

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., EN
DIFERENTES SUSTRATOS

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

DEYSI JANETH LEÓN QUISPE

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 015-2020-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 20 de diciembre de 2019, a horas 06:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., EN DIFERENTES SUSTRATOS”

Presentado por la Bachiller: **LEÓN QUISPE, Deysi Janeth**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 29 de Agosto de 2020

Ing. Mg. **ROBERTO OBREGÓN PEÑA**
PRESIDENTE

Ing. MSc. **WARREN RÍOS GARCÍA**
MIEMBRO

Ing. **JAIME TORRES GARCIA**
MIEMBRO



Ing. MSc. **JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO**
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES



GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., EN DIFERENTES SUSTRATOS

Autor : LEÓN QUISPE, Deysi Janeth

Asesor : Ing. M.Sc. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo

Programa de investigación : Ciencias básicas

Línea de investigación : Física y química del suelo

Eje temático de investigación : Manejo de abonos orgánicos

Lugar de ejecución : Instituto de Investigaciones de la Amazonía
Peruana

Duración : Fecha de inicio: 04/03/2019
Termino: 10/09/2019

Financiamiento : **Otros** : SI

Monto : S/. 2,643.30

2019

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxitos mis metas propuestas.

A mis padres, Patricia y Guillermo, por ser mi pilar fundamental y por el apoyo incondicional, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mí hermana Giuliana por estar siempre acompañándome y por el apoyo moral que me brindó a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater; Universidad Nacional Agraria de la Selva, por su contribución en mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes me formaron con sus enseñanzas teóricas y prácticas a lo largo de mi carrera universitaria.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, por brindarme sus instalaciones y el apoyo en la ejecución del trabajo de investigación.

Al Ing. MSc. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo; asesor de la presente tesis por brindarme su amistad y asesoramiento en el desarrollo científico y académico del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de tesis; Dr. OBREGÓN PEÑA, Roberto; Ing. RÍOS GARCÍA, Warren e Ing TORRES GARCÍA, Jaime; por sus oportunas sugerencias.

A todas las personas que me apoyaron en la ejecución del presente estudio, a todos ellos, MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. La quina	3
2.2. Descripción botánica.....	4
2.3. Taxonomía	4
2.4. Descripción ecológica	5
2.4.1. Temperatura.....	5
2.4.2. Suelos	5
2.5. Semilla	5
2.5.1. Pureza física.....	6
2.5.2. Germinación	6
2.5.3. Poder germinativo.....	10
2.5.4. Energía germinativa.....	11
2.6. Sustrato.....	12
2.6.1. Arena	13
2.6.2. Humus	14
2.6.3. Mantillo	15
2.6.4. Materia orgánica (tronco descompuesto)	16
2.6.5. Musgo	17

2.7. Temperatura y humedad relativa.....	17
2.8. Antecedentes de trabajos relacionados con la investigación	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación del campo experimental.....	21
3.1.1. Ubicación política.....	21
3.2. Características generales de la zona	21
3.2.1. Zona de vida.....	21
3.2.2. Clima	22
3.3. Materiales y métodos	22
3.3.1. Material biológico.....	22
3.3.2. Material de campo	22
3.3.3. Material de escritorio	22
3.3.4. Equipos.....	23
3.4. Metodología	23
3.4.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos	23
3.4.2. Determinar el mejor sustrato en función de la germinación de las semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.	24
3.4.3. Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L., en diferentes sustratos	28

3.4.4. Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora.....	29
IV. RESULTADOS	30
4.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos	30
4.2. Determinar el mejor sustrato en función del porcentaje de germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.	31
4.3. Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. en los diferentes sustratos.....	34
4.4. Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora	35
V. DISCUSIÓN.....	37
5.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos	37
5.2. Determinar el mejor sustrato en función del porcentaje de germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.	38
5.3. Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L., en diferentes sustratos.....	38
5.4. Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora	39
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42

VIII. ABSTRACT.....	43
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXO	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Clasificación taxonómica de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.	4
2. Esquema del análisis de varianza.....	26
3. Tratamientos para la germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.	26
4. Propiedades físicas y químicas de cada uno de los sustratos.	30
5. Propiedades físicas y químicas de cada uno de los sustratos.	31
6. Análisis de varianza de la germinación de semillas a un nivel de significancia al 95%.	32
7. Prueba de Tuckey de la germinación de semillas a un nivel de significancia al 95%.	33
8. Porcentaje de pureza y energía germinativa por tratamiento en semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis)L.	34
9. Semillas germinadas del 13 al 17 de mayo.....	57
10. Semillas germinadas del 18 al 22 de mayo.....	58
11. Semillas germinadas del 23 al 27 de mayo.....	59
12. Semillas germinadas del 28 al 30 de mayo.....	59
13. Recopilación de datos de temperatura y humedad relativa.....	60
14. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación por tratamiento.	61
15. Número de semillas germinadas a los 17 días y porcentaje de energía germinativa por tratamiento.....	61
16. Promedio de temperatura y humedad relativa – cama germinadora....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curva de absorción de agua en semillas.	8
2. Germinación epígea.	9
3. Germinación hipógea.	10
4. Porcentaje de germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. en cada uno de los tratamientos.	32
5. Prueba de Tuckey para evaluar germinación de semilla a un nivel de significancia al 95%.	33
6. Energía germinativa de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. en los diferentes tratamientos.	35
7. Temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora.	36
8. Mapa de ubicación donde se realizó la investigación.	51
9. Resultados del análisis físico y químico del sustrato mantillo (S3).	52
10. Resultados de los análisis físicos y químicos de los sustratos humus y materia orgánica.	53
11. . Resultado del análisis físico y químico del sustrato arena.	54
12. Resultado del análisis físico y químico del sustrato musgo.	55
13. Muestra dendrológica.	56
14. Construcción e instalación de la cama germinadora.	63
15. Recolección de las cápsulas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. ...	63
16. Extracción de las semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.	64
17. esterilización de sustratos en autoclave.	64
18. Instalación de los sustratos de acuerdo al diseño experimental.	65

19. Siembra de las semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L en cada uno de los sustratos.	65
20. Regando agua a los sustratos para la colocación de las semillas.	66
Figura 21. Germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L en el T ₀ (arena).	66
22. Germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L en el T ₁ (humus).....	67
23. Germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L en el T ₂ (materia orgánica).....	67
24. Germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L en el T ₃ (mantillo).....	68
25. Germinación de semillas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L en el T ₄ (musgo).....	68

RESUMEN

La investigación surge por la necesidad de generar información a partir de estimaciones de los impactos positivos o negativos que ocasionan los sustratos en la germinación de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.; los objetivos fueron determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos; el mejor sustrato en función del porcentaje de germinación de las semillas; el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas en diferentes sustratos; y registrar la temperatura y humedad relativa. La colecta botánica se realizó en el centro poblado de Maronilla. La metodología consistió en el acondicionamiento de una cama germinadora de 3 m x 1 m, recolección de sustratos y semillas y se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) a un nivel de significación del 0.05%.

Los resultados fueron: T₀ (testigo) y T₃ (mantillo) presentaron una textura arena y franco limoso respectivamente mientras T₁ (humus) y T₂ (materia orgánica) presentaron mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y T₄ (musgo) mayor contenido de humedad 20.57%, presentó mayor porcentaje de germinación T₄ (musgo) con 40.67%, siendo este el mejor sustrato. Las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. presentaron 77.52% de pureza por lo que existió una buena calidad de semillas mientras que el tratamiento con mayor porcentaje de energía germinativa fue T₄ (musgo) con 28.5% en un período de 17 días y la temperatura y humedad relativa promedio fue de 25.98 °C y 81.33%, respectivamente, durante los 32 días de evaluación.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se les conocen con el nombre de quina a muchas especies arbóreas de la familia Rubiaceae, que contienen quinina. Antiguamente se denominaban genéricamente como quinas, todas las especies, que, procedentes de América, eran de sabor amargo y se utilizaban para combatir fiebres intermitentes. El país de origen de la quina se desarrolla en la vertiente oriental de la parte norte de la Cordillera de los Andes, Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador y el Perú (MADSEN, 2002).

La especie *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. necesita de climas cálidos, alta humedad, con elevada precipitación, persistentes y presencia de nubosidad durante parte total del año donde el volumen de lluvia anual llegue hasta 2,000 mm y resiste bajas temperaturas hasta los 6.5 °C; las zonas altas con topografía ondulada y empinada favorecen el desarrollo de esta.

El programa PROBOSQUE del IIAP – Huánuco, con la necesidad de generar información a partir de la cual realizar estimaciones para valorar los impactos positivos o negativos que ocasionan los sustratos con respecto a la germinación de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., se planteó la siguiente interrogante: ¿Las propiedades fisicoquímicas de los diferentes sustratos influirán de manera significativa sobre la germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.? Generándose una nueva información que permitió

establecer y valorar la influencia que pueden generar cada uno de los sustratos, de tal manera que se contó con criterios para la toma de decisiones: la hipótesis planteada fue: H₀: Las propiedades fisicoquímicas de los diferentes sustratos no van a influir de manera significativa en la germinación de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. H₁: Las propiedades fisicoquímicas de al menos uno de los sustratos si va a influir de manera significativa en la germinación de la quina. Planteándose para ello los objetivos siguientes:

1.1. Objetivo general

Evaluar la germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., en diferentes sustratos.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos.
- Determinar el mejor sustrato en función del porcentaje de germinación de las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.
- Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., en diferentes sustratos.
- Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La quina

Las quininas son denominadas a los árboles de tamaño mediano a pequeño o arbustos con corteza amarga originarios de los Andes (generalmente en Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador, Guatemala), tienen preferencia por los lugares más escarpados y de fuerte pendiente, requieren condiciones de clima bien apropiadas y más, particularmente del terreno (SERRANO, 2013).

Deben tener tierras sueltas, desmenuzables, ricas en materia orgánica. Con abundante humedad durante la mayor parte del año y no soportan vientos fuertes. Se desarrollan en alturas de 900 a 3.400 msnm (SERRANO, 2013).

El clima donde se distribuyen las especies del género *Ladenbergia* predominan en las regiones correspondientes al de "Ceja de Selva" o "Ceja de montaña", con características de ser cálido, húmedo, con abundante y persistente precipitación, presencia de nubosidad en todo el año y los suelos donde se encuentran los podemos clasificar como coluviales y aluviales. Los suelos son de profundidad media a muy profundos, con textura media a pesada y elevado contenido de arcillas; los suelos con material calcáreo o calizas son más fértiles y de un pH más elevado; de tonos rojos a pardos (ZEVALLOS, 2016).

2.2. Descripción botánica

Dentro de sus características botánicas, la corteza externa es de color marrón oscuro, fisurada ligeramente que se desprenden en pequeñas placas en forma irregular. Las hojas son de formas variables, desde casi orbiculares o lanceoladas, siendo algunas pubescentes y otras lisas. Poseen la vena media muy desarrollada y las venas laterales un poco prominentes. Son simples, opuestas y recusadas, de forma elíptico-ovalada; presentan dimensiones entre 7 a 18 cm de ancho y 8 a 27 cm de longitud.

