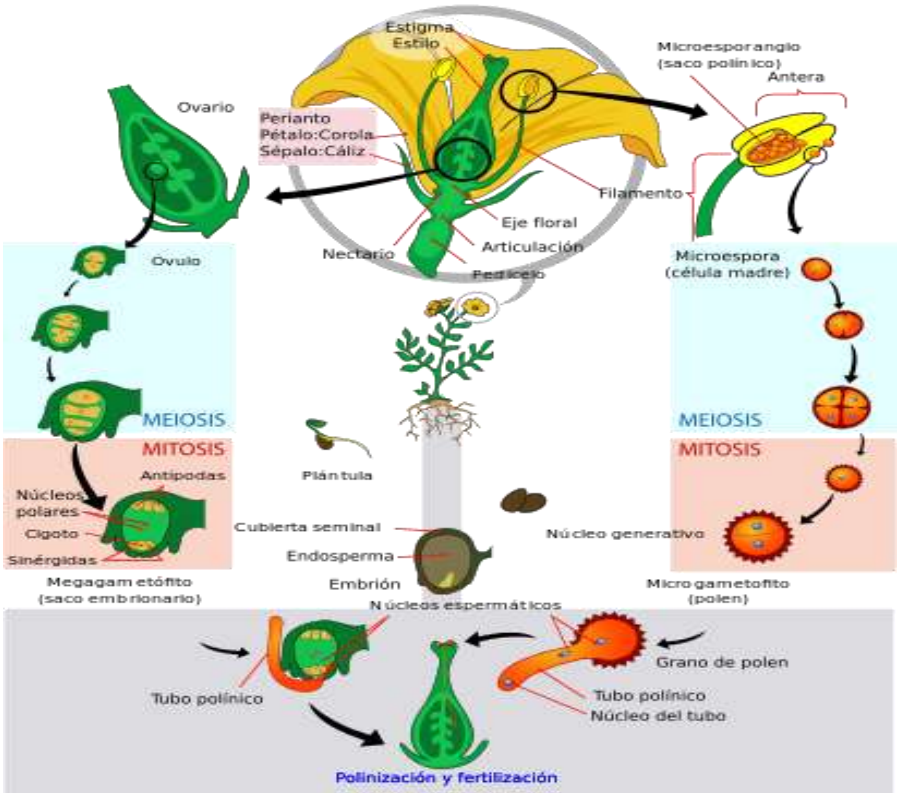

Figura 1: Esquema del ciclo de vida de las angiospermas.

(Fuente: Angiosperm_life_cycle_diagram.svg: LadyofHats Mariana Ruizderivative work: Tinymonty [Public domain] vía Wikimedia Commons)

2.3. Semilla

De acuerdo con Doria (2010) la semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Su función principal es la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica.

Por otra parte, Mantilla (2008) define a la semilla como el órgano de dispersión y perpetuación de las angiospermas y representa la culminación de la evolución reproductiva de las plantas.

Rodríguez y Aguilar (2013) mencionan que las semillas son el principal recurso para la agricultura como para la silvicultura además de ser el material genético más utilizado para la reproducción de especies forestales que son utilizadas para la reforestación y también para la conservación del germoplasma vegetal y para la recuperación de especies. Las semillas se las puede conservar vivas por un periodo de 10 años, siendo así donde aseguramos la preservación de especies y la variedad de plantas valiosas. Las semillas tienen múltiples usos, desde la alimentación, la decoración, la reforestación y un enorme potencial para la conservación y manejo de nuestros recursos naturales. (Doria, 2010).

2.4. Germinación

La germinación incorpora aquellos eventos que se inician con la absorción de agua por la semilla seca y termina con la elongación del eje embrionario. El proceso concluye cuando la radícula penetra y atraviesa las estructuras que rodean al embrión, lo que frecuentemente se lo conoce como germinación visible (Herrera, Alizaga, Guevara y Jiménez, 2006)

La germinación está ligada a fenómenos por los cuales el embrión, que se encuentra en estado de vida latente dentro de la semilla, restablece su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula (Matilla, 2008)

2.4.1. Fases de germinación de semillas

Fase 1: Imbibición.

El primer paso para la geminación es la adsorción de agua necesaria para humedecer las enzimas y estructuras de las semillas secas. La imbibición es un proceso físico que

ocurre en las semillas debido al gradiente de potenciales hídricos entre la semilla y el medio de germinación. La cantidad de agua ingerida durante la imbibición depende de la naturaleza de la semilla, esta es relativamente poco y puede que no exceda 2 a 3 veces el peso seco de la semilla. La absorción de agua durante la imbibición está acompañada de la liberación de grandes cantidades de gas además de dióxido de carbono (Villamil y García, 1998).

Fase 2: Inicio de actividad fisiológica.

Durante esta fase no hay adsorción de agua o es muy reducida es un periodo de muy intensa actividad fisiológica donde todo el aparato celular es rehidratado. De igual manera comienza la actividad enzimática los procesos de respiración y síntesis de ATP se incrementan marcadamente (Jara, 1996).

Fase 3: Desarrollo y emergencia de la radícula.

En esta última fase de la germinación, paralelamente al incremento de la actividad metabólica, se produce el crecimiento y alargamiento celular de las células de la radícula a través de las cubiertas seminales. Las semillas que han alcanzado la fase de crecimiento no pueden volver a etapas anteriores y en el caso de que las condiciones del medio no permitan que esta fase pueda seguir adelante, la semilla morirá. Una vez que la radícula ha roto las cubiertas seminales, se inicia el desarrollo de la plántula, proceso complejo y variable según las especies, que implica un elevado gasto de energía que se obtiene mediante la movilización de las reservas nutritivas de la semilla (Villamil y García, 1998).

2.4.2. Factores que influyen en la germinación.

La germinación de las semillas está controlada por varios mecanismos y es necesaria para el crecimiento y desarrollo del embrión, lo que resulta en la producción final de una nueva planta. Baskin y Baskin (1998) indican que la germinación es una de las fases más críticas en el desarrollo de cualquier especie y que cada una de estas posee un rango específico de factores ambientales que son necesarias para que este proceso sea exitoso; entre estos, los más conocidos son temperatura, luz, pH y humedad del suelo. De igual manera Jarma, Arvelaez, y Clavijo (2007) mencionan que la temperatura influye en la germinación ya que algunas semillas de diferentes especies son poco tolerantes a los cambios de temperatura lo cual no les permite germinar, otro factor que influyen en la germinación es la luminosidad. Bakar y Nabi (2003) indican que la baja o nula

luminosidad que recibe la semilla enterrada a profundidades superiores a 2cm, inducen una dormancia en la especie lo cual reduce significativamente los porcentajes de germinación, el tamaño de la semilla es otro factor que influye en la germinación ya que mientras más grande es la semilla mayor reserva de alimentos guarda y le permite tener un mayor índice de germinación a diferencia de las semillas pequeñas (Baskin y Baskin, 1998).

Según Courtis (2013) los factores que afectan a la germinación de la semilla son dos, se los considera como factores internos y externos.

2.4.2.1. Factores internos o intrínsecos

Son aquellos que afectan directamente a la semilla, propios de la misma como son la madurez y viabilidad de las semillas.

Madurez de la semilla.

Se considera una semilla madura cuando ha alcanzado su perfecto desarrollo, desde el punto de vista fisiológico como morfológico. La madurez morfológica de la semilla se consigue cuando las distintas estructuras de la misma han completado su desarrollo, obteniendo por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo (Gastón, 2017). También, se la relaciona con la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla. Aunque las semillas se encuentren morfológicamente maduras. Varias de ellas no están en la capacidad de germinar, estas necesitan una serie de transformaciones fisiológicas. La madures fisiológica se la consigue al igual que la morfológica, como también puede existir una diferencia de semanas, meses y en casos especiales hasta años (Rodríguez, 2017).

Viabilidad de la semilla.

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. Teniendo en cuenta la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas se encuentran viables, donde esta pueda ser germinada, aún, después de decenas o centenas de años. La semilla pierde su viabilidad por diversas causas, se podría decir que mueren porque agotan sus reservas nutritivas,

pero no, sino que conservan la mayor parte de las mismas cuando ya han perdido su capacidad germinativa (Orantes, Pérez, Rioja y Garrido, 2013).

2.4.2.2. Factores externos o extrínsecos.

Entre los factores ambientales más importantes que afectan el proceso de germinación y crecimiento de la planta se destacan: la humedad, temperatura, gases e iluminación.

Humedad

La absorción de agua es el primer paso y el más importante, que tiene lugar durante la germinación, para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos. La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En ambientes normales, el potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Una vez que emerge la radícula el agua llega al embrión por las paredes celulares de la cubierta seminal, siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico (Doria, 2010). Si bien el agua es requerida para que ocurra la germinación, un exceso de la misma puede ser contraproducente a este proceso, al reducir la disponibilidad de oxígeno para el embrión (Herrera, *et al*., 2006)

Temperatura

La temperatura influye sobre el proceso germinativo, infiriendo con la disponibilidad de oxígeno para el embrión. Conforme se incrementa la temperatura aumenta la intensidad de las reacciones metabólicas y a la vez disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua de imbibición, lo que reduce la cantidad de oxígeno disponible para el embrión. Si bien la temperatura aumenta la velocidad de imbibición de la semilla no afecta la tasa final de imbibición. Las semillas de clima tropical, debido a la mayor uniformidad en la temperatura en estas regiones, presentan una menor respuesta a este factor (Herrera, *et al*., 2006).

Gases

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio airado que permita una adecuada disponibilidad de oxígeno y dióxido de carbono. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con una concentración de 21% de O2 y un

0.03% de CO2. Para que la germinación tenga éxito el oxígeno disuelto en el agua debe llegar hasta el embrión (Doria, 2010).

Iluminación

La luz desempeña un papel muy importante en la germinación de semillas por la influencia controlada sobre el crecimiento de las plántulas, de ahí que el proceso de germinación se acelere en mayor porcentaje cuando se cubre el medio con algo oscuro la importancia de la luz es notoria después de que la radícula ha salido, pues se necesita una intensidad lumínica relativamente alta para producir plantas fuertes y vigorosas (Sierra, 2005).

Según Salazar y Vargas (2018) el efecto que las condiciones de iluminación tienen sobre las semillas permite clasificar a éstas en tres categorías.

a) Semillas con fotosensibilidad positiva. Son semillas que germinan preferentemente bajo iluminación.

b) Semillas con fotosensibilidad negativa. Son semillas que germinan preferentemente en oscuridad, mientras que la iluminación inhibe su germinación.

c) Semillas no fotosensibles. Son semillas que germinan independientemente de las condiciones de iluminación.

2.4.3. Dormancia en semillas.

La dormancia o también denominada latencia, dormición, letargo, reposo o vida latente. Es el estado en el cual las semillas a pesar de tener las condiciones normales para su germinación, no lo hacen, debido a mecanismos físicos y fisiológicos internos de la semilla.

Mérola y Díaz (2012) describen a la dormancia como un bloqueo interno propio de la semilla que determina que la misma no germine en condiciones consideradas como favorables durante determinado período de tiempo. Característica adaptativa que determina que las semillas germinen en un momento o lugar favorables a su sobrevivencia

Para Pelton (1965) considera a la dormancia como una característica heredable, cuya expresión es modificada por las condiciones ambientales que se dan durante el proceso de maduración de la semilla sobre la planta madre.

