

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS

“EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE CUATRO CASERÍOS DE LA PROVINCIA DE CELENDÍN, EN CONDICIONES DE INVERNADERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:
KELLYNETH PATRICIA SÁNCHEZ CHÁVEZ

ASESOR:
ING. NEHEMÍAS HONORIO SANGAY MARTOS

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

Kellyneth Patricia Sánchez Chávez

DNI: 46281360

Escuela Profesional/Unidad UNC: Ingeniería Forestal

2. Asesor:

Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos

3. Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias

4. Grado académico o título profesional:

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

5. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia

profesional

Trabajo académico

6. Título de Trabajo de Investigación: "EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE CUATRO CASERÍOS DE LA PROVINCIA DE CELENDIN, EN CONDICIONES DE INVERNADERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

7. Fecha de evaluación: 15/09/2025

8. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%

10. Código Documento: oid: 3117: 3117:499252425

11. Resultado de la Evaluación de Similitud: 17%

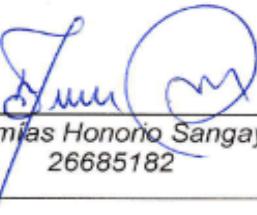
APROBADO

PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O

DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03/09/2025

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
26685182

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintisiete días del mes de enero del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 401-2023-FCA-UNC**, de fecha **04 de setiembre del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE CUATRO CASERÍOS DE LA PROVINCIA DE CELENDÍN, EN CONDICIONES DE INVERNADERO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**", realizada por la Bachiller **KELLYNETH PATRICIA SÁNCHEZ CHÁVEZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las cinco horas y cincuenta minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las diecinueve horas y diez minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela
SECRETARIO

Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
VOCAL

Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
ASESOR

DEDICATORIA

A mi hija Sophia Luciana.

A mi abuelita.

A mi madre.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos, por asesorar la presente investigación, guiándome a lo largo del desarrollo de esta investigación y brindarme sus valiosos conocimientos y concluir este trabajo.

Al Ing. Luis Rojas, por su colaboración en cada fase de mi proceso de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas.....	9
2.2.1. <i>Fundamentos de la propagación</i>	9
2.2.2. <i>Método de Propagación de Especies Forestales</i>	9
2.2.3. <i>La Semilla</i>	10
2.2.3.1. Tipo de Semillas.....	10
2.2.4. <i>Tipos de germinación de semillas</i>	11
2.2.5. <i>Latencia</i>	12
2.2.6. <i>Recolección de Semillas</i>	12
2.2.7. <i>Análisis de Semillas</i>	13
2.2.8. <i>Germinación</i>	13
2.2.8.1. Proceso de germinación	14
2.2.8.2. Condiciones Ambientales Necesarias Para la Germinación.	15
2.2.8.3. Ensayos de Germinación.....	16
2.2.9. <i>Emergencia</i>	17
2.2.10. <i>Sustratos</i>	18
2.2.11. <i>Almacenamiento</i>	21
2.2.12. <i>Descripción de las Especies Forestales Estudiadas</i>	21
2.2.12.1. Mauria Heterophylla Kunth	21
2.2.12.2. Oreopanax eriocephalus Harms	22
2.2.12.3. Myrsine oligophylla Zahlbr.....	23
2.2.12.4. Viburnum ayacacense Kunth	23

2.3.	Definición de Términos	24
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1.	Ubicación del Trabajo de Investigación	27
3.2.	Materiales.....	29
3.2.1.	<i>Insumos</i>	29
3.2.2.	<i>Herramientas</i>	29
3.2.3.	<i>Equipos</i>	29
3.2.4.	<i>Materiales</i>	29
3.2.5.	<i>Clima de ambos lugares</i>	30
3.3.	Metodología	30
3.3.1.	<i>Recopilación de datos</i>	30
A.	Selección de Especies Forestales	30
B.	Recolección de semillas.....	31
C.	Análisis de las semillas	31
D.	Almacenado en platabandas para evaluar la emergencia de las semillas	32
E.	Evaluación del Experimento	34
3.3.2.	<i>Procesamiento de datos</i>	35
A.	Porcentaje de Pureza	35
B.	Peso de Semilla	35
C.	Porcentaje de Germinación.....	36
D.	Velocidad Media de Germinación	36
E.	Tiempo Medio de Germinación	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1.	Porcentaje de germinación.....	37
4.1.1.	<i>Calidad de Semilla</i>	37
A.	Porcentaje de Pureza	37
B.	Peso de Semilla	38
4.1.2.	<i>Porcentaje de Germinación</i>	40
4.1.3.	<i>Velocidad Media de Germinación</i>	41
A.	Tiempo Medio de Germinación	41
4.1.4.	<i>Emergencia de las semillas de las cuatro especies</i>	42

4.1.5. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Emergencia de semillas de <i>Mauria heterophylla</i>	42
4.1.6. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Emergencia de las semillas de <i>Oreopanax eriocephalus</i>	45
4.1.7. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Emergencia de las Semillas de <i>Myrsine oligophylla</i>	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. Conclusiones	50
5.2. Recomendaciones	50
VI. BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos para ensayos de germinación de semillas	33
Tabla 2. Porcentaje de pureza de las semillas.....	37
Tabla 3. Peso de las semillas.....	38
Tabla 4. Porcentaje de Germinación	40
Tabla 5. Velocidad media de germinación.....	41
Tabla 6. Tiempo medio de germinación	41
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de emergencia de las semillas de Mauria heterophylla (Datos transformados con Arcosen $\sqrt{p\%}$)	43
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de emergencia de las semillas de Oreopanax eriocephalus (Datos transformados con Arcosen $\sqrt{p\%}$)	46
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de emergencia de las semillas de Myrsine oligophylla (Datos transformados con Arcosen $\sqrt{p\%}$)	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los caseríos donde se recolectó el material biológico	28
Figura 2. Distribución de las unidades experimentales en el almácigo	33
Figura 3. Porcentaje de emergencia de las semillas de <i>Mauria heterophylla</i> , en los diferentes sustratos	44
Figura 4. Porcentaje de emergencia de las semillas de <i>Oreopanax eriocephalus</i> , en los diferentes sustratos	47
Figura 5. Porcentaje de emergencia de las semillas del <i>Myrsine oligophylla</i> , en los diferentes sustratos	49
Figura 6. Recolección de la especie <i>Mauria heterophylla</i>	66
Figura 7. Recolección de la especie <i>Myrsine oligophylla</i>	66
Figura 8. Recolección de la especie <i>Oreopanax eriocephalus</i>	66
Figura 9. Recolección de la especie <i>Viburnum ayacacense</i>	66
Figura 10. Germinación de semillas <i>Oreopanax eriocephalus</i>	67
Figura 11. Sustrato en la platabanda	67
Figura 12. Germinación de semillas <i>Myrsine oligophylla</i>	67
Figura 13. Riego a los tratamientos	67
Figura 14. Sembrado de semillas <i>Mauria heterophylla</i>	68
Figura 15. Emergencia <i>Oreopanax eriocephalus</i>	68
Figura 16. Siembra de <i>Mauria heterophylla</i>	68
Figura 17. Emergencia <i>Mauria heterophylla</i>	68