Las flores se distribuyen en panículas terminales con 20 a 25 cm de longitud. La corola es gamopétala, con pétalos de color blanco, rosa o rojo y tiene cinco lóbulos valvados. El fruto es una cápsula color marrón oscuro con forma elipsoide y dehiscente, poseen semillas fusiformes, redondeadas con ala membranosa, son de 7-10 mm de largo, 2-3 mm de ancho y son ligeras para su tamaño (SERRANO, 2013).

2.3. Taxonomía

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	Ladenbergia
Epíteto específico	Oblongifolia
Nombre científico	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.

Fuente: (MUTIS, 2010).

2.4. Descripción ecológica

2.4.1. Temperatura

El árbol de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. necesita de climas cálidos, húmedos, con precipitaciones abundantes y nubosidad casi todo el año, habita en una altitud de 900 hasta 2.100 m.s.n.m y tiene un rango de distribución con un óptimo de 1600 m.s.n.m. (RODRIGUEZ, 1998).

Las diferenciaciones de precipitación y temperatura se encuentran en función de la altitud y latitud. Soportan temperaturas muy bajas de 6.5 °C y altas hasta los 25 °C (ZEVALLOS, 2016).

2.4.2. Suelos

Para ZEVALLOS (2016), los suelos en donde predominan las especies del género *Ladenbergia* son nominados como coluviales y aluviales; proliferan en topografías onduladas con poca área suave, principalmente en laderas y en zonas mayormente de dominio empinada, son suelos profundos, desmoronables, con alta fertilidad y muy drenados, con una espesa cubierta de materia orgánica y una alta capacidad de retención de la humedad, el pH de estos suelos varía entre 4.6 a 6.5.

2.5. Semilla

Para HARTMANN y KESTER (1998), es la unidad de reproducción sexual de las plantas y poseen funciones de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, son uno de los elementos muy eficaces para que ésta se

disperse en el espacio y el tiempo. Es la unidad móvil de la planta, además, es el medio a través del cual, aún de manera pasiva, las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes. PAREDES (2008) añade que ésta desempeña una función principal en renovar, persistir y dispersar las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica.

2.5.1. Pureza física

Corresponde a la característica que refleja los componentes físicos de un conjunto de semillas, esta variable señala el grado de contaminación del lote con semillas de malezas, de otras especies y la cantidad de material inerte. Esta actividad establece las características físicas de una muestra representativa de las semillas en base a lo propuesto por la Asociación Internacional para el Análisis de Semillas (ISTA, 1976; citado por ORTEGA, 2015).

2.5.2. Germinación

PÉREZ y PITA (2013) indican que el proceso de la germinación tiene su inicio con la absorción de humedad por la semilla seca y culmina con la elongación del eje embrionario. La germinación se expresa en porcentajes.

Además, la germinación es definida como la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, en ella se manifiesta la capacidad de la semilla para dar origen a una plántula normal, dicho de otra manera, la semilla emite la radícula o cuando emerge del suelo, pues ya no depende de los tejidos nutritivos de la semilla y tiene la capacidad de producir sus propios alimentos (Camacho, 1994, citado por ORTEGA, 2015).

Las fases durante la germinación son (Figura 1):

- **La fase de imbibición:** Es la primera etapa de la germinación, se inicia con la entrada de agua en la semilla desde el medio exterior (imbibición), causando su hinchamiento y ruptura de la testa. En 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 (PÉREZ y PITA, 2013).
- **La fase sensu stricto:** Cuando la semilla se hidrató adecuadamente, se entra en una segunda etapa del proceso de germinación, la denominada fase de germinación "sensu stricto" (en sentido estricto), que se caracteriza, porque se producen las transformaciones metabólicas necesarias para el completo crecimiento y desarrollo de la plántula. Representa el inicio de la actividad enzimática, translocación y asimilación de las reservas alimentarias en las regiones de crecimiento del embrión. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente (PÉREZ y PITA, 2013).
- **El crecimiento de la radícula:** Corresponde a la última fase de la germinación y se asocia con el crecimiento y emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria. Concluye con el desarrollo de una plántula, representando el primer estadio de desarrollo de la planta hasta que se observa la emergencia de las primeras hojas verdaderas (PÉREZ y PITA, 2013).



Figura 1. Curva de absorción de agua en semillas.

Los tipos de germinación son:

AGROSÍNTESIS (2016) señala que los cambios fisiológicos y metabólicos que se originan dentro de las semillas, no latentes, luego de la imbibición de agua, poseen como finalidad el desarrollo de la nueva plántula. Como se indicó anteriormente, este proceso inicia por la radícula, que es el primer órgano que emergerá a través de las cubiertas. Aun así, en algunas semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

Además, las semillas pueden diferenciarse en la forma de germinar, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato. En base a esto, se puede distinguir dos tipos diferentes de germinación conocidos como semillas con germinación epigea y semillas con germinación hipógea.

- **La germinación epígea:** Para las plántulas consideradas como epígeas (Figura 2), los cotiledones salen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo que es la longitud entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones. Finalmente, inicia el desarrollo del epicótilo que es la dimensión entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas. Este tipo de germinación se observa en semillas de cebolla, ricino, judía, lechuga, mostaza blanca, entre otros (AGROSÍNTESIS. 2016).

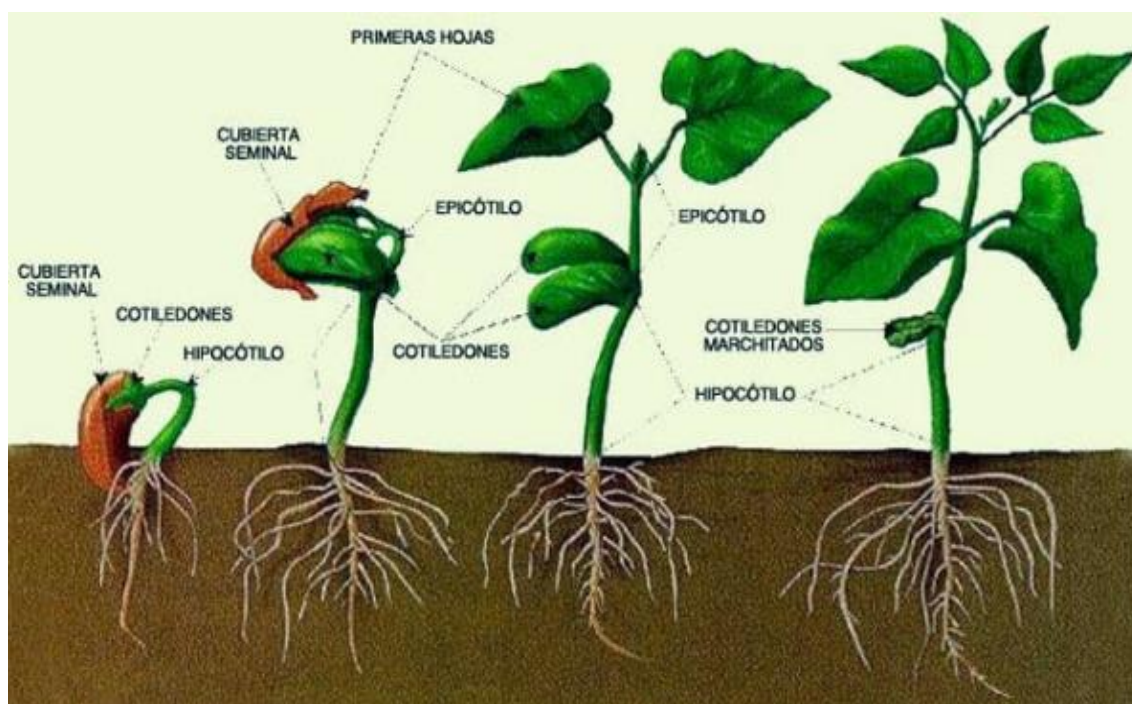


Figura 2. Germinación epígea.

- **La germinación hipógea:** Las plántulas hipógeas (Figura 3), tienen los cotiledones que permanecen enterrados, únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto o casi nulo, seguidamente, el epicótilo se alarga, generando las primeras hojas verdaderas, que vienen a ser los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula nueva. Este tipo de

germinación es notorio en semillas de los cereales (trigo, maíz, cebada, etc.), guisante, haba, robles, etc. (AGROSÍNTESIS, 2016).

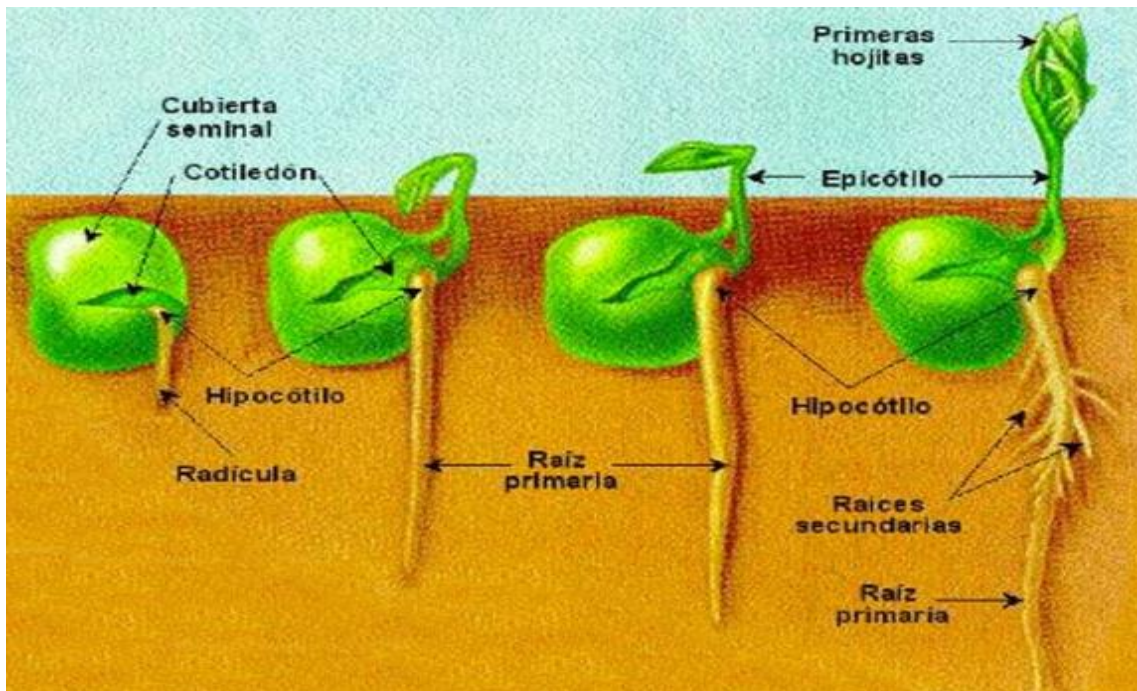


Figura 3. Germinación hipógea.