Varela y Arana (2011) definen el estado de latencia como la incapacidad de una semilla viable para germinar bajo condiciones ambientales favorables. Además, se considera como uno de los principales problemas para establecer cultivos de semillas, que en condiciones naturales asegura la supervivencia de las especies en situaciones desfavorables (Sanabria, Silva, Oliveros, y Barrios, 2001). Baskin y Baskin (2004) clasifican la dormancia en: fisiológica, regulada por la temperatura; morfológica, se presenta por el subdesarrollo del embrión; morfofisiológica, cuando existe efecto de los dos tipos de dormancia anteriormente citadas; física, presente cuando existen capas impermeables al agua; y combinada, cuando una semilla presenta todos los tipos de latencia citados.

Latencia física.

La latencia física denominada como interna o endógena, puede generarse por la semipermeabilidad de la cubierta de la semilla, conocida como imbibición tegumentaria, es característico de muchas especies de plantas en las cuales el embrión está encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios días, aun con temperaturas elevadas. (Herrera, Alizaga, Guevara, y Jiménez, 2006).

Latencia morfológica o embrionaria:

Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo.

Dentro de esta categoría hay dos grupos:

- **Embriones rudimentarios.**

Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un preembrión embebido en un endospermo, al momento de la maduración del fruto. También en el

endospermo existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.

- **Embriones no desarrollados.**

Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

Latencia Fisiológica (latencia primaria).

Corresponde a aquélla en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibidor, interno, intermedio e inducido principalmente por cubiertas de las semillas y tejidos de almacenamiento circundante del embrión.

Latencia Interna o endógena (latencia secundaria).

En muchas especies es controlada en el interior de los tejidos. El control interno de la germinación implica dos fenómenos separados: el primero, es el control ejercido por la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas (Jara, 1996), esta categoría se conoce como imbibición tegumentaria, donde la latencia puede estar generada por la presencia de factores internos, los cuales pueden estar presentes porque las semillas son impermeables al oxígeno o por la presencia de fenoles y que al ser eliminados permite la germinación de la semilla. El ácido abscísico y las giberelinas participan en la regulación de este tipo de inhibición (Herrera *et al*., 2006).

El segundo, es un letargo presente en el embrión que se supera en ocasiones con exposición a enfriamiento en húmedo (Hartmann, Kester, Davies Jr, & Geneve, 2014). Esta categoría se conoce como latencia embrionaria, en la cual las semillas pueden germinar inicialmente aún en estado de latencia, pero en un margen estrecho de condiciones ambientales. Una vez eliminada la latencia, las semillas pueden germinar en un rango más amplio de condiciones, (Herrera *et al*., 2006) . Dentro de la latencia embrionaria, se pueden encontrar las siguientes clasificaciones:

Latencia combinada morfo-fisiológica.

Consiste en la combinación del subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuertes. Latencia combinada exógena – endógena. - Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena (Varela y Arana, 2011).

También la velocidad de germinación de las semillas es influenciada por varios factores ambientales, y entre los más importantes están la disponibilidad de agua y luz, temperatura, oxígeno y dióxido de carbono, los cuales pueden inhibir o estimular la germinación y el efecto combinado de ellos determina la duración y tasa de germinación (Herrera *et al.*, 2006).

2.4.5. Influencia de la temperatura y luminosidad en la germinación y crecimiento de las plantas.

Para que una semilla pueda germinar debe encontrarse en condiciones ambientales favorables de temperatura, humedad y luminosidad, teniendo en cuenta que estos factores varían según la especie de la que se esté estudiando (Sanan y Kumari, 2020). Si estas condiciones presentan una variabilidad desfavorable para la semilla pueden generar estrés y falta de germinación, es así como se relaciona la tasa y vigor germinativo con la temperatura y luminosidad que reciben las semillas (Baskin y Baskin, 2014; Valverde, Morales, y García, 2019).

La temperatura es el factor decisivo en el proceso germinativo de las semillas, ya que este influye en 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 mínimo de temperatura existiendo un óptimo intermedio denominado como cardinal de germinación donde la semilla puede germinar favorablemente. Si la temperatura es muy alta o baja, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables. Doria (2010) menciona que las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a los 25 °C.

De la Cuadra (1993) menciona que las semillas presentan su propio rango de temperatura (máximo, optimo y mínimo), y luminosidad aceptable (con luz y sin luz) para que puedan germinarse adecuadamente. La luz estimula la germinación de las semillas de

muchas especies silvestres y agrícolas de acuerdo con Pérez y Pita (2001) el efecto que tiene la luz sobre las semillas se puede clasificar en tres categorías:

- Semillas con fotosensibilidad positiva: Son aquellas que germinan preferentemente bajo iluminación.

- Semillas con fotosensibilidad negativa: Aquellas que germinan preferentemente en oscuridad, mientras que la iluminación inhibe su germinación.

- Semillas no fotosensibles: aquellas que germinan independientemente de las condiciones de iluminación.

Por otro lado, en el crecimiento de las plantas la luminosidad influye en los procesos fisiológicos, morfogenética y reproductivos, siendo esta fuente de energía, calor e información mediante la fotosíntesis, de tal forma que al aumentar la cantidad de la luz aumenta la proporción de fotosíntesis y la absorción de nutrientes (Brito, 2019). Otro parámetro influyente en el crecimiento es la temperatura misma que favorece en el aumento de la masa vegetativa, este proceso puede verse detenido por que los valores se encuentren por debajo o se excedan del valor óptimo de temperatura; cada especie contiene un reloj biológico que determina su sensibilidad ante luminosidad o temperatura (Tiwari, Patel, Singh, y Prasad, 2020).

Capitulo III: Metodología de la investigación

3.1. Localización.

La presente investigación se desarrolló en la Amazonía ecuatoriana específicamente en dos parcelas ubicadas dentro del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) (tabla 1), ubicado en el cantón Arosemena Tola de la provincia del Napo, en el kilómetro 44 vía Puyo, 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 15 a 25 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión; la altitud varía entre los 580 y 990 msnm. (figura 1b), 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.

De igual manera en un invernadero ubicado en la parroquia Tarqui, cantón Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador (figura 1c), ubicada a una altura de 983 msnm, coordenadas 17M 0830121 UTM 9842150, temperatura entre 19 °C y 23 ºC, precipitación anual de 4562,9 mm, (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2014) y su clasificación de bioma corresponde a un bosque pluvial pre montano.

Tabla 1: *Coordenadas y características de las parcelas ubicadas en el CIPCA.*

Parcela	**Altura m.s.n.m**	**Coordenadas**		**Uso de suelo**
		y	x	
Alta	670	9864982	175376	Bosque Primario
Baja	570	9862889	177670	Arbolado de guabas

Fuente: Google Earth

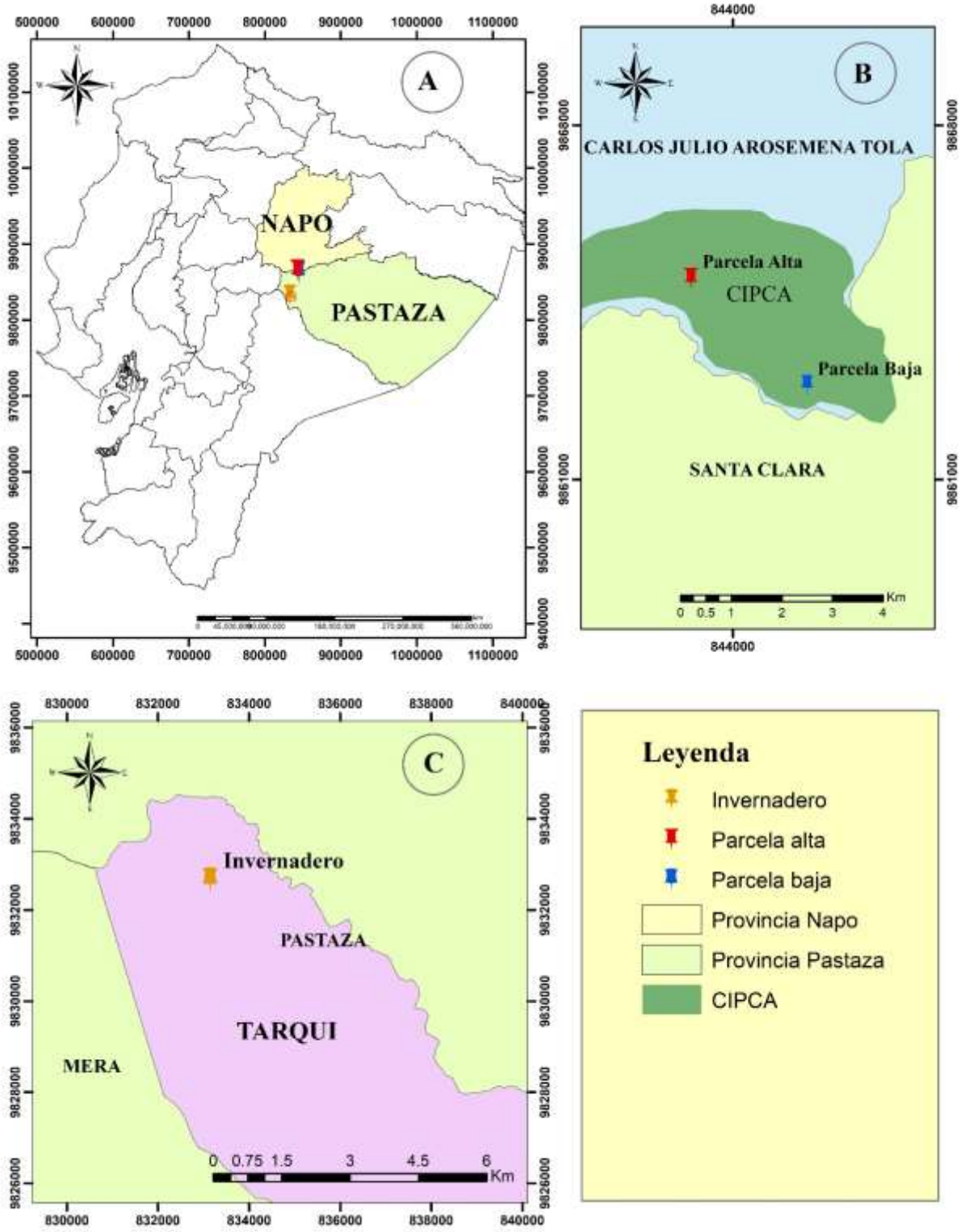

Figura 2.- Ubicación del área de estudio. (Figura 1a: Ubicación del área de estudio en Ecuador; 1b: Ubicación de las parcelas dentro del CIPCA; 1c: Ubicación del invernadero en la parroquia Tarqui*)*

3.2. Diseño de investigación.

En el presente proyecto el diseño de investigación es de tipo descriptivo ya que se dio a conocer las características de germinación de la especie *P. mediocris*. En tres diferentes condiciones, en una parcela de bosque primario ubicado a una altitud de 670 msnm, una parcela ubicada en una plantación de *Inga edulis* a 570 msnm, y un invernadero ubicada en parroquia Tarqui a una altitud de 936 msnm, además se analizaron los factores de temperatura y luminosidad para conocer y describir como esto afecta en el porcentaje (%) y días a la emergencia de la especie, también se considera una investigación de tipo transversal debido a que al momento de recopilar la información se realizará en un momento único con el fin de describir las variables y analizar su incidencia en el momento.