RESUMEN

El presente estudio evaluó la germinación y la emergencia de semillas de *Mauria heterophylla*, *Oreopanax eriocephalus*, *Viburnum ayacacense* y *Myrsine oligophylla* en cuatro sustratos (arena, humus, aserrín y mezcla de arena y humus), bajo condiciones controladas de invernadero. Las semillas fueron recolectadas en caseríos de la provincia de Celendín, Cajamarca, y analizadas conforme a las normas de la International Seed Testing Association (ISTA). *Mauria heterophylla* presentó el mayor porcentaje de pureza (99.19 %) y el menor peso (6.86 g), mientras que *O. eriocephalus* registró el mayor peso (83.33 g). A los 15 días, esta última mostró la mayor germinación (95 %). La velocidad y el tiempo medio de germinación variaron según la especie. La emergencia fue más alta en aserrín para *M. heterophylla* y *O. eriocephalus*, y en arena para *M. oligophylla*. Los resultados son relevantes para programas de propagación en viveros y restauración ecológica.

Palabras claves: Germinación, emergencia, sustrato, *Viburnum ayacacense*, *Oreopanax eriocephalus*, *Mauria heterophylla* y *Myrsine oligophylla*, Celendín.

ABSTRACT

The research project deals with the determination of the germination and emergence percentage of seeds of *Mauria heterophylla*, *Oreopanax eriocephalus*, *Viburnum ayavacense* and *Myrsine oligophylla* using different substrates under greenhouse conditions. The seeds were collected in three hamlets in the Province of Celendín, Cajamarca and subjected to an analysis based on ISTA standards. Four substrates (sand, humus, sawdust and a combination of sand + humus) were evaluated with a randomized block design; they were sown in holes and weeded every 15 days for 120 days. The highest purity percentages were for *Mauria heterophylla* (99.19%) and the lowest for *Oreopanax eriocephalus* (76.02%). In turn, it presented the highest seed weight (83.33 g) and the lowest weight was for *Mauria heterophylla* (6.86 g). At 15 days, *Oreopanax eriocephalus* showed the highest germination percentage (95%), followed by *Mauria heterophylla* (91.50%), *Myrsine oligophylla* (79%) and *Viburnum ayavacense* (0%). The average germination rate was highest in *Mauria heterophylla* (2.75 seeds/day), while *Myrsine oligophylla* had the lowest rate (1.14 seeds/day). The average germination time varied, being 30 days for *Mauria heterophylla*, 26 days for *Oreopanax eriocephalus* and 18 days for *Myrsine oligophylla*, and none for *Viburnum ayavacense*. The seeds of *Mauria heterophylla* and *Oreopanax eriocephalus* showed better emergence in sawdust, while *Myrsine oligophylla* obtained better results in sand.

Keywords: Germination, emergence, substrate, *Viburnum ayavacense*, *Oreopanax eriocephalus*, *Mauria heterophylla* and *Myrsine oligophylla*, Celendín.

I. INTRODUCCIÓN

La región de Cajamarca enfrenta una problemática significativa relacionada con la propagación de especies forestales nativas, debido a la escasa información técnica sobre su regeneración en condiciones controladas. Aunque algunas especies muestran capacidad de regeneración natural, sus hábitats están siendo progresivamente degradados por el crecimiento poblacional, la construcción de infraestructura vial y la expansión de las actividades agrícolas. Estas presiones antrópicas han provocado la fragmentación del paisaje y la reducción de las áreas naturales a pequeñas superficies, muchas veces limitadas a cercos vivos ubicados junto a quebradas y ríos.

Las especies forestales nativas cumplen un rol fundamental en la vida de las comunidades rurales, al proporcionar recursos como leña, plantas medicinales, materiales para la elaboración de artesanías y construcción, lo que se traduce en beneficios económicos, sociales y ambientales. A pesar de su importancia, se conoce poco acerca de los mecanismos más adecuados para su propagación, especialmente en contextos como el de la provincia de Celendín, donde el conocimiento empírico no siempre se ha articulado con procesos científicos validados.

En este marco, surge la necesidad de generar información sobre el comportamiento germinativo de especies nativas bajo condiciones controladas. La presente investigación se orienta por la siguiente pregunta: ¿Cuál es el porcentaje de germinación y emergencia de cuatro especies forestales nativas recolectadas en cuatro caseríos de la provincia de Celendín, en condiciones de invernadero de la Universidad Nacional de Cajamarca? Esta interrogante responde a una carencia de información científica que permita establecer protocolos técnicos de propagación adecuados para estas especies.

El problema identificado se vincula directamente con la necesidad de determinar el tipo de sustrato más favorable para lograr una germinación y emergencia óptimas. En este sentido, el presente estudio tiene como propósito generar evidencia experimental que contribuya al diseño de estrategias efectivas de conservación y restauración de especies vegetales nativas, mediante la identificación de prácticas de propagación apropiadas. Esta información podría resultar de gran utilidad para técnicos, instituciones ambientales, viveristas y comunidades locales interesadas en recuperar su biodiversidad forestal.

El objetivo general de esta investigación es evaluar el porcentaje de germinación y emergencia de cuatro especies forestales nativas, específicamente *Mauria heterophylla*, *Oreopanax eriocephalus*, *Viburnum ayacacense* y *Myrsine oligophylla*, recolectadas en cuatro caseríos de la provincia de Celendín, en condiciones de invernadero de la Universidad Nacional de Cajamarca. Los objetivos específicos incluyen determinar el porcentaje de germinación de las especies mencionadas, establecer el porcentaje de emergencia y, finalmente, identificar el sustrato más adecuado que favorezca la emergencia de cada una de ellas.

Este estudio busca generar conocimientos que contribuyan a establecer protocolos técnicos para la propagación de especies forestales nativas, en beneficio de la conservación de la biodiversidad y del fortalecimiento de las capacidades locales para la gestión sostenible de sus recursos forestales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Abanto Arroyo (2017) llevó a cabo un estudio con el objetivo de determinar el efecto de tres tipos de sustratos en la emergencia de *Delostoma integrifolium* procedente de dos localidades de la provincia de Cajamarca, utilizando un arreglo factorial 2P × 3S en un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó el porcentaje de emergencia de plántulas obtenidas por germinación de semillas de árboles de ambas localidades, concluyéndose que el sustrato compuesto por arena, compost y tierra agrícola presentó el mayor número de plántulas emergidas, con un 5,12 %. La procedencia UNC mostró el mayor porcentaje de emergencia (13,5 %).