2.5.3. Poder germinativo

Denominado a la aptitud de germinar de una semilla, la cual se pierde por la muerte del embrión y generalmente es ocasionada por la pérdida de humedad en las semillas; para el incremento del poder germinativo, se cosecha los frutos maduros de los árboles semilleros, además se establece una relación con los factores de humedad, temperatura, luz y precipitación.

Se refiere a una prueba que se hace en laboratorio, donde se controle los factores externos que perjudican la obtención de una germinación regular, rápida y completa, se optimizan las condiciones de germinación a través de esterilización, temperatura y humedad controladas. Además, estudios

realizados, reporta un poder germinativo entre 75 a 85%, para especies que requieren abundante luz (ISTA, 1976; citado por ORTEGA, 2015).

2.5.4. Energía germinativa

La energía germinativa está referida a una medida de la velocidad de la germinación, y por ello equivale al vigor de la semilla; el interés por la energía germinativa se basa en la teoría que probablemente solo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables, serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones sobre el terreno. Los embriones que tienen baja energía germinativa o aquellos que producen plántulas débiles y anormales, son menos capaces de soportar condiciones ambientales desfavorables en los almácigos que las plántulas más vigorosas ya que las plántulas débiles están expuestas al ataque de organismos patógenos. La semilla debe ser viable, el embrión debe estar vivo y en condiciones de germinar. La viabilidad puede verse afectada por condiciones de la semilla antes del almacenamiento, tales como: madurez de la semilla, condiciones del campo de cultivo, golpes, malezas, enfermedades, insectos y otros factores (ISTA, 1976; citado por ORTEGA, 2015).

Grossi (2004) citado por ORTEGA (2015) menciona que, es una expresión de mayor valor ya que se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semillas que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el periodo de energía.

2.6. Sustrato

El sustrato tiene funciones como un medio para el almacenamiento de agua, intercambio gaseoso, reservorio de nutrientes, permite el anclaje de la plántula en el contenedor y mantenerla en una posición vertical. Este soporte es una función de la densidad (peso relativo) y de la rigidez del sustrato (PROMIX, 2018).

Un sustrato refiere a todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato generalmente puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta (INFOAGRO, 2016).

Las propiedades consideradas a los sustratos se encuentran divididas básicamente en tres categorías como: Químicas, físicas y biológicas.

- Las propiedades físicas de los sustratos considerada como de gran importancia para el normal desarrollo de la planta, pues determinan la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz, una vez colocada el sustrato en el contenedor, dichas propiedades resultan prácticamente imposible modificarla (QUIROZ *et al.*, 2009). Las propiedades físicas de un sustrato incluyen: la porosidad, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, estabilidad estructural, entre otras (INFOAGRO, 2016).

- Las propiedades químicas presentan mucha importancia debido a que “influyen en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la plántula (QUIROZ *et al.*, 2009). Una de las propiedades a considerar para un sustrato es el pH, debido a su importancia en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Para la producción de plántulas en viveros y en contenedores se recomienda mantener un pH dentro del intervalo de 5.5, ligeramente ácido, a 6.5. Cuando el sustrato es muy ácido ($\text{pH} < 5.0$) o alcalino ($\text{pH} > 7.5$) aparecen los síntomas de deficiencia de nutrientes, no debidos a su escasez en el medio de crecimiento sino por encontrarse bajo las formas químicas no disponibles para la planta (VALENZUELA y GALLARDO, 2005).
- Las propiedades biológicas, refieren a las propiedades dadas por los materiales orgánicos. Estas propiedades evalúan la estabilidad biológica del material, así como la presencia de componentes que pueden actuar como estimuladores o inhibidores del crecimiento vegetal (QUIROZ *et al.*, 2009).

2.6.1. Arena

AGROMÁTICA (2015) indica que este es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque nos da un buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Las arenas de mejor calidad para este fin proceden las del río con unos valores del pH que varía entre 4 a 8, además de que su durabilidad natural es elevada.

RIVERA (2014) señala que, la arena es una de las sustancias más utilizadas en la mezcla de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades. La arena mejora la estructura del sustrato, pero aporta peso al mismo. Las arenas utilizadas no deben contener elementos nocivos tales como sales, arcillas o plagas. El grano no debe ser grueso. La arena de río, que es la mejor, debe estar limpia para ser utilizada en sustratos. La arena utilizada en construcción no es buena porque lleva mucha arcilla y se compacta.

INFOAGRO (2017) señala que, las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20% del peso y más del 35% del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8% al 10%.

2.6.2. Humus

Se considera que, el humus presenta un efecto homeostático (tampón), porque modera cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan a él por contaminación. De esta forma, un suelo que posee un nivel adecuado de materia orgánica humificada se encuentra con mayores defensas frente a invasiones bacterianas y fúngicas, tóxicas para las plantas (HORTALIZAS, 2014). Además, posee propiedades que lo vuelve un sustrato único para cualquier tipo de plantaciones. En concreto, sus principales ventajas se deben a su propia composición alta en nitrógeno, fósforo y potasio.

También dispone de una serie de características naturales, como ser de fácil asimilación para las plantas y tener ácidos húmicos y fúlvicos, ideales para estimular las raíces de la planta y hacerla más fuerte (INVASIÓN VERDE, 2016).

El humus se beneficia sobre todo de ser un complemento totalmente natural, por lo cual el impacto a la naturaleza no sólo es nulo, sino que además es positivo por ser un enriquecedor natural del sustrato. En cuanto a su utilización como sustrato para mesas de cultivo o huertos urbanos, decir que es sencillamente ideal ya que precisamente este sustrato es el que mejores resultados ofrece en estas clases de espacios (INVASIÓN VERDE, 2016). Otra característica interesante del humus es su capacidad de comportarse como hormona estimuladora del crecimiento vegetal, sugiere que esta actividad fitohormonal tiene efecto sobre semillas en germinación y plántulas en crecimiento, ya que en una primera etapa aumentaría la tasa mitótica del tejido, para en una segunda favorecer en forma clara el desarrollo de raíces. Así, las plantas se preparan mejor para resistir los efectos depresivos de crecimiento causados por un insuficiente contenido de humedad en el suelo de cultivo (HORTALIZAS, 2014).

2.6.3. Mantillo

AGROMÁTICA (2017) señala que el mantillo está compuesto principalmente por materia vegetal en descomposición avanzada. De forma natural lo podemos encontrar en las primeras capas del suelo como material vegetal descompuesto. El mantillo por sí solo no es del todo un sustrato.

Normalmente, acaba siendo una parte importante de los sustratos, compuestos por más elementos.

Para PÉREZ *et al.* (2006), el mantillo es un componente importante de los ecosistemas, porque regula el ciclo de nutrientes e influye sobre las características ambientales de los micrositiros donde se acumula. Se considera mantillo a la sumatoria de hojarasca (hojas senescentes caídas), ramas finas, flores, frutos y materia orgánica particulada depositados sobre el suelo.

Los efectos de mayor importancia por el mantillo sobre las variables microambientales son la disminución de la temperatura y la radiación durante el verano, la conservación de la humedad del suelo durante mayor tiempo y la amortiguación del efecto de las heladas, las lluvias y el viento (GUTIÉRREZ y SQUEO, 2004).

2.6.4. Materia orgánica (tronco descompuesto)

La materia orgánica favorece al crecimiento de las plantas a través de sus efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Este último tiene una función nutricional en la que sirve como una fuente de N, P y S para el crecimiento de las plantas, una biológica en la que afecta profundamente la actividad de la microflora y la micro fauna, y una función física en lo que promueve una buena estructura, con lo cual mejora las labores de labranza, aireación y la retención de humedad. Se tiene reportes de que, la materia orgánica tiene una capacidad de retener hasta 20 veces su peso en agua (INFOAGRO, 2017).

Se indica que, debe existir una buena estructura cuando es sembrada la semilla o las plantas son puestas en potes. Es importante que la descomposición de la materia orgánica, en el medio utilizado en los potes, sea mínima. La descomposición de los agregados orgánicos puede llevar a una textura más fina y una aireación pobre. Dentro del recipiente, el volumen del medio disponible es pequeño para el crecimiento de las raíces, cualquier reducción significativa es detrimental durante el desarrollo de las plantas. En un medio para cultivos en potes no son deseables materiales que descomponen rápidamente (VALENZUELA y GALLARDO, 2005).

2.6.5. Musgo

En la institución INFOJARDÍN (2015), se define que es un material orgánico esencial para las producciones hortícolas y preparación de la tierra para la siembra. Sus propiedades de absorción de agua y la retención de nutrientes son esenciales para la sanidad vegetal. La capacidad de absorción y retención de agua, musgo *Sphagnum Moss* es capaz de almacenar 20 veces su volumen en agua gracias a su textura ligera.

2.7. Temperatura y humedad relativa

- Temperatura. Respecto a la influencia que la temperatura tiene sobre la germinación cabe destacar que, para cada especie, existe una temperatura máxima, por encima de la cual sus semillas no podrán germinar, una temperatura óptima a la cual las semillas germinan mejor y con mayor rapidez, y una temperatura mínima, por debajo de la cual las

semillas de esa especie no pueden germinar (DE LA CUADRA, s.f). Las semillas de especies originarias de hábitats tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25°C, mientras que las semillas de especies originarias de zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, comprendidas entre 5 y 15°C. En general, las semillas de especies originarias de la zona mediterránea germinan preferentemente a temperaturas comprendidas entre 15 y 20 °C (PÉREZ, s.f).

- La humedad relativa mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada. No obstante, hay que señalar que la temperatura y humedad relativa actúan en forma independiente; por tanto, si una aumenta hay que disminuir la otra (MAGNITSKIY y PLAZA, 2007). El nivel de humedad que es necesario para que el proceso de germinación se inicie y continúe, se conoce como “nivel crítico de humedad”. La cantidad de humedad proporcionada a la raíz en inhibición antes de que salga la radícula es de particular importancia ya que puede afectar tanto el porcentaje como la tase de germinación (Hartmann, 1987; citado por ORTEGA, 2015).

2.8. Antecedentes de trabajos relacionados con la investigación

GALLEGO y DÍAZ (2008) indica que en las pruebas de germinación realizadas a semillas de *Ladenbergia oblongifolia* se encontraron porcentajes muy bajos (8%) debido a que es muy difícil coleccionarlas de buena calidad porque

son muy susceptibles al ataque de insectos, otros factores que se deben tener en cuenta son la disponibilidad de luz, bajo contenido de humedad y condiciones de almacenamiento; por otro lado el porcentaje de viabilidad promedio es alto para semillas almacenadas durante un mes y va disminuyendo para semillas almacenadas a través del tiempo (9 meses)

Buddenhagen *et al.* (2004), citado por CANCHO (2017) menciona que en condiciones naturales *Cinchona pubescens* presenta baja tasa de germinación y regeneración, encontrándose únicamente en lugares apartados y en pequeños grupos. Esto nos puede dar una idea del comportamiento del género.