3.3. Método de investigación.

El análisis de datos de la presente investigación corresponde a una data secundaria, misma que fue recolectada en el periodo académico comprendido entre agosto del 2019 hasta febrero del 2020. Como parte del proyecto de investigación "Propagación, crecimiento e identificación de metabolitos secundarios de las especies vegetales medicinales del Centro de Investigación, posgrado y Conservación Amazónica" dirigido por el Dr. Ricardo Abril.

El presente trabajo se realizó en dos etapas la primera considerada de germinación in-situ y ex-situ y la segunda el crecimiento en bandeja.

3.3.1. Fase de germinación.

Como primer paso para el desarrollo de la presente investigación se identificó los meses de (agosto y octubre) como la época de floración y los meses de abril y julio como la época de fructificación de la especie silvestre *P. mediocris* ubicada en las parcelas altas del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica. A partir de la identificación de las épocas de fructificación se realizó una recolección de frutos caídos en el suelo además de una selección previa de las semillas descartando aquellas que presentaban agujeros, micosis o una consistencia blanda, luego se procedió a medir el diámetro transversal y longitudinal de las mismas utilizando un calibrador vernier (pie de rey).

Para conocer las características de germinación de la especie *P. mediocris*, se sembraron las semillas en tres diferentes condiciones, el primero en una parcela alta (bosque primario) ubicado a una altitud de 670 msnm, la segunda una parcela baja (plantación de *Inga edulis*) con una altitud de 570 msnm ubicadas en el CIPCA y la tercera condición en un invernadero ubicado en la parroquia Tarqui. Tanto en la parcela alta y baja una parte de las semillas recolectadas fueron sembradas in-situ el mismo día de la colecta en bandejas de germinación utilizando como sustrato hojarasca, para la siembra se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones de 10 semillas cada una. Las variables evaluadas fueron: días de germinación, considerando los días a la emergencia de la radícula, tomados desde el momento de la siembra; porcentaje de germinación a los 45, 60, 75, 90 y 120 días desde la siembra.

Parte de las semillas recolectadas fueron sembradas ex-situ 2 días después de la colecta en un invernadero ubicado en la parroquia Tarqui, provincia de Pastaza, utilizando como sustrato turba de germinación y se establecieron cuatro réplicas de 10 semillas cada una, las variables evaluadas fueron las mismas que en las parcelas altas y bajas del CIPCA.

3.3.2. Crecimiento en bandeja.

Luego de la emergencia de las plántulas en las bandejas de germinación se procedió a medir el diámetro, altura y un conteo del número de hojas, el diámetro se midió a partir del cuello de la plántula utilizando como equipo un calibrador vernier (pie de rey), con la ayuda de una regla se midió la altura desde el cuello de la plántula hasta la yema apical de la misma, estas mediciones se realizaron con una frecuencia de 15 días hasta una edad de la planta de 45 días, desde la emergencia tanto en la parcela alta y baja del CIPCA.

En cuanto a las plántulas del invernadero se realizó el mismo procedimiento de registro de datos de la parcela alta y baja del CIPCA con una diferencia en la frecuencia de recolección de datos de cada 8 días.

3.3.3. Registro de temperatura y luminosidad

La temperatura ambiente dentro del invernadero se registró de forma horaria mediante un termómetro con datalogger ubicado dentro del invernadero, una vez concluido el tiempo de estudio se tabularon todos los datos y se establecieron medias tanto de la temperatura mínima, máxima para los 30, 60, 90 y 120 días desde la siembra, (tabla 2),

la luminosidad se registró con la ayuda de un luxómetro con una frecuencia de 8 días, (tabla 4).

Tabla 2: *Registro de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero.*

Promedios de T y Hr de invernadero				
Días	**T min**	**T Max**	**T media**	**Hr media**
30	14.9	39.8	22.26	78%
60	14.5	41.9	22.27	79%
90	13.4	41.2	22.86	75%
120	14.7	41.7	24.04	74%
Promedio	**14.37**	**41.15**	**22.85**	**77%**

Fuente: Mediciones en campo.

En las Parcelas del CIPCA se registró la temperatura mediante un termómetro ambiental, la luminosidad se midió con la ayuda de un luxómetro, estos datos se recolectaron tanto en las parcelas altas y bajas del CIPCA, con una frecuencia de 15 días. Posteriormente sensores ubicados en el tiempo de estudio nos permitieron conocer el registro de temperatura y humedad relativa de forma horaria. Luego de terminado el tiempo de estudio se analizaron los datos obtenidos en los sensores donde se establecieron las temperaturas máximas y mínimas diarias para los 30, 60, 90, 120,150 y 180 días desde la siembra (tabla 3).

Tabla 3: *Registro de temperatura y Humedad relativa en el CIPCA.*

Promedios de T y Hr en campo								
	Parcela Alta				Parcela Baja			
Días	T min	T Max	T media	Hr media	T min	T Max	T media	Hr media
30	18	26.7	21.2	90.9	18.4	27.1	21.5	90.8
60	18.4	24.4	21.5	92.1	18.6	34.6	22	90.5
90	19.7	24	21.7	94.3	18	26.8	22	90.5
120	19.8	24.8	22.2	93.7	19.2	27	22.5	90.7
150	19.9	25.4	22.3	93.4	19.8	26	22.6	91.7
180	18.7	26.8	22.4	92.1	18.4	27.5	22.7	91.2
Promedio	**19.1**	**25.4**	**21.9**	**92.7**	**18.7**	**28.2**	**22.2**	**90.9**

Fuente: Mediciones en campo.

Tabla 4: *Registro de luminosidad (lux).*

Zona	Días						Media
	30	60	90	120	150	180	
Invernadero	57000	179300	68010	162100	145600	129100	**123518**
Parcela alta	180150	179150	179800	173400	173150	172900	**176425**
Parcela baja	91355	90835	4440	76200	124650	173100	**93430**

Fuente: Mediciones en campo.

3.3.4. Curva de imbibición

Para establecer la curva de imbibición las semillas restantes fueron almacenadas en refrigeración para posteriormente realizar una prueba de imbibición, la cual se realizó de 3 réplicas con 5 semillas cada una, en los tiempos de 1,2,3,4,7,12, y 24 horas, se registró el peso de cada grupo de semillas en una balanza digital en el laboratorio de ingeniería ambiental de la Universidad Estatal Amazónica, luego se colocó en cada replica agua destilada y se guardó en refrigeración una vez transcurrido el tiempo se retiraron las semillas del agua destilada y se colocaron en papel periódico para retirar el exceso de agua para luego determinar el peso ganado y establecer la curva de imbibición.

3.4. Análisis de datos

Para realizar el análisis de datos se definió el ambiente de la zona como la variable independiente y las variables dependientes fueron: días a la emergencia, porcentaje (%) de emergencia a los 90 días, porcentaje (%) de emergencia a los 120 días, altura a los 30 días, altura a los 60 días, diámetro a los 30 días, diámetro a los 60 días, numero de hoja a los 30 días y numero de hojas a los 60 días.

Una vez definidas las variables, con la ayuda del programa Microsoft Excel se determinó las medias y el coeficiente de variación en cada replica tanto para las semillas sembradas en la parcela alta, parcela baja y el invernadero. Se aplicó un análisis de varianza en las 3 condiciones de ambiente con las variables dependientes mencionadas con anterioridad a través del programa Infostad mismo que es un software para análisis estadístico que ayuda a la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis

exploratorio y análisis multivariado, además es utilizado para determinar diferencias significativas entre variables.

3.5. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para el desarrollo del proyecto fueron los siguientes:

Materiales y equipos de campo:

- Esferográfico,
- Libreta,
- Luxómetro,
- Termómetro ambiental,
- Termómetro analógico con datalogger,
- Bandejas de germinación,
- Regla,
- Calibrador Vernier (pie de rey).

Materiales de oficina:

- Computadora.

Capitulo IV: Análisis de resultados

Curva de imbibición

La figura 2 representa la relación entre porcentaje (%) de ganancia en peso y el tiempo de imbibición en horas. En el cual se puede observar que existe un mayor incremento en la ganancia en peso en las primeras horas teniendo como pico máximo a las 3 horas con un total de 5.45%, por otro lado, a partir de las 4 horas se puede observar una disminución en la ganancia en peso.

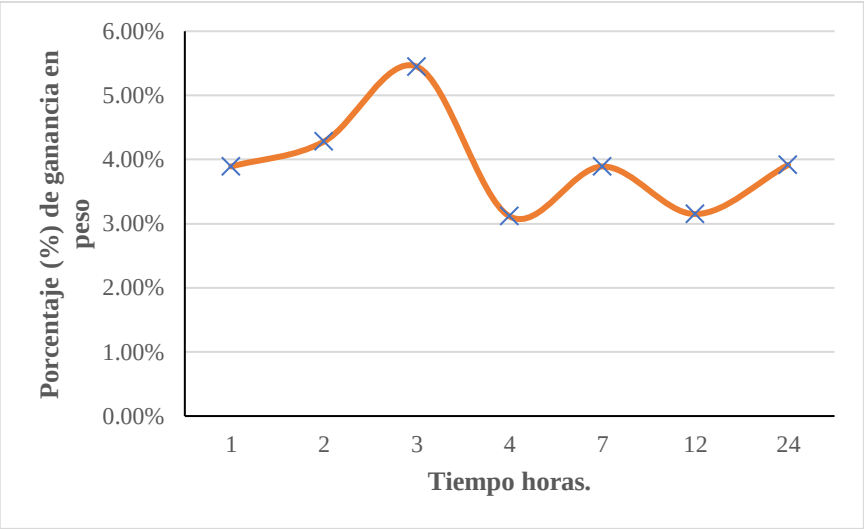

***Figura 3**:* Curva de imbibición**.**

Con relación a la curva de imbibición se observó que a medida que las semillas permanecen sumergidas en agua, estas absorben más agua y por consiguiente aumenta su peso, la absorción de agua de las semillas exhibió un patrón trifásico semejante al propuesto por Bewley y Black (2013) en el cual después a la fase inicial de rápida absorción de agua, se observa la fase intermediaria de absorción lenta la cual representa una disminución en la absorción de agua seguido por un segundo incremento. Por otra parte, Paiva, Lemos y Oliveira (2006) indicaron que, durante la imbibición el movimiento del agua dentro de la semilla se debe a la acción de difusión y capilaridad con el movimiento del agua de una región con un potencial hídrico mayor a una de un potencial hídrico menor.

La tasa de absorción de agua registrada en el presente estudio es inferior a la registrada por Lobo, Delgado, Cartagena, Fernández y Medina (2007) quienes en un estudio para

determinación de la curva de imbibición de especies del género Annona perteneciente a la familia Annonaceae encontraron un porcentaje de absorción del 20% este valor difiere con el 5,45% registrado en el presente proyecto, esto pudo deberse a que al momento de la recolección de las semillas de *P. mediocris* en campo algunas de ellas aún permanecían dentro del fruto por lo cual se procedió a retirarlas de la pulpa y el arilo por consiguiente estas semillas ya poseían una cantidad de humedad a diferencia de las semillas del género Annona las cuales dentro del estudio realizado primero procedieron a realizar un secado de semillas para luego proceder a inhibirlas y establecer la curva de imbibición.