Barboza Gálvez (2021) evaluó, en el vivero de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, filial Rioja-Nueva Cajamarca, la influencia de diferentes sustratos en la germinación de semillas de *Phytelephas macrocarpa*. Se empleó un diseño experimental con 16 tratamientos de sustratos hidratados, utilizando semillas recolectadas de varios distritos con diferentes características de suelo y vegetación. La metodología incluyó cuatro repeticiones por tratamiento, totalizando 64 unidades experimentales distribuidas según un diseño completamente al azar. Se analizaron variables como el tiempo de germinación, el porcentaje de germinación, la velocidad germinativa y la absorción de humedad. Los resultados indicaron que la elección del sustrato tuvo un impacto significativo en todas las variables, destacándose el tratamiento T2 por sus valores óptimos. En conclusión, los sustratos influyeron significativamente en la germinación de las semillas, siendo el tratamiento T2 el más efectivo, lo que resalta la importancia de seleccionar sustratos adecuados en las prácticas de germinación en viveros.

Castro Anchundia (2023) examinó el impacto de tres sustratos orgánicos en la germinación de arazá (*Eugenia stipitata*) en condiciones de vivero. Los sustratos, denominados T1, T2 y T3, consistieron en diferentes proporciones de arena de río, tamo y materia orgánica, mientras que un cuarto tratamiento, T4, sirvió como control convencional. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) para evaluar variables como la germinación y el desarrollo de plántulas. La evaluación se realizó mediante la siembra de semillas de arazá, con un tiempo típico de germinación de 40 a 60 días. Los cuatro tratamientos se compararon distribuyendo proporciones de sustrato según el DCA, y se monitorearon el porcentaje de germinación, así como el crecimiento de raíces y brotes. Los resultados revelaron que el tratamiento T2, compuesto por arena de río, tamo y humus, fue el más efectivo, alcanzando una tasa de germinación del 92 %. Este tratamiento destacó por un desarrollo significativo de raíces y brotes en comparación con el T3, que obtuvo solo un 11 % de germinación. Por otro lado, el T1 provocó la quema de semillas, inhibiendo la germinación, mientras que el control (T4) alcanzó un 20 % de germinación. En conclusión, se subraya la importancia de seleccionar cuidadosamente el sustrato en viveros para el arazá. El tratamiento T2, con arena de río, tamo y humus, se identificó como el más eficaz para promover una alta tasa de germinación y un desarrollo saludable de plántulas. Además, se destaca la necesidad de evitar el uso inadecuado de sustratos, como lo evidencia la disminución de la germinación en el T1 debido a la quema de semillas. Estos resultados proporcionan información valiosa para optimizar las prácticas de germinación en viveros y la producción de arazá a nivel nacional.

Morales Zambrano (2021) evaluó la germinación y la supervivencia de *Colubrina arborescens* (caoba de montaña) y *Triplaris cumingiana* (Fernán Sánchez) en un vivero del cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos. Utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres sustratos (S1, S2, S3) y dos especies. Se sembraron 25 semillas por unidad experimental, totalizando 300

semillas por especie, y se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias. Los resultados indicaron que el sustrato S1 favoreció la germinación, mientras que el S3 promovió la supervivencia de ambas especies. Se observaron diferencias significativas en altura, diámetro y número de hojas entre sustratos y especies, lo que resalta la influencia del tipo de sustrato en el éxito de la germinación y el establecimiento de plántulas. Estos hallazgos ofrecen aportes valiosos para optimizar las prácticas en vivero y fomentar el desarrollo de especies forestales en la región.

Limachi (2019) estudió el almácigo de chacatea (*Dodonea viscosa*) en el vivero forestal CIPyCA, ubicado en la provincia de Ingavi, departamento de La Paz, Bolivia. El enfoque se centró en la evaluación de la calidad física de las semillas y el efecto de distintos sustratos en la emergencia y el desarrollo de los plantines. La chacatea, especie forestal autóctona de los valles secos, es recomendada para reforestación de terrenos desocupados y manejo de cuencas y laderas. El tratamiento S-1 (70% M.O., 10% A., 20% T.L.) presentó un porcentaje de emergencia del 65%, seguido del S-2 (70% M.O., 20% A., 10% T.L.) con 45%, y el S-3 (100% M.O.) con 30%. En cuanto a la altura de los plantines, el tratamiento S-1 alcanzó 3.1 cm, seguido de S-2 con 2.7 cm y S-3 con 1.8 cm. Tanto el número de hojas verdaderas como la cantidad total de hojas fueron superiores en el tratamiento S-1, que resultó ser el más favorable para la emergencia y crecimiento de plantines en el vivero forestal.

Pérez Ríos (2019) evaluó los efectos de diferentes niveles de aserrín de *Septotheca testannii* (Utucuro) como sustrato en la germinación de semillas de *Myrciaria dubia Kunth* (camu camu) en Yarinacocha, Pucallpa. Se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey al 0.05%. Los resultados demostraron que el uso de aserrín de Utucuro favoreció la germinación de las semillas, siendo el tratamiento con 2 cm de espesor (T2) el más eficaz. Este tratamiento mostró mejores valores en porcentaje de

germinación, tiempo de germinación, temperatura óptima, altura de plántulas y número de hojas, en comparación con los demás tratamientos evaluados. Se concluyó que el espesor óptimo del sustrato para lograr una germinación exitosa es de 2 cm de aserrín de Utucuro.

Bautista y Mena (2021), en el vivero de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, filial Rioja–Nueva Cajamarca, investigaron la influencia de diversos sustratos en la germinación de semillas botánicas de *Phytelephas macrocarpa*. Las semillas fueron recolectadas en distintos distritos y los sustratos se obtuvieron de la misma jurisdicción. Se implementaron 16 tratamientos, hidratando los sustratos en depósitos de plástico, bajo un diseño completamente al azar (DCA) con 64 unidades experimentales y un total de 1,280 semillas. Se evaluaron variables como tiempo de germinación, porcentaje de germinación, velocidad germinativa y ganancia de humedad. El tratamiento T2 presentó los mejores resultados: un tiempo promedio de germinación de 106 días, un 76.3% de germinación, una velocidad germinativa de 0.38 germinaciones/día y una ganancia de humedad adecuada. En contraste, tratamientos con compost, vermicompost y tierra al 100% no fueron idóneos, generando pudrición, y el uso de pajilla de arroz prolongó el tiempo de germinación. Estos resultados destacan la necesidad de seleccionar cuidadosamente los sustratos para mejorar las tasas de germinación de *Phytelephas macrocarpa* en vivero.