Información como la morfología de las cápsulas y semillas de las plantas “ayudan a obtener mayor conocimiento de su calidad y, por tanto, del manejo y conservación de sus semillas. Por ejemplo, los rasgos morfológicos de las cápsulas podrían ayudar a establecer su calidad. No existe información sobre el vigor de los plantines de *Cinchona*. Sin embargo, por el lento y delicado desarrollo observado en experimentos anteriores en plantines de *C. calisaya* y *C. krauseana* se puede indicar que su vigor es bajo” (Romero, 2015; citado por CANCHO 2017).

LINCOLN y ZEIGER (2006) menciona que el ácido giberélico y los compuestos nitrogenados figuran entre las sustancias que pueden ser aplicadas a las semillas en tratamientos pregerminativos para romper la dormición. La aplicación exógena de hormonas suplementa los requerimientos del control

endógeno de las semillas reduciendo el tiempo de estratificación necesario para su germinación y los compuestos nitrogenados estimulan de diferentes formas la germinación de semillas produciendo diversos efectos en varias especies, por lo que no existe un acuerdo generalizado que explique su mecanismo de acción.

HARTMANN y KESTER (1998) mencionan que las giberelinas desempeñan un papel importante en dos etapas de la germinación de las semillas: en la primera, actúan en la inducción de enzimas y en la segunda, activan las enzimas que intervienen en la movilización del sistema de alimentos de reserva; al mismo tiempo, tienen efecto sobre la elongación del tejido embrionario alterando la extensibilidad de la pared celular que facilita la toma de agua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

La investigación se realizó en un germinador de 3 m x 1 m que pertenece al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Ubicado geográficamente a 389,288 m. Este y 8°9'25,36 m. Norte, a una altura de 652 m.s.n.m.

3.1.1. Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Leoncio Prado
Distrito	:	Castillo Grande

3.2. Características generales de la zona

3.2.1. Zona de vida

Basándose en la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático propuesto por HOLDRIGE (1987), el distrito de Rupa Rupa se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh – PT) y considerando la clasificación de las regiones naturales del Perú, se localiza en la selva alta o Rupa Rupa.

3.2.2. Clima

El clima donde se realizó la investigación, presenta una temperatura promedio anual de 24.98°C, siendo la máxima de 29.67°C y la mínima de 20.28°C, precipitación promedio anual de 3,373 mm, humedad relativa de 84.5% (Estación meteorológica José Abelardo Quiñonez – UNAS, 2018).

3.3. Materiales y métodos

3.3.1. Material biológico

- Semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. recolectadas del centro poblado de Maronilla.
- Humus, mantillo, materia orgánica y musgo *Sphagnum Moss*.

3.3.2. Material de campo

- Arena, agua destilada, baldes, cajas de cartón, cama germinadora, cinta masking, clavos, costales, cuaderno de campo, listones de madera, machete, malla rashell, martillo, pala, plástico transparente, plumón indeleble, rafia, serrucho y wincha.

3.3.3. Material de escritorio

- Impresora, lapiceros, laptop y regla.

3.3.4. Equipos

- Autoclave, balanza analítica, cámara fotográfica, GPS y termohigrómetro.

3.4. Metodología

3.4.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos

- **Recolección de sustratos**

Los sustratos que se utilizaron fueron: arena, humus, mantillo, materia orgánica y musgo. La arena fue recolectada de la ribera del río Huallaga, el humus fue producido en la estación experimental del IIAP ubicado en Sapai, la materia orgánica y el mantillo fueron recolectados de una purma alta de la estación del IIAP y el musgo *Sphagnum Moss* comercial fue enviado desde la ciudad de Jauja.

- **Análisis físico - químico de los sustratos**

Se preparó las muestras de cada uno de los sustratos para su análisis físico y químico. Se utilizaron bolsas de polietileno donde se almacenaron y posteriormente se envió hacia el laboratorio. El análisis físico – químico se llevó a cabo en ambientes del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.4.2. Determinar el mejor sustrato en función de la germinación de las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.

- **Acondicionamiento de la cama germinadora**

Se construyó una cama germinadora cuyas dimensiones son: longitud = 3 m, ancho = 1 m, altura = 1 m. El interior de la cama estuvo compuesto por pequeños cuadrados de madera de 27 cm x 16 cm donde fueron colocados los sustratos. Sobre la cama se construyó una infraestructura para sombra a una altura de 1m con la finalidad de regular la luz a un 50% utilizando malla rashell.

- **Recolección de semillas**

La recolección de las cápsulas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (Anexo 2 - Figura 13) se obtuvieron del centro poblado de Maronilla, distrito José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, las cuales fueron tomadas directamente del árbol cuando presentaban madurez fisiológica que fueron colocadas dentro de cajas de cartón y expuestas al sol para favorecer la apertura de la capsula y así la extracción de las semillas.

- **Siembra**

La siembra de las semillas se realizó con una previa desinfección de estas con Homai y una preparación de los sustratos, los cuales fueron esterilizados en autoclave y colocados dentro de la cama germinadora donde se realizó el trabajo. Después de la siembra se realizó el riego de los sustratos el cual fue constante, llevándose a cabo 2 veces al día, principalmente los días soleados.

- **Porcentaje de germinación**

El porcentaje de germinación se determinó de acuerdo a lo establecido por el ISTA (2002).

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas}} * 100$$

- **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos y seis repeticiones.

- **Modelo estadístico**

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta

μ = Efecto de la medida poblacional

t_j = Efecto de l-esimo tratamiento

ε_{ij} = Efecto aleatorio \rightarrow EE (error experimental)

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC
Tratamiento	(t-1)	SC tratamiento	CM tratamiento	$\frac{\text{CM tratamiento}}{\text{CM error}}$
Error	t(r-1)	SC error	CM error	
Total	(tr-1)	SC total		

- **Unidad experimental**

El experimento consistió de 5 tratamientos con 6 repeticiones para un total de 30 unidades experimentales, haciendo un total de 100 semillas por tratamiento. En total, el experimento requirió 3000 semillas de quina (*Ladenbergia oblongifolia*).

Cuadro 3. Tratamientos para la germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.

Tratamiento	Repeticion	Descripción
T ₀	T ₀ R ₁	Arena
	T ₀ R ₂	Arena
	T ₀ R ₃	Arena
	T ₀ R ₄	Arena
	T ₀ R ₅	Arena
	T ₀ R ₆	Arena
T ₁	T ₁ R ₁	Humus
	T ₁ R ₂	Humus
	T ₁ R ₃	Humus
	T ₁ R ₄	Humus
	T ₁ R ₅	Humus
	T ₁ R ₆	Humus

T ₂	T ₂ R ₁	Materia orgánica
	T ₂ R ₂	Materia orgánica
	T ₂ R ₃	Materia orgánica
	T ₂ R ₄	Materia orgánica
	T ₂ R ₅	Materia orgánica
	T ₂ R ₆	Materia orgánica
T ₃	T ₃ R ₁	Mantillo
	T ₃ R ₂	Mantillo
	T ₃ R ₃	Mantillo
	T ₃ R ₄	Mantillo
	T ₃ R ₅	Mantillo
	T ₃ R ₆	Mantillo
T ₄	T ₄ R ₁	Musgo
	T ₄ R ₂	Musgo
	T ₄ R ₃	Musgo
	T ₄ R ₄	Musgo
	T ₄ R ₅	Musgo
	T ₄ R ₆	Musgo

- **Análisis estadístico**

Los indicadores de las variables dependientes se contrastaron mediante la herramienta estadística análisis de varianza (ANVA) debido a que se contaba con cuatro tratamientos. Posterior a encontrar significancia estadística, se realizó la prueba de comparación múltiple (prueba Tukey) con un nivel de significancia (α) al 95% para determinar el sustrato que proveyó la mejor condición por cada una de las variables.

3.4.3. Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., en diferentes sustratos

- Pureza

Para realizar este análisis, se tomó una muestra de 1000 semillas que equivale a 0.432g, la cual fue separada en semillas puras y material de impureza. Luego se sumó todos los pesos de cada componente y se comparó con el peso total de la muestra y se expresó en porcentaje, usando la siguiente fórmula (ISTA 1976, citado por ORTEGA, 2015).

$$\text{Pureza \%} = \frac{\text{Peso del componente}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

Cabe mencionar que para la siembra de las semillas se ha eliminado dichas impurezas quedando semillas 100% puras.

- Energía germinativa

Se obtuvo a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra en un período energético de 17 días, tomando como plántulas emergidas a las que sobresalgan del sustrato. La energía germinativa EG se calcula mediante la expresión propuesta por (ISTA 1976, citado por ORTEGA, 2015).

$$EG = \frac{\text{N}^{\circ}\text{máximo de semillas germinadas al realizar el primer conteo}}{\text{N}^{\circ}\text{total de semillas sembradas}} * 100$$

3.4.4. Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora

Actividad que se realizó utilizando un Termohigrómetro la misma que permitió evaluar la temperatura y humedad relativa diariamente en horas de 7 a.m. y 1 p.m. por un período de 32 días.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos

Con respecto al análisis físico – químico de los sustratos (Cuadro 4), se observa que el testigo (T₀) presenta una textura arena, pH de 8.64 y materia orgánica 0.96%, mantillo (T₃) tiene una textura franco limoso, pH de 3.73, materia orgánica 0.94% y mayor porcentaje de Na (101.96%); mientras que el humus (T₁) presenta mayor porcentaje en P₂O₅ (0.36%), N (2.34%), K (2.62%), Ca (4.66%) y Mg (1.96%).

Cuadro 4. Propiedades físicas y químicas de cada uno de los sustratos.

Tratamiento	Sustrato	Textura	pH	M.O. %	P ₂ O ₅ %	N %	K %	Ca %	Mg %	Na %	P ppm	K Ppm
T0	Arena	Arena	8.64	0.96	-	0.05	-	-	-	-	10.7	13.99
T1	Humus	-	-	-	0.36	2.34	2.62	4.66	1.96	2.52	-	-
T2	Materia orgánica	-	-	-	0.17	2.27	0.08	3.7	1.28	0.21	-	-
T3	Mantillo	Franco limoso	3.73	0.94	-	0.04	-	-	-	101.96	3.18	101.96
T4	Musgo	-	-	-	0.22	-	0.05	0.41	0.24	1.9	-	-

Los resultados obtenidos de los análisis de los sustratos (Cuadro 5) nos muestra que el T₄ tiene mayor porcentaje de humedad (20.57 %) y de ceniza en base húmeda (52.43 %) y base seca (66.01%), mientras que el T₂ presenta

mayor porcentaje de materia orgánica tanto en base húmeda como en base seca con 69.72% y 75.25% respectivamente.