Germinación y crecimiento en invernadero.

Germinación.

Como resultado se obtuvo una media de 67.6 días a la emergencia desde la siembra, (tabla 5). Las plántulas germinaron a partir de los 28 días desde la siembra en la réplica 1; 56 días en la réplica 3 y en el resto de replicas a partir de los 63 días, en cuanto al porcentaje (%) de emergencia la especie reporta una media de 27.5 % a los 105 días desde la siembra, (figura 4).

Tabla 5: *Porcentaje (%) y días a la emergencia.*

		Porcentaje (%) de emergencia												**Días a la emergencia**
	Días	**28**	**35**	**42**	**49**	**56**	**63**	**70**	**77**	**84**	**91**	**98**	**105**	
Replicas	R1	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	20	30	59.7
	R2	0	0	0	0	0	20	30	30	30	40	40	40	69.2
	R3	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	20	77.5
	R4	0	0	0	0	0	10	20	20	20	20	20	20	64
Media		**2.5**	**2.5**	**2.5**	**2.5**	**7.5**	**15.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**22.5**	**22.5**	**27.5**	**67.6**

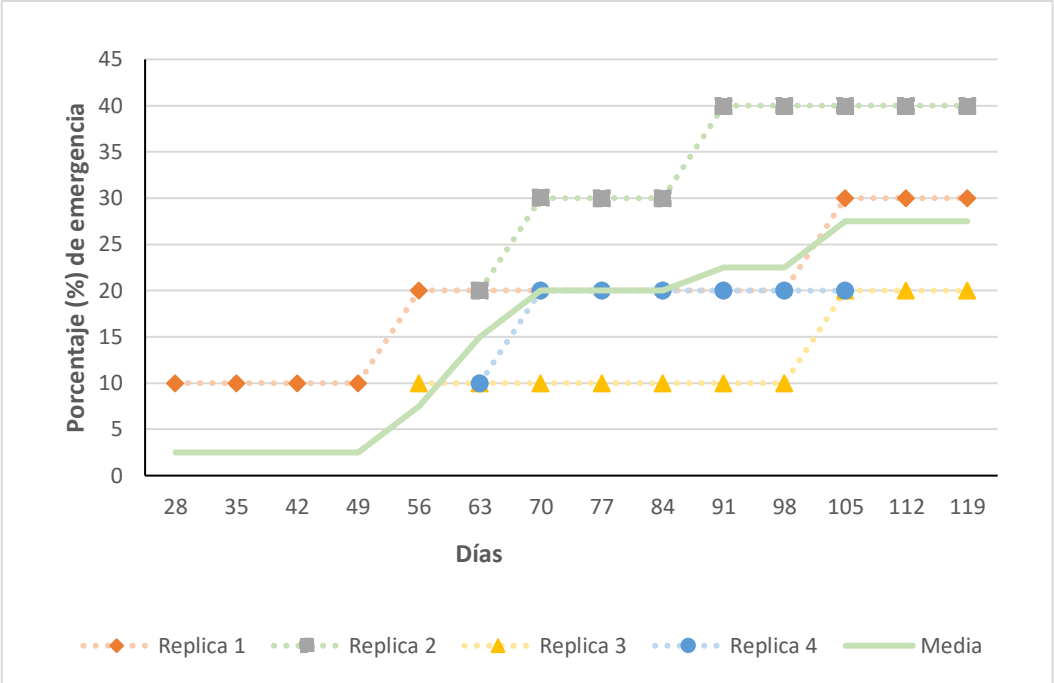

***Figura 4**:* Porcentaje de germinación en invernadero.

En la figura anterior observamos que el máximo porcentaje de emergencia que se obtuvo dentro del invernadero se registra a los 105 días a partir de esto no se observó diferencias, el porcentaje se mantuvo durante todo el periodo de estudio.

Las variables meteorológicas registradas dentro del invernadero fueron las siguientes: temperatura mínima de 14,37°C, temperatura máxima 41,15°C, temperatura promedio de 22.85°C y con un promedio de humedad relativa media del 77%.

Tinus (1984) menciona que las variables más importantes en la primera fase de germinación son la temperatura y la humedad relativa, estas deben ser las adecuadas para que se de este proceso. La temperatura mínima, máxima y optima pueden variar de acuerdo con cada especie, sin embargo (McLemore,1966; Barnett, 1979; Heidmann, 1981) mencionan que la temperatura óptima para la germinación de muchas especies de zonas tropicales se da entre 22°Cy 24°C, concordando con los resultados obtenidos dentro de este estudio ya se registró una temperatura media de 22.85°C dentro del invernadero.

Por otro lado, Dunlap y Barnett (1982) mencionan que las elevadas temperaturas pueden reducir o no la germinación de varias especies, así como también pueden acelerar el proceso, esta información concuerda con lo encontrado en este estudio donde se registró una temperatura media máxima 41.15 °C, lo que influyo positivamente en la velocidad

germinativa de la especie, sin embargo, de manera negativa en el porcentaje de germinación dentro del invernadero.

Los tiempos de inicio de germinación obtenidos en este estudio difieren de los intervalos reportados por otros autores que experimentaron con semillas recién recolectadas y sin pretratamiento. Guerra, Montoya, Martínez, y Giraldo (2014) registraron en condiciones de vivero para *Anona quinduense* una especie perteneciente a misma familia de *P. mediocris* el inicio de la germinación de 41 días este valor difiere con los 28 días registrados en este estudio. Esto se debe a que dentro del invernadero se registró una fluctuación de temperaturas entre máximas y mínimas lo que ocasionó que algunas semillas aceleren el proceso de germinación, de acuerdo con Tybirk (1991), las altas temperaturas contribuyen al ablandamiento de la cubierta seminal y aseguran una mejor permeabilidad de esta al agua y aire ayudado al inicio de germinación. Por otra parte, Carvalho y Nakagawa (2000) mencionan que temperaturas por debajo la óptima tienden a reducir la velocidad del proceso germinativo, exponiendo las plántulas por mayor periodo de tiempo a factores adversos, pudiendo llevar a la reducción total de la germinación.

Por otra parte, el porcentaje (%) de germinación obtenida en el invernadero es muy baja (27.5 %) de acuerdo con el criterio de Arriaga, Cervantes y Vargas (1994) que consideran que en condiciones de invernadero se debe obtener al menos el 60% de semillas germinadas para considerar como aceptable. Por otra parte, Bewley y Black (1982) menciona que la presencia de temperaturas máximas y mínimas dificultan el proceso de germinación esta información corrobora los resultados obtenidos ya que dentro del invernadero existió una fluctuación de temperaturas entre máximas y mínimas lo que ocasionó que muy pocas semillas puedan germinar.

Desarrollo de plántulas dentro del invernadero.

En cuanto a los resultados obtenidos de la variable altura se obtuvo una media de 13cm a los 60 días desde la emergencia, el mayor crecimiento se registra en la réplica 2 con una altura de 19 cm a los 55 y 60 días, mientras que la de menor crecimiento fue la réplica 1 quien presenta una altura de 7 cm a los 60 días (figura 5).

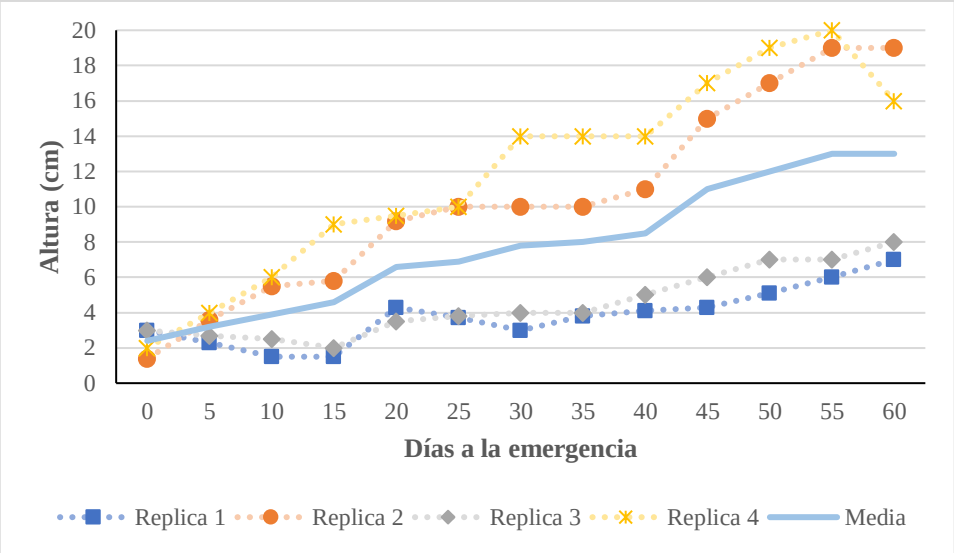

Figura 5: Crecimiento en altura de las plántulas dentro del invernadero.

Por otro lado, se obtuvo un promedio de 2.8mm a los 60 días de diámetro. Con relación a esta variable se destaca a la de mayor crecimiento replica 2 (3.3mm) y la menor la réplica 4 (2.6mm) a los 55 días (figura 6).

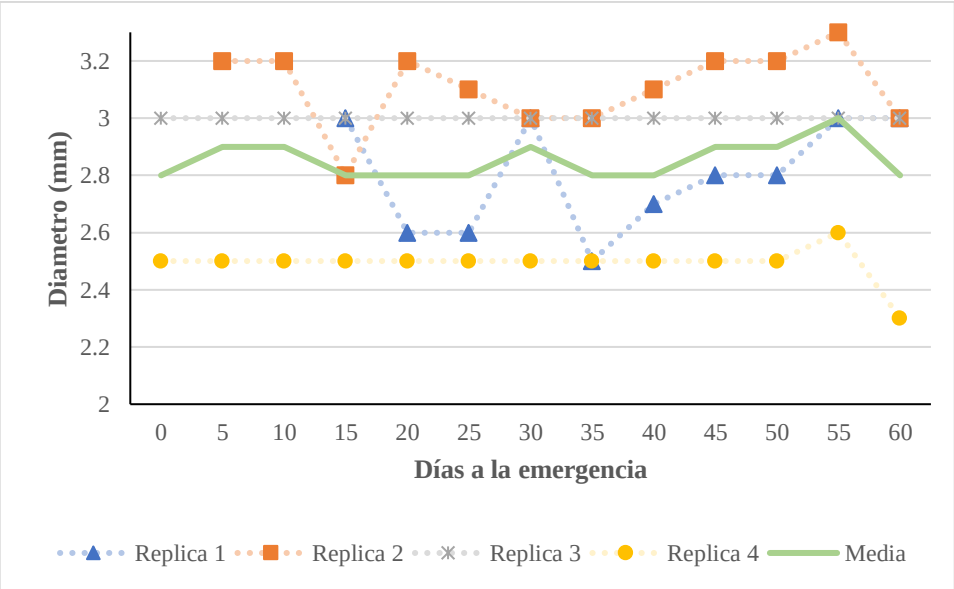

Figura 6: Desarrollo del diámetro de las plántulas dentro del invernadero.

Finalmente, en relación con el número de hojas el promedio es de 6 hojas a los 60 días, sobresaliendo la réplica 2 y 4 con un total de 8 hojas cada una a los 60 días, la presencia de hojas se registró a los 15 días en la réplica 2 y 4; 55 días para la réplica 1, sin embargo, la réplica 3 no registró la presencia de hojas en todo el estudio (figura 7).