Carranza (2022), en Chota, determinó el porcentaje de germinación y el sustrato más adecuado para el crecimiento inicial de *Myrcianthes rhopalooides* (chilimar) en condiciones de vivero. Se implementó un diseño completamente al azar con ocho tratamientos, utilizando diferentes combinaciones de tierra, aserrín, estiércol de cuy, arena de río y estiércol de vacuno. Cada tratamiento incluyó 100 semillas y cuatro repeticiones. Se evaluaron la altura, el diámetro y el número de hojas por planta durante la fase de germinación en vivero y laboratorio. Los resultados indicaron que los tratamientos T1 (tierra de bosque) y T6 (tierra negra + estiércol de

vacuno + aserrín) presentaron los mayores porcentajes de germinación: 93 % en vivero y 95,25 % en laboratorio. El índice de velocidad de germinación fue más alto en los tratamientos T1 y T6, con dos y tres semillas germinadas por día, respectivamente. El tiempo medio de germinación más bajo, de 2,26 días, se observó en el tratamiento T1. En cuanto al crecimiento inicial, los tratamientos T1, T4 y T8 mostraron resultados satisfactorios en altura, con promedios de 8,98; 8,50 y 8,33 cm, respectivamente. Para el diámetro, T5 y T4 destacaron con valores de 1,59 y 1,58 mm, respectivamente. Respecto al número de hojas, los tratamientos T4, T5 y T8 alcanzaron valores estadísticamente similares, con un promedio de 7,75 hojas a los 150 días de evaluación. Estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar adecuadamente los sustratos para el cultivo de chilimar en viveros, proporcionando información valiosa para optimizar las prácticas de propagación.

Fernández et al. (2022) analizaron el impacto del sustrato en la propagación sexual de *Cinchona officinalis*, una especie de gran importancia medicinal y en peligro de extinción en el Perú. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos que variaban el tipo de sustrato, incluyendo combinaciones de tierra de bosque y arena. Cada tratamiento contó con tres repeticiones y 100 semillas por unidad experimental. La germinación de *C. officinalis* se inició entre los días 12 y 42 después de la siembra. El sustrato de tierra de bosque mostró el mejor desempeño en índice de germinación ($18,45 \pm 3,63$), velocidad ($0,40 \pm 0,06$), tiempo medio ($21,44 \pm 0,98$) y porcentaje de germinación ($85 \% \pm 13,23$). Los tratamientos T3 y T2 también presentaron resultados favorables, mientras que el tratamiento T5 mostró el menor efecto. Los hallazgos indican que el tipo de sustrato influye significativamente en el proceso de germinación, destacando la preferencia por sustratos provenientes de bosques naturales sin mezclas.

Ruano Gruel y Benavides Acosta (2018) evaluaron la incidencia de tres tratamientos pregerminativos sobre la germinación, supervivencia y desarrollo inicial de las especies nativas altoandinas *Viburnum triphyllum*, *Hyeronima asperifolia*, *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum*, como estrategia para la restauración de ecosistemas disturbados en la provincia de Carchi, Ecuador. El estudio se llevó a cabo en un vivero a campo abierto. Se seleccionaron fuentes semilleras idóneas, de las cuales se recolectaron las semillas, que luego fueron transportadas y sometidas a los tratamientos: control, períodos alternos de agua y sol, e inmersión en agua caliente. Posteriormente, se realizó la siembra y la evaluación de las variables mencionadas. Se concluyó que *Aegiphila bogotensis* y *Citharexylum montanum* son especies adecuadas para implementar procesos de restauración ecológica en la provincia de Carchi.

Benavides Enríquez (2018) evaluó la eficacia de cuatro tratamientos pregerminativos en dos especies nativas: pumamaqui (*Oreopanax* sp.) y arrayán (*Eugenia hallii*). Las semillas fueron recolectadas en el bosque Jacarón, ubicado en el cantón Colta, provincia de Chimborazo. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos, incluyendo el testigo. Se evaluaron cuatro variables: porcentaje de germinación, mortalidad, altura de la planta y número de hojas, bajo condiciones de invernadero. El tratamiento más eficaz fue T1 (remojo de semillas en agua durante 48 horas), que presentó mejores resultados en germinación, altura y número de hojas. La primera semilla germinada de arrayán apareció a los 38 días, mientras que para pumamaqui fue a los 42 días, ambos bajo el tratamiento T1.

Espinosa Alcalá (2018), en el Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, evaluó el crecimiento inicial de *Caesalpinia spinosa* (“tara”) y *Enterolobium cyclocarpum* (“oreja de negro”), con el objetivo de determinar la influencia de diferentes mezclas de sustratos. La investigación, con una duración de cinco meses,

incluyó la selección de semillas, escarificación, preparación de sustratos, siembra en bolsas, evaluación en campo y análisis de resultados. Se utilizaron cuatro mezclas (T0, T1, T2 y T3), conformadas por tierra agrícola, compost tradicional y compost con microorganismos efectivos en distintas proporciones. Se concluyó que el sustrato T1 (proporción 2:1:1) favoreció el mayor crecimiento en altura, mientras que T3 (3:2:1) presentó los mejores resultados en diámetro.

Por último, Ancco Gonzales (2021) evaluó la propagación sexual de *Moringa oleifera* bajo condiciones de invernadero, a través de un diseño de bloques completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. Se evaluaron el porcentaje y tiempo de emergencia, altura de plántulas, longitud de raíz, número de hojas, porcentaje de plantas logradas y un análisis económico. Entre las conclusiones, se destaca que el sustrato Promix, seguido de los tratamientos T6 y T7, permitió obtener plántulas de alta calidad, constituyéndose como una alternativa viable para la propagación de *Moringa oleifera*.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fundamentos de la propagación

Los métodos utilizados para la propagación de las especies son sexuales (semillas) y asexual utilizando partes de la planta (deshije, rizomas, esquejes, acodos), estos procedimientos aseguran la perpetuación y multiplicación de las especies, así mismo garantizar que las nuevas plantas tengan una buena calidad (Contreras, 2018).

2.2.2. Método de Propagación de Especies Forestales

A. Propagación sexual o por Semilla

La propagación sexual se realiza a partir de la semilla, permitiendo que el nuevo individuo se disperse. Las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla determinan el éxito del nuevo organismo. Para lograr que este se establezca, se requiere de un ambiente adecuado y de

sustancias de reserva (carbohidratos, lípidos y proteínas), que sostendrán a la futura planta durante sus primeras etapas de vida, hasta que se vuelva autótrofa (Osuna et al., 2016).

2.2.3. *La Semilla*

“La semilla es toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie” (Ley General de Semillas, 2000). Es el óvulo fecundado de una gimnosperma o angiosperma, y se considera como la entidad de propagación y continuidad de las especies vegetales (Courtis, 2013). Puede extraerse del fruto tras la fecundación de la flor, y contiene información genética y conocimiento asociado (Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, 2017).

Gracias a su estructura compacta, resistente e independiente, la semilla facilita el trabajo de recolección, transporte y almacenamiento. Además, permite su estudio como nuevo individuo, al contener parte de la variabilidad genética presente en una población (Oliva et al., 2014).

La semilla constituye la base de la reproducción sexual de las plantas y posee la capacidad de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenece, siendo uno de los recursos más eficaces para su dispersión en el tiempo y el espacio. Representa un mecanismo continuo que permite a las plantas perdurar generación tras generación, y actúa como unidad móvil. Asimismo, las semillas, de manera pasiva, encuentran nuevos sitios y microambientes.