Cuadro 5. Propiedades físicas y químicas de cada uno de los sustratos.

Tratamiento	Sustrato	Humedad Hd (%)	En base húmeda (materia seca)		En base seca	
			M.O. (%)	Ceniza (%)	M.O. (%)	Ceniza (%)
T0	Arena	-	-	-	-	-
T1	Humus	4.33	44.55	51.12	46.56	53.44
T2	Materia orgánica	7.34	69.72	22.93	75.25	24.75
T3	Mantillo	-	-	-	-	-
T4	Musgo	20.57	27	52.43	33.99	66.01

4.2. Determinar el mejor sustrato en función del porcentaje de germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.

Los resultados obtenidos a partir de la germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. (Figura 4) nos muestra que hubo mayor porcentaje de germinación fue en el T₄ (musgo) con 40.67%, y el menor porcentaje con 4.33% en el T₁ (humus).

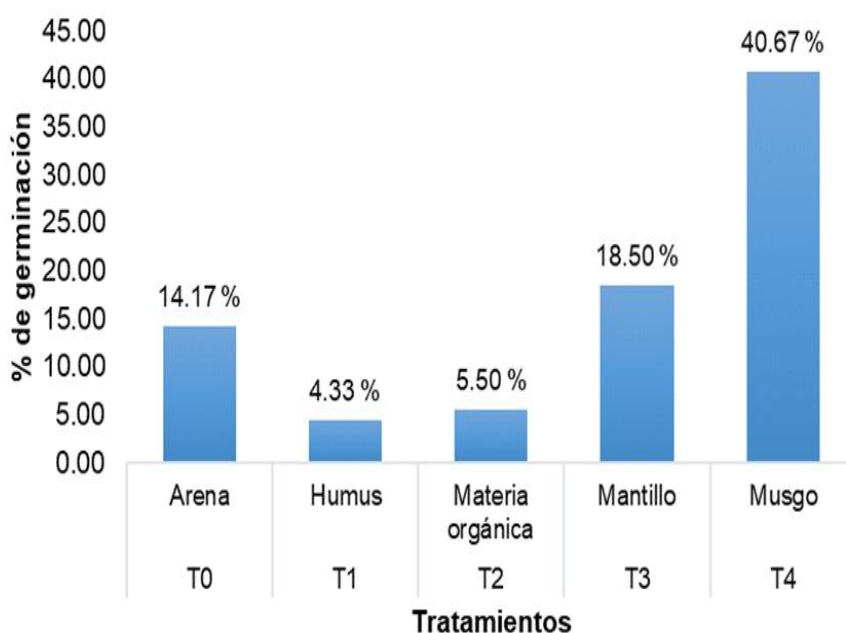


Figura 4. Porcentaje de germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. en cada uno de los tratamientos.

El análisis de varianza (Cuadro 6) nos indica que existe diferencia significativa.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la germinación de semillas a un nivel de significancia al 95%.

Factor de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Factor de Conversión	Sig 0.95 %
Tratamiento	4	5,174.47	1,293.62	264	**
Error Experimental	25	122.50	4.90		
Total	29	5,296.97			

Por consiguiente, se procedió a realizar la prueba de Tuckey (Cuadro 7 y Figura 5), para la determinación del grado de significancia entre los

tratamientos, donde T₄ (musgo) presentó una media de 40.67; seguido de T₃ (mantillo) con 18.50 y T₀ (arena) con 14.17, mientras el T₂ (materia orgánica) presentó una media de 5.50 y T₁ (humus) 4.33 ambos con valores más bajos.

Cuadro 7. Prueba de Tuckey de la germinación de semillas a un nivel de significancia al 95%.

Tratamiento	Sustrato	N	Media	Valor
T ₄	Musgo	6	40.67	A
T ₃	Mantillo	6	18.50	B
T ₀	Arena	6	14.17	C
T ₂	Materia orgánica	6	5.50	D
T ₁	Humus	6	4.33	D

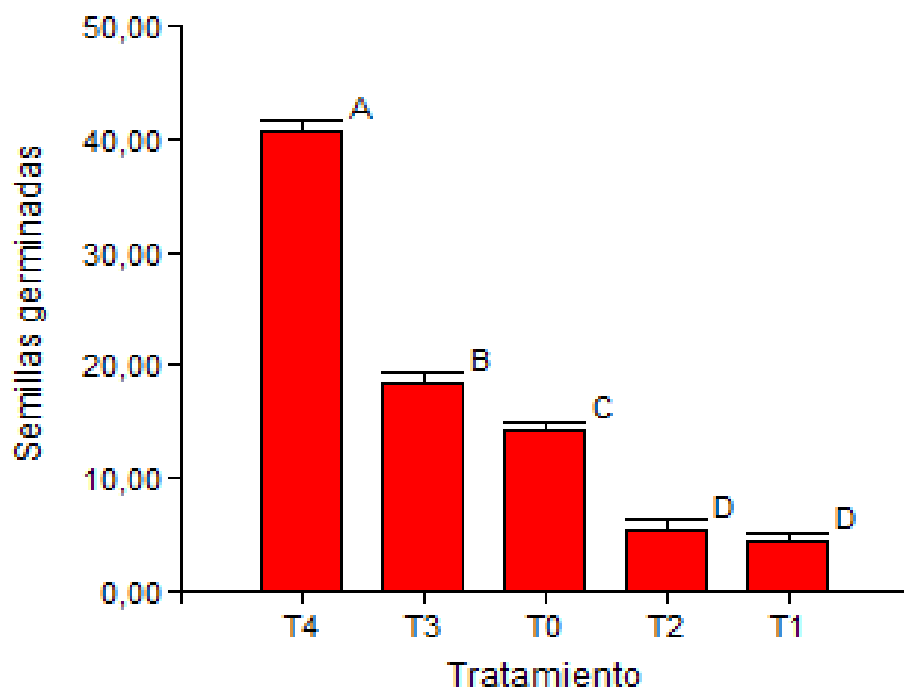


Figura 5. Prueba de Tuckey para evaluar germinación de semilla a un nivel de significancia al 95%.

4.3. Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. en los diferentes sustratos

Según los resultados obtenidos en la investigación se aprecia que las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis)L. presentaron 77.52% de pureza (Cuadro 8).

Asimismo, el mejor tratamiento con respecto a la energía germinativa en un período energético de 17 días corresponde al T₄ (musgo) con 28.50%, seguido por el T₃ (mantillo) con 17.17% y T₀ (arena) con 11.83% los cuales son visiblemente superiores con respecto a los tratamientos T₂ (materia orgánica) con 4% y T₁ (humus) con 3.83% (Cuadro 8 y Figura 6).

Cuadro 8. Porcentaje de pureza y energía germinativa por tratamiento en semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis)L.

Tratamiento	Sustrato	% P	E.G (%)
T0	Arena	77.52	11.83%
T1	Humus	77.52	3.83%
T2	Materia orgánica	77.52	4%
T3	Mantillo	77.52	17.17%
T4	Musgo	77.52	28.50%

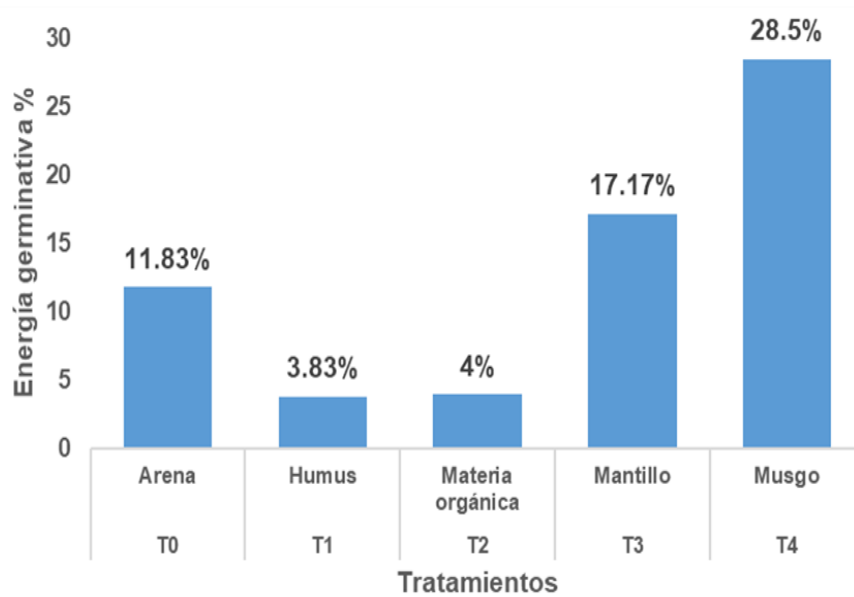


Figura 6. Energía germinativa de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. en los diferentes tratamientos.

4.4. Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora

La temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora (Figura 7) durante el tiempo de evaluación fluctuó entre los 24.25 y 27.25 °C; y la humedad relativa entre los 77 y 89.5%. Asimismo, se puede apreciar que la temperatura está en función inversa a la humedad relativa.

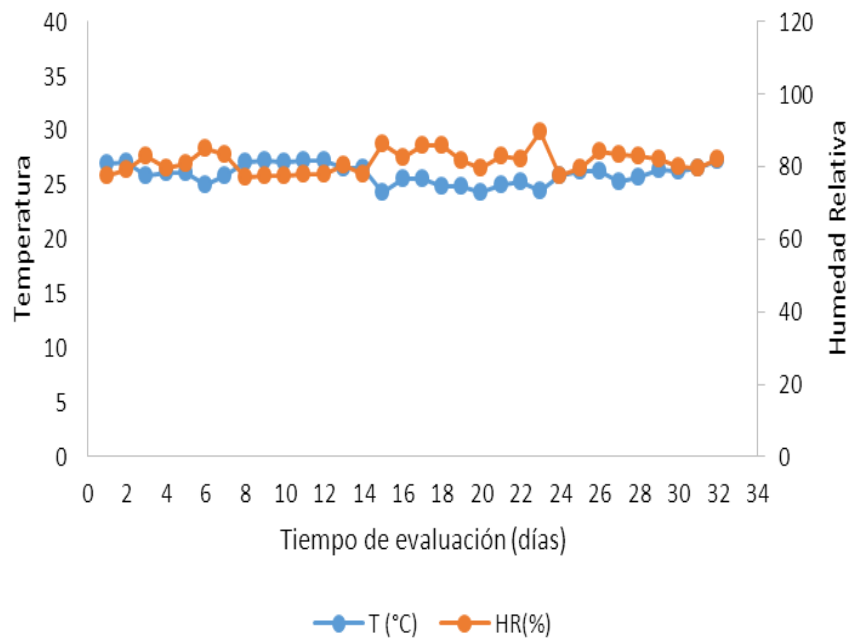


Figura 7. Temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora.