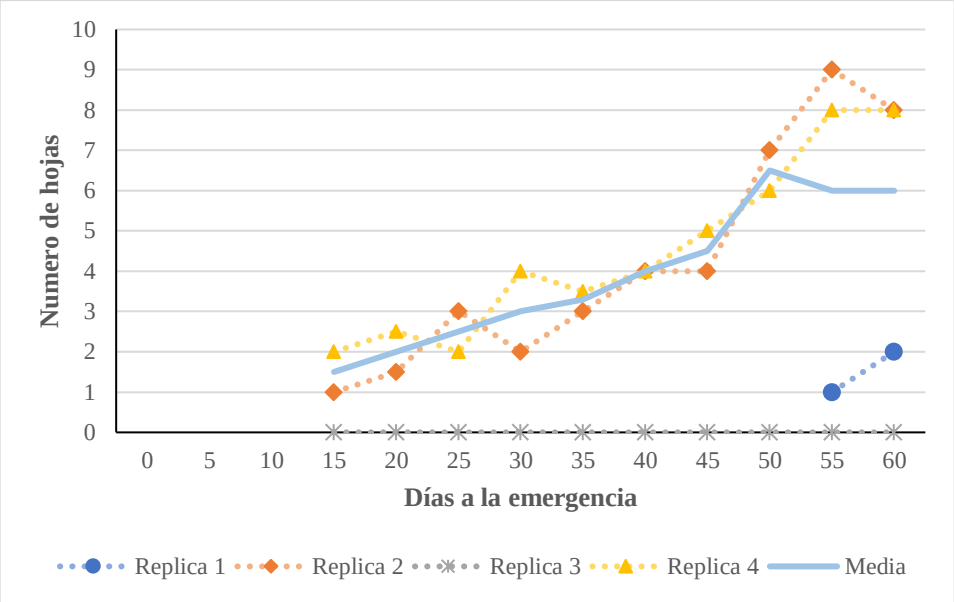

Figura 7:Desarrollo de las hojas de las plántulas dentro del invernadero.

Germinación y crecimiento en bandejas sembradas en el CIPCA.

Germinación.

Como resultado, en campo se obtuvo una media de 83.5 días a la emergencia desde la siembra en la parcela alta y 107.4 días para la parcela baja, (tabla 6), mientras que el inicio de la germinación ocurre a partir de los 84 días en las dos parcelas. Por otro lado, el porcentaje (%) de germinación registrado es de 70 % en la parcela baja, 55% en la parcela alta en un tiempo de 126 días.

Tabla 6: *Porcentaje (%) de emergencia en bandejas sembradas en el CIPCA.*

Zona		Porcentaje (%) de emergencia								Días a la emergencia
	Días	**77**	**84**	**91**	**98**	**105**	**112**	**119**	**126**	
Parcela Alta	R1	0	60	60	60	60	60	60	60	80.0
	R2	0	50	50	50	50	50	50	50	94.7
	R3	0	40	70	70	70	70	70	70	83.0
	R4	0	20	40	40	40	40	40	40	83.5
	Media	**0**	**43**	**55**	**55**	**55**	**55**	**55**	**55**	**83.5**
Parcela Baja	R1	0	20	20	20	20	20	70	70	105.7
	R2	0	30	30	30	30	30	70	70	115.5
	R3	0	0	0	0	0	0	60	60	116
	R4	0	30	30	30	30	30	80	80	102.5
	Media	**0**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**70**	**70**	**107.4**

Aunque se utilizó el mismo lote de semillas la especie *P. mediocris* se registra en campo el inicio de germinación a partir de los 84 días y mostro mayor porcentaje de germinación con relación al invernadero (27.5 %). Los porcentajes (%) de germinación registrados en campo son altos 55% para parcela alta (figura 8) y 70% para parcela baja (figura 9) con relación a otros estudios similares que registran entre el 5% (Sánchez, 2004) y 15% de germinación (Pereyra y Fredericksen, 2002) en experimentos similares realizados en vegetación natural. Por otra parte, este porcentaje alcanza los niveles recomendados por Arriaga *et al*. (1994) para considerar una germinación adecuada.

En la siguiente figura se puede observar que el máximo porcentaje de germinación dentro de la parcela alta se registró a los 91 días, a diferencia de la réplica 1y 2 las cuales alcanzaron su máxima germinación a los 84 días, de ahí en adelante no hubo un incremento en el porcentaje de germinación para ninguna de las réplicas.

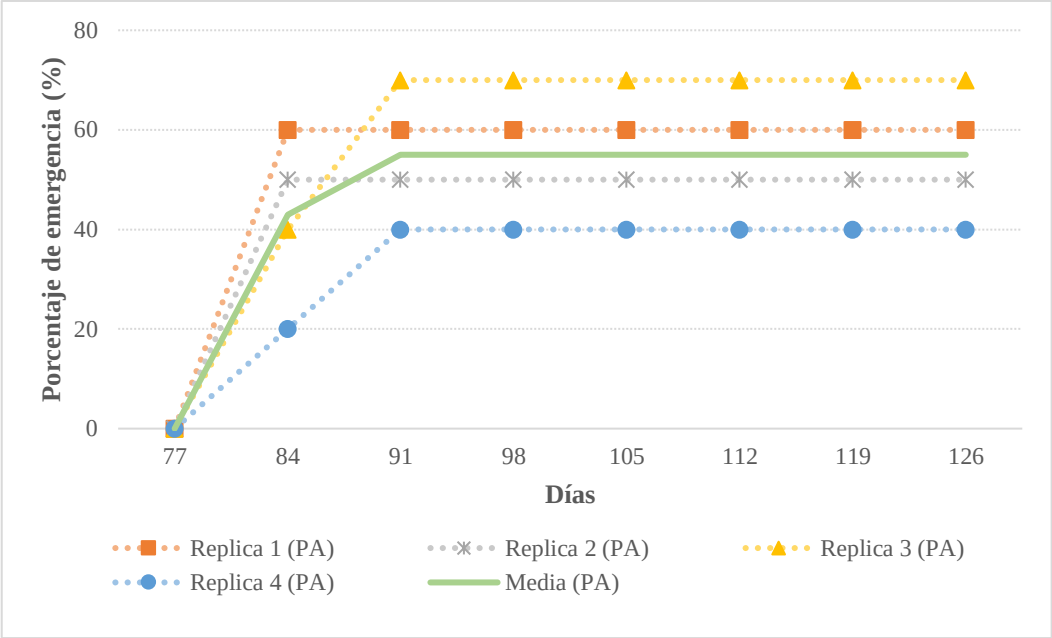

Figura 8:Porcentaje de germinación en la parcela alta.

Por otra parte, en la figura 9 podemos observar que el máximo porcentaje de germinación se alcanza a los 119 días para todas las réplicas.

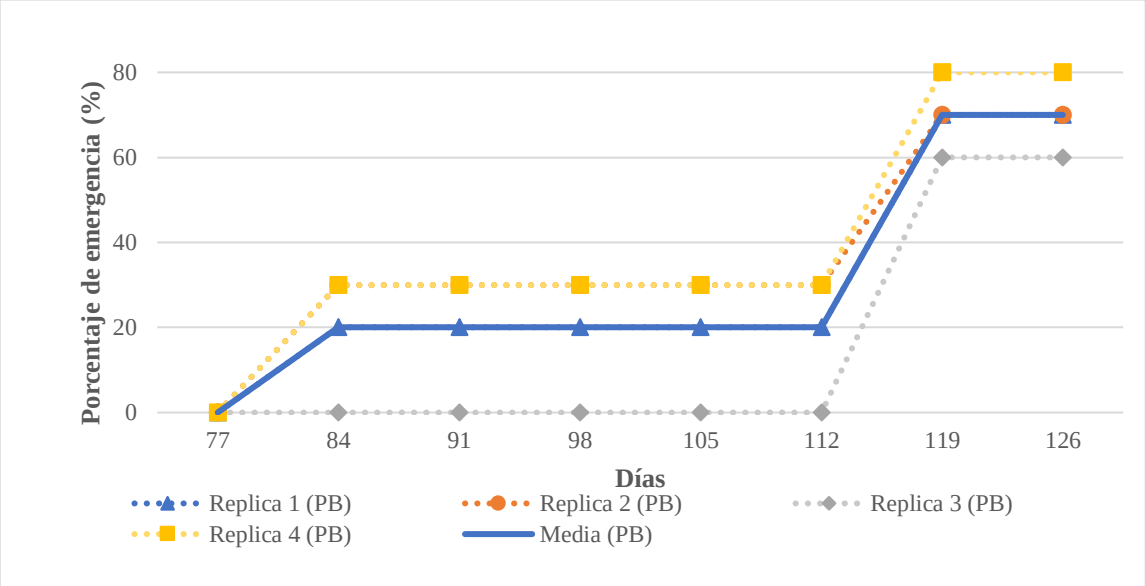

Figura 9:Porcentaje de germinación en la parcela baja.

Por otro lado, el porcentaje (%) de germinación entre la parcela alta y parcela baja son diferentes donde el mayor porcentaje de germinación se encuentra en la parcela baja esto podría deberse a que la presencia de fauna silvestre es baja a diferencia de la parcela alta la cual se encuentra en un bosque primario donde la depredación y presencia de fauna

silvestre es mayor. Jordano, Zamora, Marañón, y Arroyo (2002) argumentan que la principal causa de la disminución de semillas germinadas en campo es la depredación.

Desarrollo de plántulas en el CIPCA.

Altura

En la (figura 10), se presenta el crecimiento en altura desde el día de emergencia (día cero) hasta los 60 días para la parcela alta y el crecimiento en altura de la parcela baja del CIPCA (figura 11), dentro de la parcela alta se destaca la réplica 3 la cual presenta el mayor crecimiento en altura con 13.6 cm a diferencia de la réplica 1 la cual presenta un crecimiento de 10.4 cm, con relación a la desviación estándar en esta parcela el mayor porcentaje se registra a los 0 días en los demás días se puede observar una disminución del coeficiente lo que representa una mayor homogeneidad entre las réplicas. Por otro lado, la parcela baja registra un mayor crecimiento en la réplica 3 (21 cm) y la de menor crecimiento es la réplica 2 (18.7 cm) a los 60 días, de igual manera el mayor porcentaje (29 %) registrado del coeficiente de variación se da a los 35 días mientras que el menor porcentaje (6%) se registra a los 60 días lo que representa una mayor homogeneidad entre las réplicas. Finalmente, el mayor crecimiento se obtuvo en la parcela baja con un promedio de (19.42cm) a los 60 días a diferencia de la parcela alta en la que se obtuvo un promedio de 11.78cm en los mismos días.