En todo cultivo, es indispensable considerar la calidad de la semilla para obtener plántulas con las mejores características genotípicas. Las semillas representan el punto de partida para la producción, por lo que es imprescindible que posean buenas condiciones de siembra y generen plántulas vigorosas, a fin de alcanzar el mayor rendimiento posible (Doria, 2010).

2.2.3.1. *Tipo de Semillas.*

Según la FAO (2019, p. 10), técnicamente se reconocen las siguientes clases de semillas:

A) Semillas recalcitrantes

Son semillas de corta duración que no soportan la congelación. Se recomienda no secarlas por debajo del 20 % o 30 %, ya que perderían su poder germinativo. No toleran el almacenamiento durante largos periodos. La conservación de estas semillas es problemática fuera de su hábitat natural; por ello, las plantas que las producen se conservan en formas de crecimiento, en lugar de como semilla. En comparación con las semillas ortodoxas, estas presentan un mayor tamaño y, por ende, un alto contenido de aceite o humedad, lo que generalmente las hace recalcitrantes en su comportamiento de almacenamiento.

B) Semillas ortodoxas

Son semillas que sobreviven largos períodos, toleran la congelación y la deshidratación hasta un 5 % de contenido de humedad sin perder su vigor ni viabilidad. Su conservación fuera del área natural no representa un problema, ya que la reducción de la temperatura y la humedad permite que sobrevivan durante períodos prolongados de almacenamiento.

C) Semillas intermedias

No se ajustan plenamente a la categoría ortodoxa ni a la recalcitrante. Poseen una tolerancia reducida al secado, pero poco resistentes a temperaturas de congelación.

2.2.4. Tipos de germinación de semillas

Existen dos tipos de germinación: epigea e hipogea. La germinación epigea ocurre cuando los cotiledones (estructuras importantes de la planta) emergen del suelo debido al crecimiento del hipocótilo. En este proceso, los cotiledones se separan naturalmente y dan lugar al primer par de

hojas verdaderas de la planta. En cambio, en la germinación hipogea, los cotiledones permanecen bajo tierra (Muñoz, 2017).

La germinación de las semillas está influenciada por factores intrínsecos, los cuales se detallan a continuación:

2.2.5. *Latencia*

Es la imposibilidad que tiene una semilla, aun estando intacta y viable, de germinar incluso bajo condiciones óptimas de temperatura, humedad y concentración de gases. En el sector forestal se utiliza el término *latencia*, que proviene del latín *latens*, cuyo significado es oculto, escondido o aparentemente inactivo. Este término hace referencia al estado de inactividad de la semilla. La latencia se establece durante la formación de la semilla, y su importancia radica en evitar la germinación en condiciones ambientales desfavorables para el desarrollo de la plántula. Se trata de un proceso dinámico (Varela y Arana, 2011).

2.2.6. *Recolección de Semillas*

Existen diferentes procesos o técnicas para seleccionar y separar las semillas que presentan excelentes características físicas para su uso. La técnica de flotación es importante, ya que solo flotarán las semillas vacías, vanas o aquellas cuyo peso es inferior al promedio (Oliva et al., 2014).

Esta técnica puede aplicarse en zonas donde existan especies que cumplan con los requerimientos técnicos y biológicos, debido a que los progenitores seleccionados transfieren sus características a sus descendientes. En las actividades de recolección de frutos y semillas, el árbol proporciona una fuente permanente de semillas de calidad (FAO, 2021).

Se denomina árbol semillero al individuo seleccionado para recolectar semillas con fines de propagación. Comúnmente se cree que cualquier árbol que produzca semillas puede ser considerado como semillero; no obstante, este debe cumplir ciertas características que permiten

denominarlo árbol plus. Estas propiedades incluyen: individuos altos, fuste lo más recto posible, libre de bifurcaciones en la base, y libre de plagas y enfermedades (Vallejos et al., 2010).

2.2.7. *Análisis de Semillas*

- **Análisis de pureza:**

Consiste en determinar la composición porcentual por peso de una muestra de semillas examinadas. Es decir, identificar los componentes del lote: semilla pura, materia inerte y otras semillas (incluyendo semillas de malezas y de especies cultivadas) (FAO y AfricaSeeds, 2019).

- **Peso de la semilla:**

Según Buamscha et al. (2012), el peso de 1000 semillas es una variable establecida por las Normas Internacionales para el Ensayo de Semillas (ISTA), y sirve para estimar el tamaño y la viabilidad de las semillas en una especie determinada. Cuanto menor sea el peso, más pequeño será el tamaño o más baja su viabilidad. Esta variable es poco utilizada por los viveristas durante la siembra, ya que comúnmente emplean la cantidad de semillas limpias por kilogramo para calcular cuánto comprar y sembrar. Sin embargo, es importante para la comercialización internacional, especialmente con el hemisferio norte, como el mercado norteamericano (p. 31).

2.2.8. *Germinación*

La germinación es el desarrollo de las estructuras esenciales provenientes del embrión, que indican la capacidad de la semilla para convertirse en una plántula bajo condiciones favorables. Durante este proceso, se observa la aparición y desarrollo de la plántula hasta que sus estructuras esenciales le permiten adaptarse al medio (ISTA, 2016).

Se trata del proceso mediante el cual la semilla se transforma en una planta autónoma. Este inicia cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para ello, la nueva planta requiere condiciones adecuadas: temperatura, agua, oxígeno y sales minerales (Cubias, 2019).

La germinación también puede definirse como el proceso que comienza con la absorción de agua por parte de una semilla en reposo, y culmina con el alargamiento del eje embrionario, finalizando cuando la plántula emerge del suelo (Varela y Arana, 2011).

Muchas semillas germinan bajo condiciones favorables de humedad y temperatura; sin embargo, algunas presentan un cierto grado de latencia. Esta latencia, dormancia o letargo es un estado natural que se produce durante la evolución de las semillas como mecanismo de supervivencia y adaptación frente a condiciones ambientales adversas (Pérez, 2016, p. 31). Según Nonogaki et al. (2010), citado por Condori (2021), la germinación se divide en tres fases:

- Fase I (imbibición): La semilla absorbe agua del exterior, lo que provoca su hinchamiento y la ruptura de la testa. Aumenta también la actividad respiratoria.
- Fase II (germinación sensu stricto): Se inicia la actividad enzimática. La absorción de agua disminuye, pero la respiración se mantiene elevada. Termina con la emergencia de la radícula.
- Fase III: Se restablece la absorción de agua y aumenta el consumo de oxígeno. Se produce el crecimiento de la radícula y el tallo gracias a la división mitótica y la expansión celular.

2.2.8.1. Proceso de germinación

Baskin y Baskin (2014), citados por Doria (2010), mencionan que para que ocurra la germinación deben cumplirse las siguientes condiciones:

- La semilla debe ser viable.
- Las condiciones ambientales deben ser favorables (agua, temperatura, oxígeno y luz).
- La semilla debe estar libre de dormancia.
- La sanidad debe ser adecuada (ausencia de patógenos).