V. DISCUSIÓN

5.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos

ZEVALLOS (2016) menciona que los suelos donde se encuentran las especies del género *Ladenbergia* se clasifican como coluviales y aluviales; estos suelos son profundos, desmoronables, fértiles y bien drenados, con una espesa cubierta de materia orgánica y una elevada capacidad retentiva de humedad, el pH de estos suelos varía de 4.6 a 6.5, en la investigación se trabajó a través de sustratos como medio de germinación de la especie del género *Ladenbergia*. AGROMÁTICA (2015) indica que las mejores arenas para este fin, son las de río, su pH varía entre 4 y 8. Sin embargo los resultados obtenidos indican que el pH del T₀ (testigo) fue de 8.64 con una textura arena, T₃ (mantillo) fue de 3.73 con una textura franco limosa (Cuadro 4).

Dentro de las propiedades químicas los resultados nos muestran que T₁(humus) presenta mayor porcentaje de N (2.34%), P₂O₅ (0.36%) y K (2.62%) mientras que mayor ppm presentan P y K en T₀ (arena) y T₃ (mantillo) con 10.74 ppm y 101.96 ppm respectivamente. Todo ello coincide con lo mencionado por INVASIÓN VERDE (2016) que el humus tiene una serie de propiedades que lo vuelve un sustrato único para cualquier tipo de plantaciones. En concreto, sus principales ventajas se deben a su propia composición alta en nitrógeno, fósforo y potasio.

INFOJARDÍN (2015) menciona que la capacidad de absorción y retención de agua del musgo *Sphagnum Moss* es capaz de almacenar 20 veces su volumen en agua gracias a su textura ligera. Los resultados obtenidos en la investigación nos muestran que el mayor porcentaje de humedad lo presentó el T₄ (musgo) con 20.57%.

5.2. Determinar el mejor sustrato en función del porcentaje de germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.

PÉREZ y PITA (2013) indican que la germinación se inicia con la absorción de agua por la semilla seca y finaliza con la elongación del eje embrionario. Se expresa en porcentajes. Los resultados de la investigación demuestran que el sustrato que permitió mayor porcentaje de germinación de semillas fue T₄ (musgo) con 40.67%, mientras que T₁ (humus) y T₂ (materia orgánica) obtuvieron los más bajos porcentajes con 4.33% y 5.50% respectivamente, posiblemente por el alto contenido de N – P – K, como lo muestran los análisis realizados al sustrato.

5.3. Determinar el porcentaje de pureza y energía germinativa de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., en diferentes sustratos

ISTA, 1976; citado por ORTEGA, (2015) menciona que el análisis de pureza determina las características físicas de una muestra representativa de semilla. Asimismo, los resultados obtenidos nos muestran un 77.52% de pureza.

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de energía germinativa fue T₄ (musgo) con 28.5% en un periodo de energía de 17 días, de

acuerdo a Grossi, 2004; citado por ORTEGA (2015), la energía germinativa es una expresión de mayor valor ya que se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semillas que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el periodo de energía.

5.4. Registrar la temperatura y humedad relativa dentro de la cama germinadora

La temperatura durante el tiempo de evaluación estaba en el rango óptimo para la germinación de semillas tropicales; es así que tenemos que la temperatura dentro de la cama germinadora fluctuó entre los 24.25 °C y 27.25 °C; estas temperaturas coinciden con lo establecido por PÉREZ (s.f.) que menciona que las semillas de especies originarias de hábitats tropicales suelen germinar a temperaturas elevadas, superiores a 25 °C. Todo esto también coincide con FUNDEAGRO (1989), citado por ORTEGA (2015) que menciona que la temperatura influye sobre la germinación, tanto por el efecto que ejerce sobre la velocidad de absorción de agua, las reacciones bioquímicas que comprende todo el proceso.

Durante el tiempo de evaluación, la humedad relativa fluctuó entre los 77% y 89.5 %, concordando con Hartmann (1987); citado por ORTEGA, (2015), que señala que el nivel de humedad es necesario para que el proceso de germinación se inicie y continúe, se conoce como “nivel crítico de humedad”. La cantidad de humedad proporcionada a la raíz en inhibición antes de que salga

la radícula es de particular importancia ya que puede afectar al porcentaje de germinación.

Los resultados concuerdan con MAGNITSKIY y PLAZA (2007) que señala que la temperatura y humedad relativa actúan en forma independiente; por tanto, si una aumenta hay que disminuir la otra.

VI. CONCLUSIONES

1. El T₀ (testigo) y el T₃ (mantillo) presentaron una textura arena y franco limoso respectivamente mientras T₁ (humus) y T₂ (materia orgánica) presentaron mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y el T₄ (musgo) mayor contenido de humedad 20.57%.
2. El T₄ (musgo) presentó mayor porcentaje de germinación con 40.67%, siendo este el mejor sustrato.
3. Las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., presentaron 77.52% de pureza por lo que se puede deducir que existió una buena calidad de semillas mientras que el tratamiento con mayor porcentaje de energía germinativa fue el T₄ (musgo) con 28.5% en un período de 17 días.
4. La temperatura y humedad relativa promedio fue de 25.98 °C y 81.33% respectivamente durante los 32 días de evaluación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para la germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., se recomienda emplear como sustrato al musgo en germinador, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación.
2. Se recomienda utilizar fitohormonas para estimular la germinación de las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., con sustratos similares en otras investigaciones.
3. Las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., no deben ser guardadas por largos periodos de tiempo porque rápidamente pierden su viabilidad.

GERMINATION OF SEEDS OF *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L., IN DIFFERENT SUBSTRATES

VIII. ABSTRACT

The research arises from the need to generate information from estimates of the positive or negative impacts that substrates cause in the germination of *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.; the objectives were to determine the physical and chemical properties of the substrates; the best substrate depending on the percentage of germination of the seeds; the percentage of purity and germination energy of seeds in different substrates; and record the temperature and relative humidity. The botanical collection was carried out in the town of Maronilla. The methodology consisted of the conditioning of a 3 m x 1 m germinating bed, collection of substrates and seeds and the Completely Random Design (DCA) was used at a significance level of 0.05%.

The results were: T0 (control) and T3 (mulch) presented a sand and silty loam texture respectively, while T1 (humus) and T2 (organic matter) presented higher nitrogen, phosphorus and potassium content and T4 (moss) higher moisture content. 20.57%, presented a higher percentage of germination T4 (moss) with 40.67%, this being the best substrate. The seeds of *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L. presented 77.52% purity, so there was a good quality of seeds, while the treatment with the highest percentage of germination energy

was T4 (moss) with 28.5% in a period of 17 days and the Average temperature and relative humidity were 25.98 °C and 81.33%, respectively, during the 32 days of evaluation.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROMÁTICA. 2015. El sustrato. Empieza por unos buenos cimientos para tus plantas, Medellín, Colombia [En línea]: (<https://www.agromatica.es/tipos-de-sustratos/>, documento web, 19 de noviembre del 2018).
- AGROMÁTICA. 2017. Cómo obtener el mejor sustrato de mantillo, Cali, Colombia [En línea]: (<https://www.agromatica.es/mantillo-de-trasplante/>, documento web, 19 de noviembre del 2018).
- AGROSINTESIS 2016. Tipos de germinación, México [En línea] <https://www.agrosintesis.com/tipos-de-germanizacion/>, documento web, 20 de diciembre 2018).
- CANCHO, S. 2017. Condiciones que incrementan la germinación de semillas y el vigor de plantines de *Cinchona krauseana* L. Andersson y *C. calisaya* Wedd. (Rubiaceae). Tesis Bióloga con mención en Botánica. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 118p.
- DE LA CUADRA, C. s.f. Germinación, latencia y dormición de las semillas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, Madrid [En línea]: (http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf, documento pdf, 30 de noviembre del 2018).

- GALLEGO, M., y DÍAZ, Y., 2008. Propagación asexual de cascarillo (*Ladenbergia oblongifolia*, Mutis) en condiciones de vivero en el municipio de Popayán en el departamento del Cauca. Tesis Ingeniero forestal. Popayán, Cauca. Universidad del Cauca. p.15.
- GUTIÉRREZ, J.R. & F.A. SQUEO 2004. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. *Ecosistemas* 13: 36-45.
- HARTMANN, H. y KESTER D. 1998. Propagación de Plantas y Principios Básicos. CECOSA. México, D.F. 760 p.
- HOLDRIGE, L. 1987. Ecología basada en zona de vida. Centro Tropical de Investigación y de Enseñanza. Costa Rica. 216 p.
- HORTALIZAS. 2014. Humus como sustrato de germinación, Medellín, Colombia [En línea]: (<https://www.hortalizas.com/cultivos/humus-como-sustrato-de-germinacion/>, documento web, 19 de noviembre del 2018).
- INFOAGRO. 2016. Control climático en invernaderos, Arequipa, Perú [En línea]: (http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm, documento web, 19 de julio del 2018).
- INFOAGRO. 2017. Tipos de sustratos de cultivo, D.F. México, México [En línea]: (<https://infoagro.com/mexico/tipos-de-sustratos-de-cultivo/>, documento web, 20 de noviembre del 2018).

- INFOJARDÍN. 2015. Musgo Sphagnum, sustratos, macetas, Bogotá, Colombia [En línea]: (<http://foro.infojardin.com/threads/musgo-sphagnum-sustratos-macetas.5954/>, documento web, 19 de noviembre del 2018).
- INVASIÓN VERDE. 2016. Humus, el mejor sustrato, Santiago, Chile [En línea]: (<https://www.invasionverde.com/blog/huerto-urbano/humus-sustrato>, documento web, 19 de julio del 2018).
- MADSEN J. 2002. Historia cultural de la cascarilla de Loja. Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Quito. Ecuador. Pg. 385 – 399.
- MAGNITSKIY, S. y PLAZA, A. 2007. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. Colombia. p. 96-103.
- ORTEGA, M. (2015). Tratamientos pre germinativos en semillas de *Shaina* (*Colubrina glandulosa* Perkins), en Tingo María, Tesis Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 87 p.
- PÉREZ, C.A., J.F. GOYA, F. BIANCHINI, J.L. FRANGI, R. (2006). Productividad aérea y ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. en el norte de la provincia de Misiones. Argentina. p. 794-801.
- PÉREZ, F. s.f. Germinación y dormición de semillas. [En línea]: (https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80402_MATERIAL_VEGETAL_DE_REPRODUCCION__MANEJO_CONSERVACION_Y_TRATAMIENTO/80402/7_GERMINAC

ION_Y_DORMICION_DE_SEMILLAS.PDF, documento pdf, 30 de junio 2018).

PÉREZ, F. y PITA, V. 2013. Germinación de semillas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. España. 20 p.

PROMIX. 2018. Principio básico del sustrato, Cali, Colombia [En línea]: (<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>, documento web, 19 de julio del 2018).

QUIROZ I., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, O., CHUNG, P., SOTO, H. 2009. Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile. 85 p.