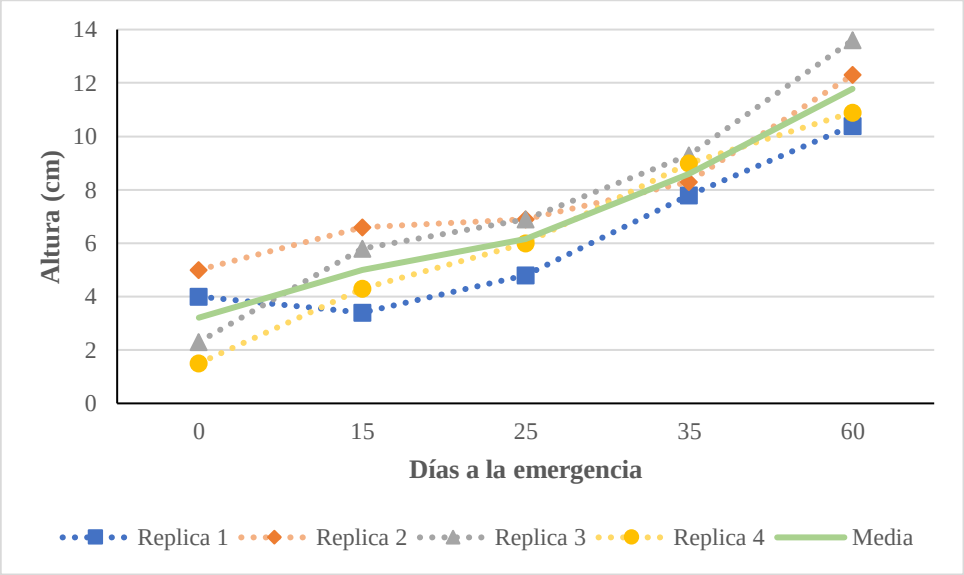

Figura 10: Crecimiento en altura de la especie dentro de la parcela alta.

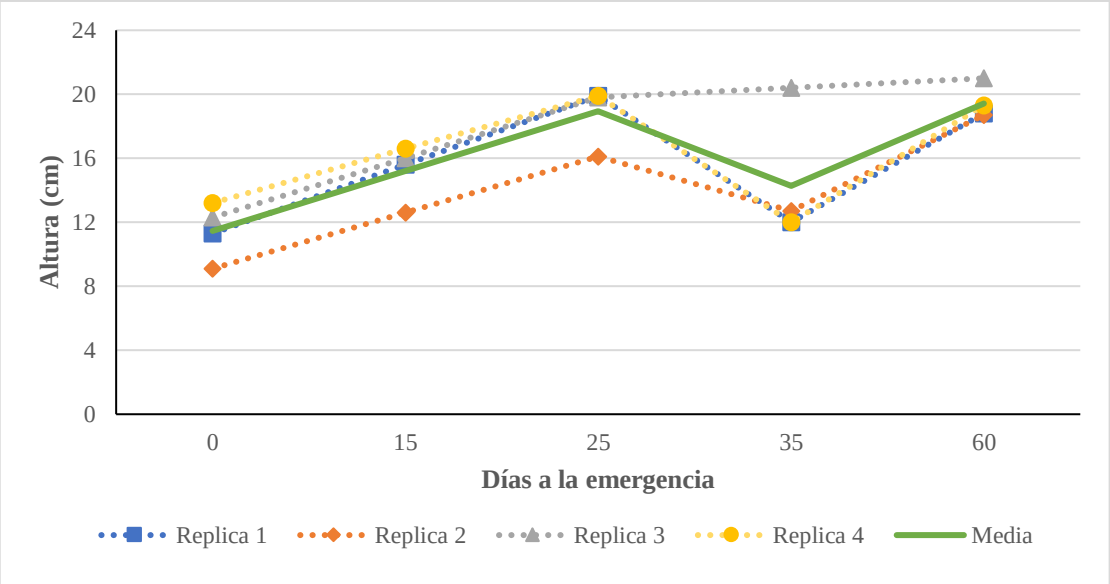

Figura 11:Crecimiento en altura de la especie dentro de la parcela baja.

Con relación al crecimiento de la especie *P. mediocris* es difícil comparar ya que no existe información en cuanto a su desarrollo inicial. Sin embargo Pérez, Ochoa, Vargas, Mendoza, y Gonzales (2011) registraron mayor crecimiento de plántulas en zonas donde existe mayor incidencia de luz, esta información difiere con los resultados encontrados en el presente estudio donde se evidencio que el mayor crecimiento en altura se dio en la parcela baja (19.42 cm) la cual registra la menor cantidad de luminosidad (93430 lux.) a diferencia de la parcela alta la cual tienen mayor cantidad de luminosidad (176425 lux) pero un crecimiento medio de (11.78 cm). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Smith y Whitelam (1990) quienes afirman que el crecimiento en altura en zonas de baja luminosidad se debe a una respuesta morfogenética típica de las plantas lo que ocasiona que exista un alargamiento celular como un mecanismo de adaptación (Rego y Possamai, 2006).

Diámetro

El desarrollo de las plántulas con relación a su diámetro se presenta en las figuras 12 y 13, en la cual se destaca un crecimiento promedio de 2.45 mm a los 60 días para parcela alta y 2.53 mm para la parcela baja.

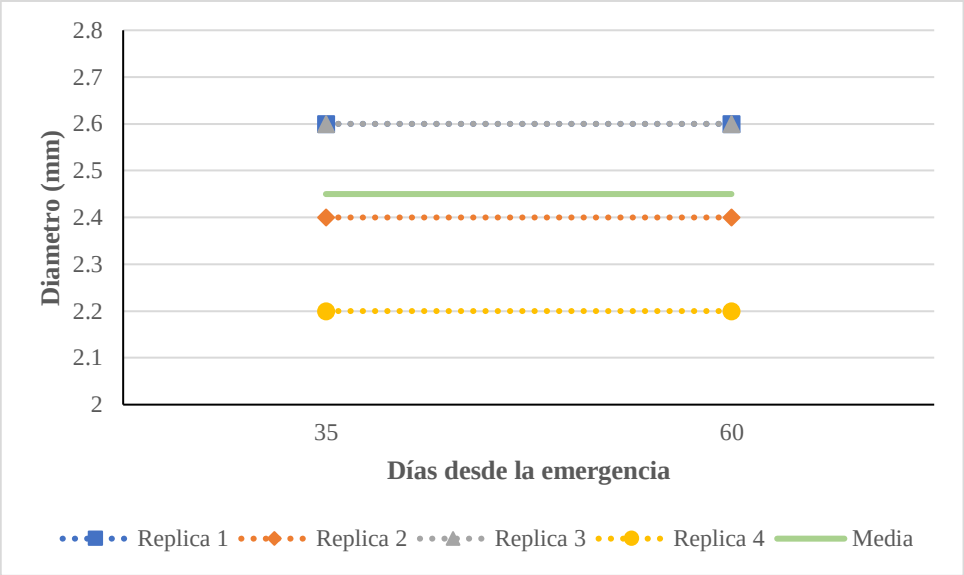

Figura 12: Desarrollo del diámetro de la especie dentro de la parcela alta.

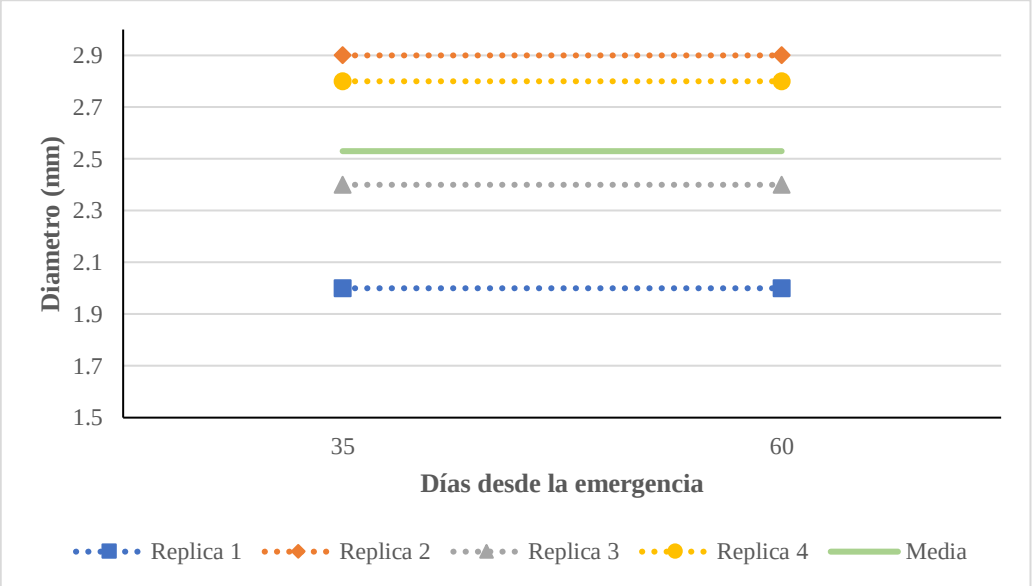

***Figura 13*:** Desarrollo del diámetro de la especie dentro de la parcela baja.

En cuanto al desarrollo de las plántulas en relación con su diámetro se inició con el registro a partir de los 35 días (figura 12), esto pare evitar lastimar las plántulas con el calibrador ya que en sus primeros días el grosor del tallo es muy delgado, además de que al ser sembrada en bandejas con hojarasca la profundidad de la plántula es mayor dificultando su medición. En cuanto a los resultados obtenidos entre las dos parcelas el análisis de varianza no reporto diferencia significativa entre ambas debido a que el desarrollo inicial de las plántulas en sus primeros meses se da principalmente en altura y más o no en diámetro.

Numero de hojas

En las figuras 14 y 15 se puede observar los resultados obtenidos con relación al número de hojas registrados en la parcela alta y baja del CIPCA. Dentro de la cual tenemos un promedio de 4.25 en la parcela alta y 5.5 para la parcela baja en un total de 60 días. En la parcela alta podemos observar la presencia de hojas el día de la emergencia en la R2 y 35 días en las demás replicas. A diferencia de las réplicas de la parcela baja las cuales todas registraron hojas el día de la emergencia (figura 15).