2.2.8.2. Condiciones Ambientales Necesarias Para la Germinación.

a. Humedad

Para que la semilla vuelva a un metabolismo activo es necesario que sus tejidos se hidraten.

Para ello, la semilla debe estar en contacto físico con agua en estado líquido. Aunque podría absorber una parte del vapor de agua de la atmósfera circundante, en la mayor parte de los casos, la cantidad de agua sería insuficiente para promover la germinación. En la mayor parte de las semillas, el exceso de agua es perjudicial para la germinación ya que dificulta la llegada de oxígeno hasta el embrión. (Pérez, 2002, p. 183)

b. Temperatura

La temperatura es un factor determinante en el proceso de germinación, hay una temperatura recomendable para cada tipo de semilla donde se consigue el mayor número de semillas germinadas en el período de tiempo más corto que se pueda. La alternancia de temperatura es conveniente para un gran número de especies, ya que muestra una germinación óptima. La temperatura puede perjudicar dos características de la germinación: la capacidad germinativa y la velocidad, al influir en los procesos como la rapidez de hidratación de agua, y procesos fisiológicos como afectar funciones vitales, desempeño, hasta producir la muerte de la semilla (perdida de viabilidad), la pérdida de latencia en semillas secas y el cambio de latencia en semillas húmedas, al intervalo de temperatura en el cual pasa la germinación se le llama ventana térmica, en este intervalo se identifican la temperatura mínima, máxima y óptima de germinación; fuera de este intervalo se determinan las temperaturas letales para la semilla radícula (Bewley y Black, 1994; Orozco y Sánchez, 2013, citado por Osuna et al., 2016).

c. Oxígeno

La mayor parte de semillas germinan con un 21% de oxígeno y un 0.33% de CO₂; para que se produzca la germinación, el oxígeno que se encuentra diluido en el agua, que ingreso a la semilla seca en el proceso de imbibición, debe llegar hasta el embrión. La cubierta seminal presenta elementos químicos o estructurales (compuestos fenólicos, capas mucilaginosas, macroesclereidas, etc.), que tiene la posibilidad de ser verdaderos obstáculos, ya que son capaces de minimizar la entrega del oxígeno al embrión y evitar la germinación de las semillas (Pérez, 2002).

d. Luminosidad

Existe la fotosensibilidad positiva, fotosensibilidad negativa y semillas no fotosensibles. La fotosensibilidad positiva es cuando la semilla demanda de luminosidad para poder germinar, se recomienda que la siembra no sea tan profunda. fotosensibilidad negativa cuya germinación es insensible a la luz, la siembra se realiza a una distancia moderada de la superficie del suelo, para evitar la trasferencia de luz ya que perjudica el desarrollo de la semilla. La transmisión de la luz por medio del suelo es bastante baja. Estimándose, por ejemplo, que solo un 2% de la luz atraviesa los dos primeros milímetros de un sustrato arenoso. Semillas no fotosensibles son aquellas que son indiferentes a las condiciones de iluminación (Pérez, 2002).

2.2.8.3. Ensayos de Germinación

La germinación es un proceso que da origen y desarrollo de nuevas plántulas hacia un periodo en la que la apariencia de sus estructuras esenciales muestra si la plántula va a poder continuar desarrollándose en las condiciones favorables del campo definitivo y lograr ser una planta exitosa. El objetivo es establecer en una muestra de semillas que porcentaje de ellas tienen la posibilidad de originar plántulas normales, plántulas anormales, semillas duras, semillas latentes y semillas muestras, para este ensayo a nivel de laboratorio vamos a necesitar 400 semillas puras,

las cuales se va a dividir en cuatro repeticiones de 100 semillas. Con ello se establece el potencial máximo de germinación por lote de semillas, luego tienen la posibilidad de ser utilizados para comprobar la calidad de los diferentes grupos. La proporción por número de semillas que han producido las plántulas la obtenemos del porcentaje que pudimos encontrar, después las clasificamos como normales bajo condiciones y periodos específicos (FAO y AfricaSeeds, 2019).

2.2.9. *Emergencia*

La emergencia de plántulas, es el suceso fenológico que más influye en el éxito de una plantación; representa el instante en el cual una plántula se hace independiente de las reservas seminales no renovables, originalmente procedentes por sus progenitores, y una vez que empieza el autotrofismo fotosintético, el tiempo de emergencia frecuentemente estable, determina si una planta lucha exitosamente con sus vecinos, si es consumida por los herbívoros, infestada por las enfermedades y si florece, se reproduce y madura al final de su etapa de crecimiento. Sin embargo, los factores del medio ambiente en estos eventos no pueden obviarse (Forcella et al., 2000).

La emergencia comienza con el crecimiento de la plántula, dando fin a la germinación. Este proceso lo conduce elementalmente la elongación celular, y puede estar acompañado por la actividad mitótica, excluyendo a los embriones inmaduros, la división celular no parece relacionada con la emergencia ni es fundamental para que se genere. Al igual que el crecimiento por elongación en otros tejidos, el aumento radicular (proceso que causa la emergencia) tendrá que estar desencadenado por un «ablandamiento» de la pared celular y la acción subsiguiente de la presión de turgencia de las células de la zona subapical (zona de elongación) (Matilla, 2008).

La emergencia de las plántulas es dependiente, además de los componentes que perjudiquen la germinación de las semillas, tanto en una cama de almacigo como en otras condiciones del medio ambiente. En las camas de almacigo se debe controlar las condiciones de

luz, agua, temperatura adecuada y nutrientes para certificar la germinación; además cuando sembramos de forma directa o por regeneración natural se llegan a perder cuantiosos individuos, debido a la presencia de insectos, aves que comen a las semillas y plántulas (Bosque Natural, 2011). Los sustratos son los relacionados con la emergencia.

2.2.10. Sustratos

Los sustratos influyen sobre la germinación de semillas en las especies forestales, y ha tenido una atención especial por parte de los viveristas, en un intento por encontrar el óptimo para cada especie. El sustrato adecuado es aquel que garantice altos porcentajes en la producción de plantas, y a la vez, presente menos pérdidas de éstas por factores adversos durante el proceso germinativo (Aparicio et al., 1999).

Un excelente sustrato para cualquier productor debe ser de bajo costo, abundante y disponible, además se debe seleccionar un buen sustrato que sea sustentable para reducir la contaminación del ambiente (Gomes et al., 2010).

El sustrato es la superficie en donde va a crecer la plántula, tiene como función proveer agua, oxígeno, nutrientes minerales y soporte físico durante su permanencia en el vivero (Buamscha et al., 2012).

Se lo conoce como medio de crecimiento, en donde se va a desarrollar el sistema radicular de las plántulas, es aquel material de donde se va a extraer nutrientes para un saludable crecimiento inicial. Consta de propiedades físicas, biológicas y químicas (Hernández y Lezama, 2015).