RIVERA. 2015. Turbas y otros sustratos, Santiago, Chile [En línea]: (<https://www.arbolesornamentales.es/Turbas.htm>, documento web, 19 de noviembre del 2018).

RODRIGUEZ, L; ARIZA, J. 1998. Proyecto conjunto de las facultades de ingeniería de Sistemas y Biología de la Universidad INCCA de Colombia. Bogotá. Colombia. p. 19.

SERRANO F. 2013. Identificación molecular de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) asociados a *Cinchona pubescens* (Rubiaceae): una especie invasora en la isla Santa Cruz (Galápagos). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja. Ecuador. Pg. 4 – 6.

VALENZUELA, O. y GALLARDO, C. 2005. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. Universidad Entre Ríos.

ZEVALLOS, P. 2016. Taxonomía, distribución geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. Centro de Datos para la Conservación. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 74 p.

ANEXO

ANEXO 1: Mapa de Ubicación.

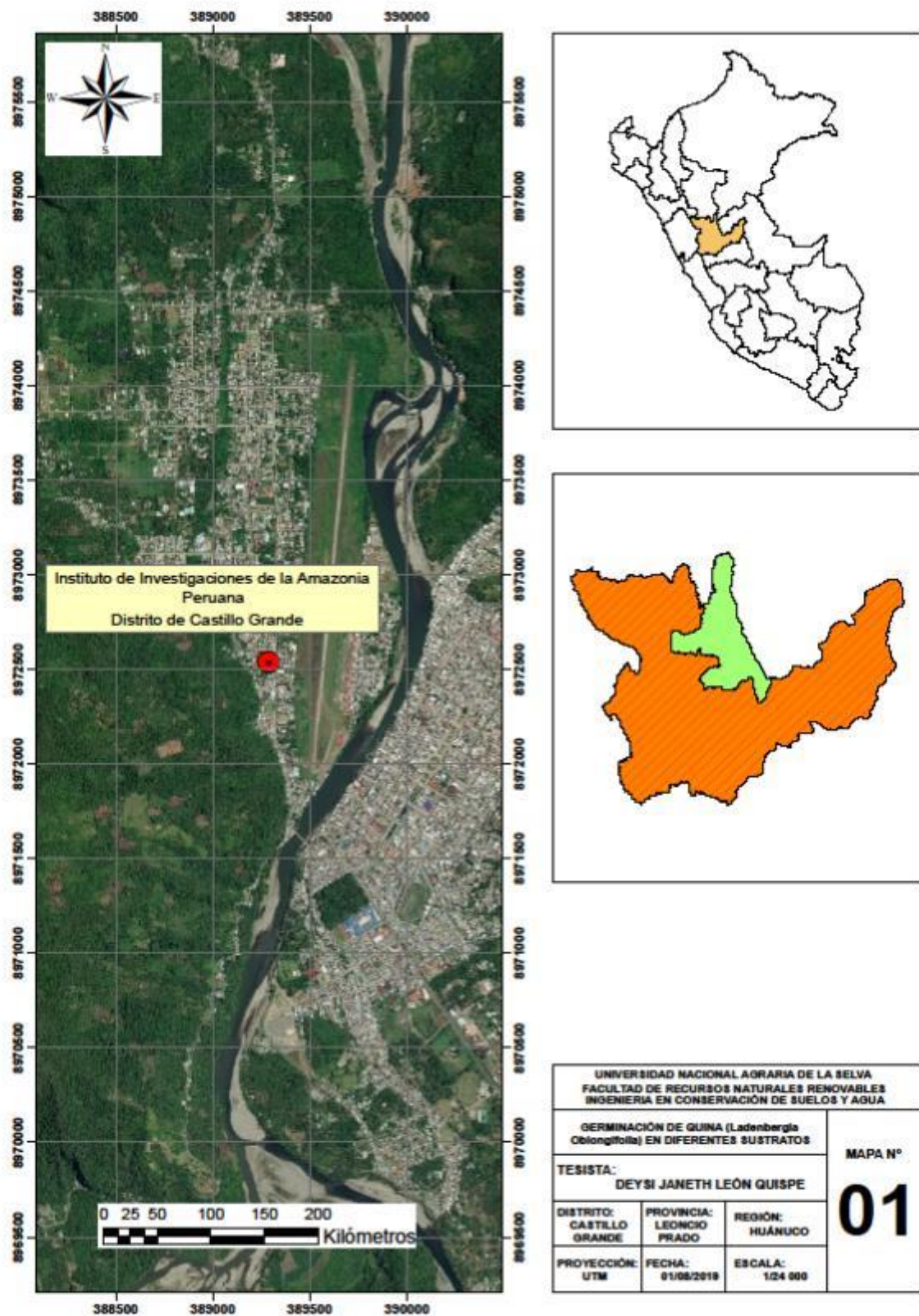


Figura 8. Mapa de ubicación donde se realizó la investigación.

ANEXO 2: Resultados de laboratorio.



Figura 9. Resultados del análisis físico y químico del sustrato mantillo (S3).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo Maria
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 Aptdo. 156
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA					PROCEDENCIA: SAIPAI - SANTA LUCIA - PUEBLO NUEVO - LEONCIO PRADO - HUANUCO									
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA									
		Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)			
Código	Referencia		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
M1040	HUMUS DE LOMBRIZ	4.33	44.55	51.12	46.56	53.44	2.34	0.36	4.66	1.96	2.62	2.52	33	8985	141	10
M1041	MATERIA ORGANICA	7.34	69.72	22.93	75.25	24.75	2.27	0.17	3.70	1.28	0.08	0.21	13	1294	14	1

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 0559595

TINGO MARIA, 11 DE DICIEMBRE DEL 2018

VND: VALOR NO DETECTABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAS ANALISIS DE SUELOS

 Inga Luis G. Mansilla Mabaya
 JEFE



Figura 10. Resultados de los análisis físicos y químicos de los sustratos humus y materia orgánica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			LEON QUISPE DEYSI JANETH						PROCEDENCIA:					TINGO MARIA								
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA	ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo							Ca	Mg	K	Na	Al	H					
		REFERENCIA	%	%	%	Textura	1:1	%	%	ppm		ppm	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al							
1	S0695	SIN CULTIVO	100	0	0	Arena	8.64	0.96	0.05	10.74	13.99	7.15	4.48	2.41	0.05	0.22	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 25 DE JUNIO 2019
 RECIBO N° 0.582172

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB ANALISIS DE SUELOS

 Ing° Luis C. Manóilla Minaya
 JEFE



Figura 11. . Resultado del análisis físico y químico del sustrato arena.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			LEON QUISPE DEYSI JANETH															
DATOS DE LA MUESTRA			ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA											
			Humedad H ₂ O (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Referencia		MATERIA SECA				F ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)												
ME2019_0150	MUSGO	M1	20.57	27.00	52.43	33.99	66.01	0.22	0.41	0.24	0.05	1.90	0.84	4.68	10.29	7209.65	7.95	205.72

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 25 DE JUNIO DEL 2019
 RECIBO N° 0582172

VND. VALOR NO DETECTABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

 Ing. Luis G. Mansilla Miraya
 JEFE

Figura 12. Resultado del análisis físico y químico del sustrato musgo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO MARÍA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA E RECURSOS NATURALES RENOVABLES



CONSTANCIA

El que suscribe, profesor de Dendrología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, deja constancia que la muestra dendrológica que me ha mostrado la Bachiller Deysi Janeth, LEON QUISPE, corresponde al nombre científico de: *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.

Se expide la presente para los fines que considere conveniente.

Tingo María, 07 de marzo del 2020

M.Sc. Warren Ríos García
Profesor de Dendrología UNAS.

Figura 13. Muestra dendrológica.

ANEXO 3: Datos de campo – Cama germinadora.

Cuadro 9. Semillas germinadas del 13 al 17 de mayo.

Evaluaciones	Evaluación de cantidad de semillas germinadas por día									
	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad
	13/05/2019		14/05/2019		15/05/2019		16/05/2019		17/05/2019	
Evaluación por tratamiento	T ₀ R ₁	1	T ₀ R ₁	3	T ₀ R ₁	7	T ₀ R ₂	3	T ₀ R ₆	2
	T ₀ R ₄	3	T ₀ R ₂	1	T ₀ R ₂	10	T ₀ R ₃	2	T ₂ R ₁	1
	T ₀ R ₅	5	T ₀ R ₃	1	T ₀ R ₃	6	T ₀ R ₄	1	T ₂ R ₂	1
	T ₀ R ₆	3	T ₁ R ₂	5	T ₀ R ₄	12	T ₁ R ₂	2	T ₃ R ₄	2
	T ₁ R ₁	3	T ₁ R ₃	4	T ₀ R ₅	11	T ₂ R ₂	1	T ₃ R ₅	2
	T ₃ R ₁	16	T ₁ R ₄	3	T ₀ R ₆	8	T ₂ R ₆	1	T ₄ R ₂	4
	T ₃ R ₄	15	T ₂ R ₃	4	T ₁ R ₁	1	T ₃ R ₁	1	T ₄ R ₄	3
	T ₄ R ₁	2	T ₂ R ₄	5	T ₁ R ₃	1	T ₄ R ₂	6	T ₄ R ₆	4
	T ₄ R ₂	1	T ₂ R ₅	5	T ₁ R ₅	4	T ₄ R ₃	5		
	T ₄ R ₄	1	T ₂ R ₆	3	T ₁ R ₆	2				
			T ₃ R ₃	6	T ₂ R ₁	1				
			T ₃ R ₅	4	T ₂ R ₂	4				
			T ₄ R ₁	4	T ₂ R ₃	2				
			T ₄ R ₂	3	T ₃ R ₁	3				

		T ₄ R ₃	1	T ₃ R ₂	16		
		T ₄ R ₄	2	T ₃ R ₃	11		
		T ₄ R ₅	4	T ₃ R ₅	10		
		T ₄ R ₆	6	T ₃ R ₆	22		
				T ₄ R ₁	30		
				T ₄ R ₂	22		
				T ₄ R ₃	21		
				T ₄ R ₄	25		
				T ₄ R ₅	28		
				T ₄ R ₆	21		
TOTAL	50		64		278	22	19

Cuadro 10. Semillas germinadas del 18 al 22 de mayo.

Evaluaciones	Evaluación de cantidad de semillas germinadas por día									
	Fecha 18/05/2019	Cantidad	Fecha 19/05/2019	Cantidad	Fecha 20/05/2019	Cantidad	Fecha 21/05/2019	Cantidad	Fecha 22/05/2019	Cantidad
Evaluación por tratamiento	T ₀ R ₂	2	T ₀ R ₃	1	T ₀ R ₄	1	T ₀ R ₁	1	T ₂ R ₁	2
	T ₁ R ₆	1	T ₂ R ₅	2	T ₃ R ₄	1	T ₀ R ₃	1	T ₄ R ₂	1
	T ₄ R ₃	3	T ₃ R ₄	1	T ₄ R ₄	1	T ₄ R ₆	3	T ₃ R ₅	1
	T ₄ R ₄	1	T ₄ R ₂	1						
			T ₄ R ₅	3						
TOTAL	7	8		3	5	4				

Cuadro 11. Semillas germinadas del 23 al 27 de mayo.