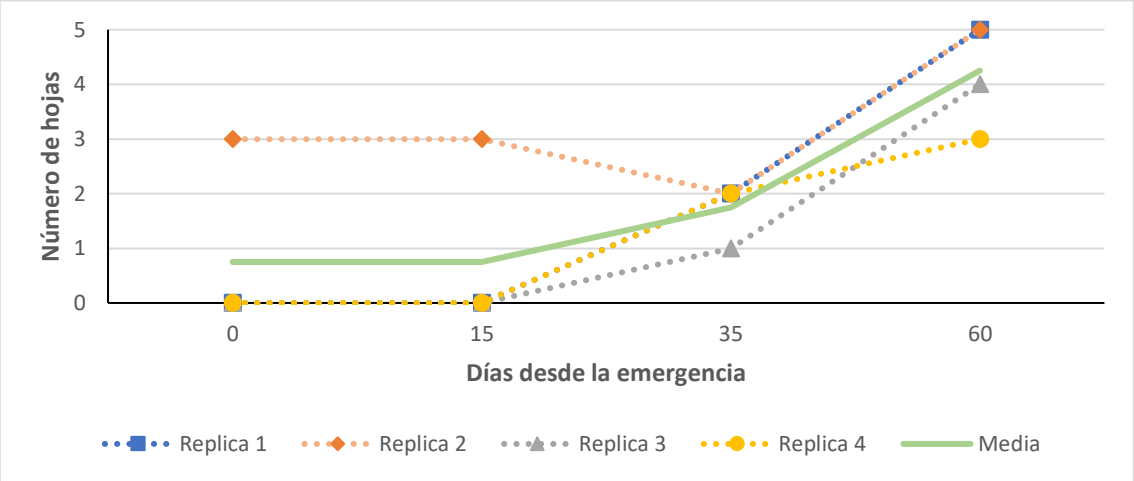

***Figura 14*:**Número de hojas de la especie dentro de la parcela alta.

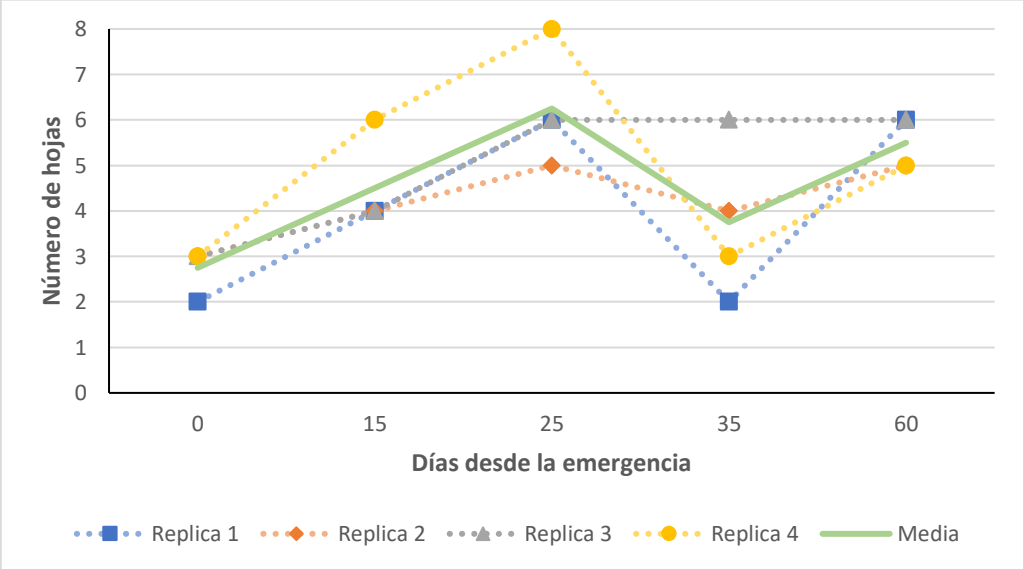

***Figura 15*:**Número de hojas de la especie dentro de la parcela baja.

El desarrollo de las plántulas en relación con el número de hojas que presentan se puede observar que en la parcela alta la aparición de hojas es a partir de los 35 días esto

debido a que en algunos casos al momento de emerger las semillas los cotiledones caen completamente con la testa de la semilla lo cual ocasiona que no presente hojas. El análisis de varianza reporto que no existe diferencia significativa entre parcelas con relación al número de hojas a los 60 días. Piña y Arboleda (2010) quienes analizaron el desarrollo de la especie *Crescentia cujete* encontraron mayor número de hojas en zonas con mayor luminosidad estos resultados difieren con los encontrados en esta investigación donde se registró mayor número de hojas en la parcela baja con una media de 5.5 siendo la parcela con menor cantidad de luz registrada.

Temperatura y Humedad relativa

Las variables meteorológicas registradas en las parcelas del CIPCA fueron las siguientes: temperatura mínima de 19,1°C, temperatura máxima 25,4°C, temperatura promedio de 21.9°C y con un promedio de humedad relativa media del 92.7% en la parcela alta, mientras que en la parcela baja se obtuvo una temperatura mínima de 18.7°C, temperatura máxima 28.2°C, temperatura promedio de 22.2°C y con un promedio de humedad relativa media del 90.9% .

En cuanto a diferencia de temperatura registrada en las parcelas del CIPCA, se debe principalmente a la diferencia altitudinal de la ubicación de las parcelas ya que existe un a diferencia de 100 m. Tal y como lo mencionan Marzol y Máyer (2015) la temperatura desciende con la altitud alrededor de 0,5 a 0,6ºC cada 100 metros de elevación. Diferencia que se acerca a valor registrado en esta investigación el cual es de aproximadamente 0.3 °C entre parcelas.

Otra de las variables meteorológicas registradas es la luminosidad donde podemos apreciar que la parcela con mayor cantidad de luz registrada en todo el tiempo de estudio es la parcela alta con una media de 176425 lux, a diferencia de la parcela baja la cual presenta una media de 93430 lux. Romo (2005) menciona que la luminosidad es un factor muy importante que influye en el desarrollo de las plantas, en su estudio realizado encontró mayor presencia de luminosidad en parcelas que presentaban claros que en sitios donde el sotobosque era más denso, estos resultados difieren con los encontrados en esta investigación donde el mayor registro de luminosidad se dio en la parcela alta la cual se encuentra dentro de un bosque primario, esto debido a que al ser un bosque primario las plantas generan hojas de menor tamaño y en menor cantidad lo que ocasiona que la absorción de radiación solar sea menos eficiente permitiendo que en el interior del bosque

exista más radiación y por ende mayor cantidad de luz a diferencia de la parcela baja que al encontrarse dentro de una plantación de guabas joven existe una mayor eficiencia en la absorción de la radiación dando como resultado menor luminosidad en su interior (Melo, Fernández, Villanueva y Rodríguez, 2017).

Análisis de varianza

En la siguiente tabla se puede observar que las variables: días a la emergencia, % de emergencia a los 90 días, % de emergencia a los120 días y altura a los 60 días presentan una diferencia significativa para P≤0.01 con valores de 0.0001, 0.0078, 0.0009 y 0.0019 respectivamente. Las demás variables no presentan diferencias significativas entre los 3 ambientes de las zonas de estudio.

Tabla 7:*Análisis de varianza*.

Variables	Valor de P
Días a la emergencia	0.0001**
Porcentaje (%) de emergencia a los 90 días	0.0078**
Porcentaje (%) de emergencia a los 120 días	0.0009**
Altura a los 30 días	0.079
Altura a los 60 días	0.0019**
Diámetro a los 30 días	0.16
Diámetro a los 60 días	0.578
Números de hojas a los 30 días	0.11
Números de hojas a los 60 días	0.49

En las parcelas del CIPCA donde la temperatura registrada fue menor favoreció a que el porcentaje de germinación sea más alto no obstante este factor no influyo en los días a la emergencia de las semillas. Por otra parte, dentro del invernadero donde se registró una mayor temperatura y fluctuación entre temperaturas máximas y mínimas influyó positivamente para que el proceso de germinación inicie más pronto, no obstante, influyó

de manera negativa en el porcentaje de germinación ya que aquí se registró menor cantidad de semillas germinadas.

Por otro lado, el ambiente de la zona influyó en el desarrollo de las plántulas principalmente con relación a su altura, donde se evidencio que la parcela baja la cual presenta menor cantidad de luminosidad las plántulas presentan mayor crecimiento promedio a comparación del crecimiento registrado tanto en la parcela alta y el invernadero donde la luminosidad es mayor (tabla 8).

Tabla 8: *Prueba de comparación de medias de Duncan.*

	Días a la emergencia	**Porcentaje (%) emergencia a los 90 días**	**Porcentaje (%) emergencia a los 120 días**	**Altura (cm) a los 30 días**	**Altura (cm) a los 60 días**
Invernadero	67.63a	0.23b	0.28b	7.75b	10.5b
Parcela alta	85.3b	0.55a	0.55a	8.6ab	11.8b
Parcela baja	107.43c	0.2b	0.7a	14.28a	19.44a

a, b: valores con letras comunes no difirieron para P<0,05 (Duncan, 1955)

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

El mayor porcentaje de absorción de agua por parte de las semillas de *P. mediocris* se registró a un tiempo de 3 horas.

Las fluctuaciones de temperaturas entre máximas y mínimas registradas en el invernadero influyo positivamente en los días a la emergencia de la especie *P. mediocris.*

Con relación a su crecimiento esta especie se ve influenciada por la presencia de luz ya que se evidencio un mayor crecimiento en altura en la parcela con menor cantidad de luminosidad (parcela baja), y el menor registro en la parcela con mayor cantidad de luz (parcela alta).

Recomendaciones.

- Se recomienda utilizar semillas de diferentes padres para realizar una comparación en la tasa de germinación de la especie para conocer más a fondo las características germinativas.

- Para futuros estudios se recomienda realizar en un periodo de tiempo más prolongado para evidenciar cambios que pueden suscitar en relación con el crecimiento de la planta.

- Para futuros estudios relacionados con la germinación de semillas se recomienda aplicar tratamientos pregerminativos.

Bibliografía

Abril, R. V., Aguinda, J. K., Ruiz, T. E., & Alonso, J. (2015). Plant species used in animal feeding in Mera, Santa Clara and Pastaza cantons in Pastaza province, Ecuador. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 49(3), 415-423.

Arias, R. I., Tapia, A., Tapia, A., Santacruz, L., Yasaca, R., & Miranda, N. (2012). Evaluación de la biodiversidad en cinco comunidades Kichwa de la zona de colonización de la alta Amazonía ecuatoriana. 1(3), 157-172.

Arriaga, V., Vargas-Mena, A., & Cervantes, V. (1994). Manual de reforestación con especies nativas.

Bakar, B. H., & Nabi, L. N. A. (2003). Seed germination, seedling establishment and growth patterns of wrinklegrass (Ischaemum rugosum Salisb.). Weed Biology and Management, 3(1), 8-14. doi:10.1046/j.1445-6664.2003.00075.x

Barnett, J. P. J. S. J. o. A. F. (1979). Germination temperatures for container culture of southern pines. 3(1), 13-14.

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1998). Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego: Academic Press.

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). Chapter 2 - Ecologically Meaningful Germination Studies. In C. C. Baskin & J. M. Baskin (Eds.), Seeds (Second Edition) (pp. 5-35). San Diego: Academic Press.

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). Chapter 9 - A Geographical Perspective on Germination Ecology: Tropical and Subtropical Zones. In C. C. Baskin & J. M. Baskin (Eds.), Seeds (Second Edition) (pp. 375-590). San Diego: Academic Press.

Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14(1), 1-16. doi:10.1079/SSR2003150

Bewley, J., & Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination Plenum. In: Plenum Press New York, USA. P.

Bewley, J. D., & Black, M. (2013). Seeds: physiology of development and germination: Springer Science & Business Media.

Bewley, J. D. J. S. p. o. d., & germination. (1994). Seeds: germination, structure, and composition. 1-31.

Brako, L., & Zarucchi, J. L. J. M. i. s. b. f. t. M. B. G. (1993). Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru: Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. 45, 1-1286.

Brito Uribe, G. (2019). Efecto de la luminosidad sobre el desarrollo de Stevia rebaudiana y producción de glucósidos de esteviol en cultivo hidropónico.

Carvalho, N. M. d., & Nakagawa, J. J. C., tecnología e producao. Funep, Jaboticabal, Brasil. (2000). Sementes.

Cerón, M. C. e., & Montalvo, A. C. G. (1998). Etnobotánica de los huaorani de quehueiri-ono, Napo-Ecuador (1 ed.). Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.

Cohn, M. A. (2008). Seed development, dormancy and germination. Annual Plant Reviews, Volume 27. Annals of Botany, 102(5), 877-878.

Curtis, H., & Schnek, A. (2008). Curtis. Biología: Ed. Médica Panamericana.