Los sustratos son distintos al suelo del lugar natural; un buen sustrato permite el anclaje, almacenamiento, suministro de agua y oxigenación de las raíces de las plantas. Para que una plántula tenga las características deseables, crezca sana, fuerte y vigorosa, necesita de una buena

mezcla de sustratos las cuales ayudan a que tengan un excelente desarrollo vegetativo a nivel de plantación comercial (Garbanzo y Coto, 2017).

Un sustrato adecuado debe tener particularidades físicas, poseer de una buena porosidad para que exista mucha oxigenación en la zona de la raíz, asimismo debe tener una buena retención de agua y nutrientes, de esta manera se garantizará la germinación de la semilla, además de ofrecer soporte a las plántulas en el más corto lapso (Martínez, 2017).

A. Propiedades de los sustratos

- **Propiedades físicas**

Son muy importantes para el progreso de la planta, ya que por sus características porosas determinan la disponibilidad de oxígeno, la capacidad de movilidad y retención de agua, densidad aparente y facilita la penetración de la raíz (Quiroz et al., 2009)

- **Propiedades químicas**

Son de mucha importancia porque intervienen en la disponibilidad para retener e intercambiar los nutrientes (suelos fértiles), humedad u otros compuestos que va a requerir la plántula. Se refieren a la cantidad de cargas negativas presentes en la superficie de las partículas del suelo (CIC), la cual es una característica muy importante concerniente con la fertilidad del medio de crecimiento (Quiroz et al., 2009)

- **Propiedades biológicas**

Tiene relación con las características dadas por los materiales orgánicos. Estas características evalúan el equilibrio biológico del material, así como la existencia de elementos que tienen la posibilidad de actuar como estimuladores o inhibidores del incremento vegetal (Terés, 2001, citado por Pérez, 2019).

B. Requerimientos de los sustratos

FAO (2002) señala que un sustrato apto debe contar con las siguientes condiciones:

- Acumular y suministrar grandes cantidades de agua, para permitir intervalos amplios entre riegos.
- Tener estructura estable a lo largo del período de empleo y una textura conocida que haga posible mantener un gran volumen de aire para la aireación del sistema radicular, incluso si se produce un exceso de riego.
- Absorber y retener los nutrientes en forma asimilable para las plantas y tener una buena capacidad amortiguadora para compensar cualquier exceso o déficit de nutrientes.
- Ser química y biológicamente inerte.

C. Tipos de sustrato

- **Componente inorgánico (Arena)**

La arena de rio lavada es una buena opción, ya que contribuye en el drenaje y evitar el apelmazamiento, ayuda a la aireación de la zona radicular, da una temperatura adecuada al sustrato. Por ejemplo, una alternativa para elaborar una maceta podría ser echar primero una capa de arena o de gravilla, después se puede aumentar otra de fibra de coco, encima otra de humus de lombriz y al final el acolchado (Ecoagricultor , 2015).

- **Abono orgánico (Humus de lombriz)**

Es un abono de color negruzco, de pH acido; el cual es producido por la digestión de las lombrices rojas californianas, que transforman los residuos orgánicos (vegetales, estiércol descompuesto, compost, etc.), perdiendo su estructura original, el resultado de este sustrato ayuda al suelo a obtener una mejor estructura, provee de sustancias nitrogenadas que son de mucha importancia para el crecimiento de las plantas. Este sustrato es el más avanzado en la descomposición de la materia orgánica del suelo (Rimache, 2008, citado por Jaico et al., 2015).

- **Residuos de la madera (Aserrín)**

El aserrín descompuesto es muy utilizado debido a que presenta propiedades físicas favorables, además de ser muy económico, ligero y abundante, ayuda en la retención y drenaje del agua, permite el intercambio gaseoso por su porosidad. El aserrín contiene en sus propiedades abundante carbono, pero carece de nitrógeno, se debería tener en cuenta que una vez que se irriga con la solución nutritiva se muestra muchas veces un proceso de descomposición parcial de ésta por bacterias que usan primordialmente el nitrógeno de la solución para su incremento, fijándolo temporalmente, lo cual puede ofrecer sitio a una deficiencia de este componente en las plantas cultivadas con el aserrín (Jiménez, 2005).

2.2.11. Almacigado

Existen dos procesos para realizar la siembra, las semillas pequeñas se utiliza la siembra al voleo, en la cual se toma una cantidad de semillas con la mano y se procede a esparcir directamente sobre el sustrato de la cama de almacigo, procurando que el tapado de las semillas sea con el mismo sustrato y que queden de una manera uniformemente. La siembra directa, lo utilizamos para semillas de tamaño mediano a grandes, este método consiste en colocar las semillas una por una en forma directa y lineal, guardando un distanciamiento preestablecido, de 2 a 2.5 centímetros entre las semillas. En la fase de germinación se debe dar las mejores condiciones tanto de humedad y sombra, evitando la resequedad del sustrato, el riego excesivo, debido a que las semillas corren el riesgo de que se pudran fácilmente (Oliva et al., 2014).

2.2.12. Descripción de las Especies Forestales Estudiadas

2.2.12.1. Mauria Heterophylla Kunth

Corresponde a la familia Anacardiaceae, es conocida también como “huiso”, “tres hojas”, “guiso”, “trinitaria”, “trinidad”, “titil”. Esta especie se encuentra distribuida en los bosques

estacionales secos a los 700 - 1800 msnm desde Costa Rica, Venezuela, Bolivia y en Perú entre los 500 y 4000 msnm (Morales et al., 2012).

Descripción: Árbol fragante, caducifolio, de unos 6 m de alto. Hojas, alternas, pecioladas, compuestas imparipinnadas, trifolioladas; foliolos ovoides o elípticos, acuminados, enteros, lustroso-brillantes en el haz, glabros en ambas epidermis. Flores pequeñas, blanco-cremosas o verdo-amarillentas, dispuestas en panículas laxas. Fruto drupáceo” (Mostacero, 2015, p. 164).

Usos: La madera es utilizada en la construcción de los techos de las casas, en los umbrales de las puertas y ventanas, muebles, pisos” (Mostacero et al, 2009, citado por Llanos, 2018, p. 80). La corteza sirve para teñir de color rojo-marrón claro, se usa trozos pequeños hervidos en una olla por un tiempo prolongado juntamente con las prendas a teñir” (Mostacero et al, 2009, citado por Llanos Ramos, 2018, p. 69). Las hojas son utilizadas como fuente de alimento para el ganado vacuno” (Rimarachin y Tello, 2004, citado por Llanos, 2018, p. 75).

2.2.12.2.*Oreopanax eriocephalus* Harms

Pertenece a la familia **Araliaceae** y es conocida como “maqui maqui”. Esta especie crece en los Andes peruanos, entre los 1800 y 3200 m s. n. m., y presenta una distribución que abarca desde Colombia hasta Perú. En el territorio peruano, se encuentra en bosques secos de los departamentos de Cajamarca, Lima, Junín y Áncash (Bernal et al., 2019, p. 1).