Evaluaciones	Evaluación de cantidad de semillas germinadas por día									
	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad
	23/05/2019		24/05/2019		25/05/2019		26/05/2019		27/05/2019	
Evaluación por tratamiento	T ₂ R ₁	1	T ₄ R ₁	1	T ₄ R ₁	1	T ₄ R ₃	1	T ₄ R ₁	1
	T ₄ R ₁	1	T ₄ R ₂	1	T ₄ R ₂	1	T ₄ R ₅	1	T ₄ R ₂	1
	T ₄ R ₂	2	T ₄ R ₃	2	T ₄ R ₃	1	T ₄ R ₆	1	T ₄ R ₃	1
	T ₄ R ₄	1	T ₄ R ₄	1	T ₄ R ₅	1				
	T ₄ R ₅	2	T ₄ R ₅	1	T ₄ R ₆	1				
	T ₄ R ₆	2	T ₄ R ₆	1						
TOTAL		9		7		5		3		3

Cuadro 12. Semillas germinadas del 28 al 30 de mayo.

Evaluaciones	Evaluación de cantidad de semillas germinadas por día					
	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad	Fecha	Cantidad
	28/05/2019		29/05/2019		30/05/2019	
Evaluación por tratamiento	T ₄ R ₁	1	T ₄ R ₂	1	T ₄ R ₄	1
	T ₄ R ₂	1	T ₄ R ₃	1	T ₄ R ₅	1
	T ₄ R ₃	1	T ₄ R ₄	1	T ₄ R ₆	1
			T ₄ R ₅	1		
			T ₄ R ₆	2		
TOTAL		3		6		3

ANEXO 4: Datos de campo – Termohigrómetro.

Cuadro 13. Recopilación de datos de temperatura y humedad relativa.

Fecha	Temperatura (°C)			Humedad Relativa		
	Máximo	Mínimo	Promedio	Mañana (7 am)	Tarde (1 pm)	Promedio
29/04/2019	32,5	21,3	26,9	95	60	77,5
30/04/2019	32,3	21,8	27,05	97	61	79
01/05/2019	30,1	21,6	25,85	100	66	83
02/05/2019	31,9	20,3	26,1	96	63	79,5
03/05/2019	30,5	21,7	26,1	97	65	81
04/05/2019	29,3	20,6	24,95	100	70	85
05/05/2019	30	21,6	25,8	99	68	83,5
06/05/2019	33	21,2	27,1	94	60	77
07/05/2019	33,1	21,5	27,3	95	60	77,5
08/05/2019	32,8	21,5	27,15	97	58	77,5
09/05/2019	32,5	22	27,25	99	57	78
10/05/2019	32,8	21,6	27,2	99	57	78
11/05/2019	31,6	21,4	26,5	100	61	80,5
12/05/2019	32	21	26,5	98	58	78
13/05/2019	27,5	21	24,25	100	73	86,5
14/05/2019	30,6	20,4	25,5	98	67	82,5
15/05/2019	30	21	25,5	100	72	86
16/05/2019	28,6	21	24,8	100	72	86
17/05/2019	29	20,8	24,9	98	65	81,5
18/05/2019	30	18,5	24,25	98	61	79,5
19/05/2019	31,5	18,5	25	98	68	83
20/05/2019	31	19,5	25,25	98	66	82
21/05/2019	28	21	24,5	100	79	89,5
22/05/2019	31,8	20	25,9	98	57	77,5
23/05/2019	32	20,6	26,3	98	61	79,5
24/05/2019	31	21,5	26,25	100	68	84
25/05/2019	29,5	21	25,25	100	67	83,5
26/05/2019	30,5	21	25,75	100	66	83
27/05/2019	31,5	21,2	26,35	98	66	82
28/05/2019	32	20,5	26,25	98	62	80
29/05/2019	32,5	20,5	26,5	98	61	79,5
30/05/2019	32	22,5	27,25	98	66	82

ANEXO 5: Procesamiento de datos en gabinete.

Cuadro 14. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación por tratamiento.

Tratamiento	Número de semillas germinadas						TOTAL	P.G (%)
	Repeticiones							
	1	2	3	4	5	6		
T0	12	16	11	17	16	13	85	14.17
T1	4	7	5	3	4	3	26	4.33
T2	5	6	6	5	7	4	33	5.50
T3	20	16	17	19	17	22	111	18.50
T4	41	45	37	37	42	42	244	40.67

Cuadro 15. Número de semillas germinadas a los 17 días y porcentaje de energía germinativa por tratamiento.

Tratamiento	Evaluación a los 17 días						N° semillas germinadas	E.G (%)
	Repetición							
	1	2	3	4	5	6		
T0	11	11	7	15	16	11	71	11.83
T1	4	5	5	3	4	2	23	3.83
T2	1	4	6	5	5	3	24	4
T3	19	16	17	12	14	22	103	17.17
T4	36	26	22	28	32	27	171	28.5
Total de semillas sembradas por tratamiento							600	

Cuadro 16. Promedio de temperatura y humedad relativa – cama germinadora.

Días desde la siembra	Promedios	
	T (°C)	HR (%)
1	26,9	77,5
2	27,05	79
3	25,85	83
4	26,1	79,5
5	26,1	81
6	24,95	85
7	25,8	83,5
8	27,1	77
9	27,3	77,5
10	27,15	77,5
11	27,25	78
12	27,2	78
13	26,5	80,5
14	26,5	78
15	24,25	86,5
16	25,5	82,5
17	25,5	86
18	24,8	86
19	24,9	81,5
20	24,25	79,5
21	25	83
22	25,25	82
23	24,5	89,5
24	25,9	77,5
25	26,3	79,5
26	26,25	84
27	25,25	83,5
28	25,75	83
29	26,35	82
30	26,25	80
31	26,5	79,5
32	27,25	82

ANEXO 6: Panel fotográfico



Figura 14. Construcción e instalación de la cama germinadora.

Figura 15. Recolección de las cápsulas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.



Figura 16. Extracción de las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L.



Figura 17.esterilización de sustratos en autoclave.

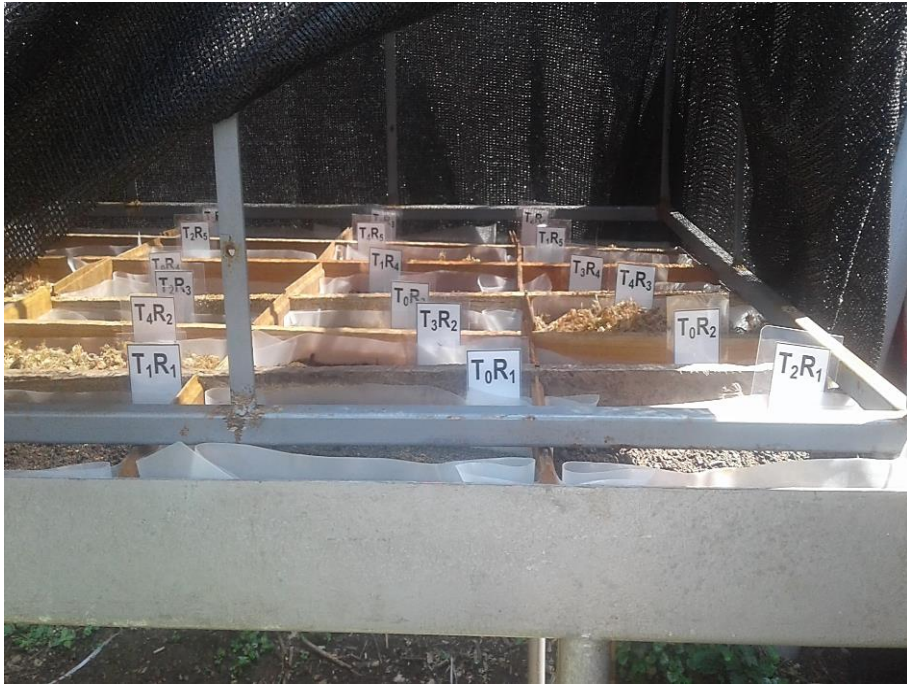


Figura 18. Instalación de los sustratos de acuerdo al diseño experimental.



Figura 19. Siembra de las semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L en cada uno de los sustratos.



Figura 20. Regando agua a los sustratos para la colocación de las semillas.



Figura 21. Germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L en el T₀ (arena).



Figura 22. Germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L en el T₁ (humus).



Figura 23. Germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L en el T₂ (materia orgánica).



Figura 24. Germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L en el T₃ (mantillo).

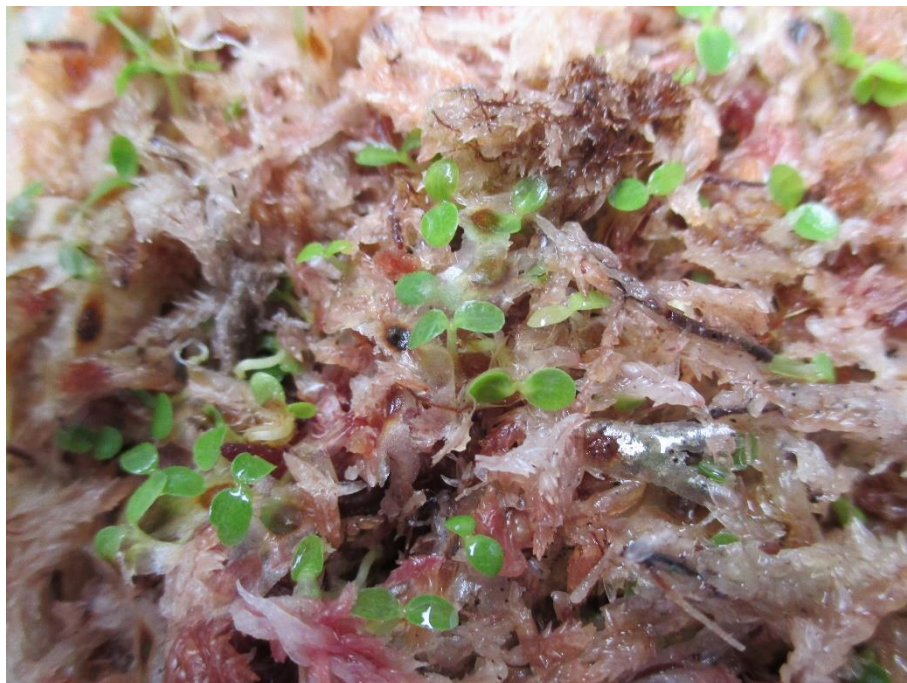


Figura 25. Germinación de semillas de *Ladenbergia oblongifolia* (Mutis) L en el T₄ (musgo).