Da Silva, E. B. P., Matsuo, A. L., Figueiredo, C. R., Chaves, M. H., Sartorelli, P., & Lago, J. H. G. (2013). Chemical Constituents and Cytotoxic Evaluation of Essential Oils from Leaves of Porcelia macrocarpa (Annonaceae). Natural Product Communications, 8(2), 1934578X1300800237. doi:10.1177/1934578X1300800237

Davies, F. T., Geneve, R., Kester, D. E., & Hartmann, H. T. (2011). Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practice: Prentice Hall.

De la Cuadra, C. (1993). Germinación, latencia y dormición de las semillas. Dormición en las avenas locas. Madrid: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. 31(1), 00-00.

Dunlap, J. R., & Barnett, J. P. (1984). Manipulating Loblolly Pine (Pinus Taeda L.) Seed Germination with Simulated Moisture and Temperature Stress. In M. L. Duryea & G. N. Brown (Eds.), Seedling physiology and reforestation success: Proceedings of the Physiology Working Group Technical Session (pp. 61-74). Dordrecht: Springer Netherlands.

Grandtner, M. M., & Chevrette, J. (2013). Dictionary of Trees. Volume 2: South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology (1 ed.). New York: Academic Press.

Guerra, G., Montoya, G., Martínez, J., & Giraldo, J. J. B., DC, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2014). Viveros de especies nativas para la zona cafetera en Colombia.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies Jr, F. T., & Geneve, R. L. (2014). Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices (8va ed). Delhi: Prentice-Hall.

Heidmann, L. (1981). Overcoming temperature-dependent dormancy of southwestern ponderosa pine seed (Vol. 406): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E., & Jiménez, V. (2006). Germinación y crecimiento de la planta (9977679967). Retrieved from

Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E., & Jiménez, V. (2006). Germinación y crecimiento de la planta (9977679967). Retrieved from

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, I. (2014). Anuario meteorológico. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 130 p., no. 51-2011. In.

Jacobsen, A. L. (2015). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Choice: Current Reviews for Academic Libraries, 52(9), 1528-1528.

Jara, L. F. (1996). Biología de semillas forestales: CATIE.

Jarma-Orozco, A., Arvelaez, J., & Clavijo, J. (2007). Germinación de Ischaemum rugosum Salisb. en respuesta a estimulos ambientales y químicos. Temas Agrarios, 12, 31. doi:10.21897/rta.v12i2.1198

Jordano, P., Zamora, R., Marañón, T., & Arroyo, J. J. R. E. (2002). Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo. Aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos. 11(1).

Kelley, D. (2003). Germination. Arkansas Libraries, 60(6), 24-25.

Lobo, M., Delgado, Ó., Cartagena, J. R., Fernández, E., & Medina, C. I. J. A. C. (2007). Categorización de la germinación y la latencia en semillas de chirimoya (Annona cherimola L.) y guanábana (Annona muricata L.), como apoyo a programas de conservación de germoplasma. 25(2), 231-244.

Marzol, M. V., Máyer, P. J. D. L. R., J., IBARRA, P., & MONTORIO, R. (2015). El gradiente térmico en las Islas Canarias. 1755-1764.

Matilla, A. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. In (pp. 537-558).

Mayer, A. M., & Poljakoff-Mayber, A. (1982). Chapter 3 - FACTORS AFFECTING GERMINATION. In A. M. Mayer & A. Poljakoff-Mayber (Eds.), The Germination of Seeds (Third Edition) (pp. 22-49): Pergamon.

Mayer, A. M., & Poljakoff-Mayber, A. (1982). The Germination of Seeds. In A. M. Mayer & A. Poljakoff-Mayber (Eds.), The Germination of Seeds (Third Edition) (pp. i): Pergamon.

McLemore, B. J. F. S. (1966). Temperature effects on dormancy and germination of loblolly pine seed. 12(3), 284-289.

Medina, R., García, M., Arias, M., & Alvarado, C. (2015). Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán: Universidad Nacional Autónoma de México.

Melo-Cruz, O., Mendez, F. F., Tamayo, B. V., & Santos, N. R. J. C. f. (2017). Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del Alto Magdalena. 20(1), 19-30.

Mérola, R., & Díaz, S. J. F. d. C. A. T. P. M., Uruguay. (2012). Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras.

Murillo, A. J. (2001). Las Annonaceae de Colombia. Biota Colombiana ISSN: 0124-5376, 2, 49-58. doi:10.21068/bc.v2i1.89

Murray, N. (1993). Revision of Cymbopetalum and Porcelia (Annonaceae). Systematic Botany Monographs, 40, 1. doi:10.2307/25027830

Omene, M. O. I. (2012). Saberes Waorani y Parque Nacional Yasuní: plantas, salud y bienestar en la Amazonía del Ecuador: Iniciativa Yasuní ITT.

Paiva, É. A. S., Lemos-Filho, J. P., & Oliveira, D. M. T. J. A. o. B. (2006). Imbibition of Swietenia macrophylla (Meliaceae) seeds: the role of stomata. 98(1), 213-217.

Pereyra, M., & Fredericksen, S. J. D. T. O. E. d. M. A. (2002). Regeneración por semilla de especies maderables en áreas de aprovechamiento forestal en un bosque húmedo tropical en Bolivia.

Pérez, F., & Pita, J. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas.

Perez-Hernandez, I., Ochoa-Gaona, S., Vargas-Simon, G., Mendoza-Carranza, M., & Antonio Gonzalez-Valdivia, N. J. M. Y. B. (2011). Germination and survival of six native species in a tropical forest of Tabasco, Mexico. 17(1), 71-91.

Piña, M., & Arboleda, M. (2010). Effect of two light environments on the initial growth and quality of Crescentia cujete. Bioagro, 22, 61-66.

Puig, R. P. Angiospermas: características, clasificación, ciclo de vida.

Puig, R. P. Angiospermas: características, clasificación, ciclo de vida.

Rego, G. M., & Possamai, E. J. P. F. B. (2006). Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. (53), 179.

Ríos, M., Borgtof, H., Koisol, M., & Granda, G. (2007). La colección etnobotánica del herbario QCA. Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas, Quito, Ecuador: Abya-Yala, 247.

Romo Reategui, M. J. E. A. (2005). THE EFFECT OF LIGHT ON THE GROWTH OF SEEDLINGS AND SAPLINGS OF Dipteryx micrantha IN UNDERSTORY, GAPS AND PLANTATIONS. 4(1-2), 1-8.

SALTOS, R. V. A., VÁSQUEZ, T. E. R., LAZO, J. A., BANGUERA, D. V., GUAYASAMÍN, P. D. R., VARGAS, J. K. A., & PEÑAS, I. V. (2016). The use of medicinal plants by rural populations of the Pastaza province in the Ecuadorian Amazon. Acta Amazonica, 46, 355-366.

Sanabria, D., Silva, R., Oliveros, M. A., & Barrios, R. (2001). Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de Centrosema rotundifolium. Bioagro, 13(3), 117-124.

Sanan, N., & Kumari, A. (2020). Chapter 5 - Role of RNA interference in seed germination. In P. Guleria & V. Kumar (Eds.), Plant Small RNA (pp. 101-116): Academic Press.

Sánchez, J., Montejo, L., & Pernús, M. (2015). Germinación de nuestras semillas: factor de éxito en la restauración ecológica. Tendremos desarrollo socioeconómico sin conservación de la biodiversidad, 130-145.

Sánchez, J. L. M. J. U. y. C. (2004). Fragmentación y Remoción de semillas en el piso de la Selva Húmedatropical: El caso de la reserva natural de Los Tuxtlas, sureste de México. 39(20), 7-14.

Sanchez, M. J. R. C. y. T. U. (2015). Ecuador: Revisión a las principales características del recurso forestal y de la deforestación. 3(1), 41-54.

Sánchez Rendón, J., García, B., Valdés, L., & Peraza, R. (2009). Ecological grouping of tropical trees in an evergreen forest of the Sierra del Rosario, Cuba. Acta Botánica Cubana, 204, 14-23.

Santos, D. Á., Cavalheiro, A. J., Tempone, A. G., Correa, D. S., Alexandre, T. R., Quintiliano, N. F., . . . Lago, J. H. G. J. M. (2015). Antitrypanosomal acetylene fatty acid derivatives from the seeds of Porcelia macrocarpa (Annonaceae). 20(5), 8168-8180.

Sleumer, H. (1980). Flora Neotropica Monograph 22: 1–499. In: Flacourtiaceae. The New York Botanical Garden Press.

Smith, H., Whitelam, G. J. P., Cell, & Environment. (1990). Phytochrome, a family of photoreceptors with multiple physiological roles. 13(7), 695-707.

Sosa, J. L. R., & Espinosa, C. A. J. R. C. d. C. F. C. (2013). Germinación de Juglans jamaicensis C. DC. subsp. jamaicensis, en vivero. 1(1), 94-101.

St John, C. M. (2018). Addressing Seedling Production Challenges for Hispaniolan Pine and Snowberry.

Stevens, P. F. (2016). Angiosperm Phylogeny Website. Version 13. Angiosperm Phylogeny Website. Version 13.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Fisiologia vegetal (Vol. 10): Universitat Jaume I.

Tellería, J. L. J. M. d. l. R. S. E. d. H. N. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. 10, 13-25.

Tellería, J. L. J. M. d. l. R. S. E. d. H. N. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. 10, 13-25.

Tinus, R. W. (1984). Optimum Temperatures for Growth of Southern Rocky Mountain Engelmann Spruce and Douglas-fir Seedlings (Vol. 442): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

Tirira, D., & Rios, M. (2019). Uso de flora y fauna por el pueblo Waorani, Amazonía del Ecuador / Use of flora and fauna by the Waorani people, Ecuadorian Amazon.

Tiwari, S., Patel, A., Singh, M., & Prasad, S. M. (2020). Chapter 2 - Regulation of temperature stress in plants. In D. K. Tripathi, V. Pratap Singh, D. K. Chauhan, S. Sharma, S. M. Prasad, N. K. Dubey, & N. Ramawat (Eds.), Plant Life Under Changing Environment (pp. 25-45): Academic Press.

Tybirk, K. (1991). Régénération des légumineuses ligneuses du Sahel.

Valladares, F., Peñuelas, J., & de Luis Calabuig, E. J. E. p. d. l. i. e. E. p. e. d. c. c. (2005). Impactos sobre los ecosistemas terrestres. 65-112.

Valverde, K., Morales, C.-O., & García, E.-G. (2019). Germinación de semillas de Crescentia alata (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento. Revista de Biología Tropical, 67(2 SUPL), S120-S131. doi:10.15517/rbt.v67i2SUPL.37211

Varela, S. A., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Sistemas Forestales Integrados, 3, 1-10.

Villamil, J. M. P., & García, F. P. (1998). Germinación de semillas: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Xue, B., Guo, X., Landis, J. B., Sun, M., Tang, C. C., Soltis, P. S., . . . Saunders, R. M. K. (2020). Accelerated diversification correlated with functional traits shapes extant diversity of the early divergent angiosperm family Annonaceae. Molecular Phylogenetics and Evolution, 142, 106659. doi:10.1016/j.ympev.2019.106659

Anexos.

Trabajo realizado en campo.



Fotografía 1: Siembra en bandejas, parcela alta de CIPCA.



Fotografía 2: Siembra en bandejas, parcela baja del CIPCA.



Fotografía 3: Siembra en bandejas, invernadero de Tarqui.



Fotografía 4: Fruto recolectado de la especie *P. mediocris*.



Fotografía 5: Registro de temperatura ambiente en campo.