Descripción: Árbol dioico de hasta 5 m de altura; tallo cilíndrico, con corteza de color pardo claro; copa globosa. Hojas simples, alternas, palmatilobadas (con cinco lóbulos), largamente pecioladas, bicolores; el envés es tomentoso y de color beige. Inflorescencia en racimos de cabezuelas terminales; flores con pubescencia cremosa; fruto en baya de color negro. Antes de la floración, las hojas están protegidas por brácteas coriáceas y liláceas; las hojas tiernas se

encuentran completamente cubiertas de pubescencia ferruginea. Es frecuente en remanentes de vegetación (Alva, 2017, p. 20).

Usos: Los troncos de mayor diámetro se labran para la elaboración de manceras de arado, yugos y mangos de herramientas agrícolas. Por su grosor, también se recolectan como leña una vez secos. Las hojas se emplean como remedio contra los gases estomacales. Las flores se utilizan en la elaboración de muñecas o “guaguas” de juguete (Alva, 2017, p. 59).

2.2.12.3. *Myrsine oligophylla* Zahlbr.

Pertenece a la familia **Primulaceae** y es conocida también como “morocho” o “mangle”. En Perú, se encuentra en los departamentos de Cajamarca, La Libertad, Pasco y Amazonas, con mayor predominancia en los bosques montanos, entre los 1500 y 2275 m s. n. m. (Marcelo y Reynel, 2014).

Descripción: Según Gamarra et al. (2013), es un árbol de hasta 9 m de altura, con fuste cilíndrico. La ramificación presenta tendencia monopodial desde el segundo tercio, con ramas horizontalmente extendidas y base del fuste recta. Hojas simples, alternas y dispuestas en espiral, con tendencia a agruparse en los extremos de las ramitas. Inflorescencias en pequeños fascículos a lo largo de las ramitas. Flores pequeñas, unisexuales y actinomorfas. Frutos en drupas globosas, de color rojo cuando maduran, con rayas translúcidas diminutas en la superficie y semilla única (p. 65).

Usos: Madera: Se utiliza principalmente para vigas, carpintería, mangos de herramientas y leña, debido a que es una madera dura y resistente (Gamarra et al., 2013, p. 67).

2.2.12.4. *Viburnum ayvacencense* Kunth

Pertenece a la familia **Viburnaceae** y es conocida como “garrocha”, “mihuac” o “yacu caspi blanco”. Está distribuida en los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. En el

departamento de Cajamarca (bosque de Cachil), este arbusto prospera a una altitud de 2500 m s. n. m. (Rodríguez et al., 2019).

Descripción: Según Charcape et al. (2010), es un arbusto de hojas perennes, opuestas, simples y enteras. Inflorescencias terminales, en cimas compuestas y umbeloides. Flores fragantes y pequeñas, reunidas en dicasios; cáliz con tubo elipsoidal o cilíndrico, adnato al ovario, pubescente, glandular o glabro, con cinco lóbulos cortos. Corola rotada o ampliamente campanulada, blanca o rosada, de cinco lóbulos. Estambres cinco, insertos en la base del tubo de la corola y alternipétalos; anteras exertas, dorsifijas, versátiles, ditecas con dehiscencia longitudinal. Ovario ínfero, de una a tres lóculas; estilo cortísimo y estigma capitado. Drupa con una semilla de color rojo, púrpura, azul o negro, que sirve de alimento para aves y otros animales silvestres (p. 123).

Usos: Debido a su riqueza en taninos, se emplea como astringente en casos de diarrea. De las hojas, frutos y corteza se extrae un preparado que se utiliza para tonificar el corazón. La infusión de hojas o decocción de frutos se emplea para hacer gárgaras en el tratamiento de infecciones bacterianas en encías o garganta. También se utiliza para tratar dermatitis, eccemas, úlceras cutáneas, micosis, picazón, entre otros problemas dermatológicos, así como afecciones oculares como conjuntivitis o inflamación de párpados. Es apreciada como planta ornamental por su adaptabilidad al sol y la sombra, y su tolerancia a suelos ácidos y secos, donde se fija rápidamente. También puede utilizarse como barrera de protección en sistemas agroforestales. Su madera liviana y resistente es empleada para fabricar flautas y cestos (Botanical-Online, 2021).

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Almácigo: Acción de colocar las semillas en un sustrato adecuado y darles condiciones para que germinen y produzcan plántulas. (Arias et al., 1994)

- 2.3.2. *Dormancia:*** Se induce con el inicio de la tuberización y se define como un período en el cual no ocurre ningún crecimiento visible de los brotes. (Moreno y Rodriguez, 2010)
- 2.3.3. *Emergencia:*** Es el proceso donde la plúmula o brote, experimenta un desarrollo vigoroso, rompiendo la superficie del suelo, buscando la luz. (Simon, 2021)
- 2.3.4. *Germinación:*** Conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una pequeña plántula. (Courtis, 2013)
- 2.3.5. *Plántula:*** Se denomina a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas. (Peralta y Royuela, s.f.)
- 2.3.6. *Propagación:*** Actividad para la multiplicación de plantas útiles de un genotipo específico, aplicando principios y conceptos biológicos. Se realiza con cualquier parte de la planta como: semillas, segmentos de tejido, yemas, explantes, esquejes o estacas, y diversas estructuras especializadas como bulbos, cormos o tubérculos para así producir una nueva planta o una población. (Osuna et al., 2016)
- 2.3.7. *Semilla:*** Óvulo fecundado, transformado y maduro. Constituye el órgano de dispersión y perpetuación de las angiospermas y representa la culminación de la evolución reproductiva de las plantas. (Courtis, 2013)
- 2.3.8. *Sustrato:*** es el medio en donde la semilla quedara depositada, del cual va a tomar agua y oxígeno necesario para su desarrollo. El sustrato debe tener una temperatura adecuada, el cual favorece a crecimiento de raíces, encargadas de absorber los nutrientes. La adecuada selección del sustrato permite el éxito de las plántulas, obtenido un buen desarrollo del sistema radicular y foliar. (Olguín y Torres, 2000)

2.3.9. Porcentaje de Germinación. El porcentaje de germinación se utiliza para comparar la calidad de diferentes colecciones de semillas, para programas de ensayo e investigación. La identificación de estos niveles de calidad posibilita el mejoramiento de los procesos asociados a la implementación de huertos urbanos (Céspedes, 2018).

2.3.10. Velocidad Media de Germinación. Esta variable busca determinar el número de semillas germinadas por día, a lo que se puede inferir que aproximadamente por día se logra la germinación de una semilla (Céspedes, 2018).

2.3.11. Tiempo Medio de Germinación. En esta variable se evalúa cuantos días se requieren en promedio para que las semillas germinen (Céspedes, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

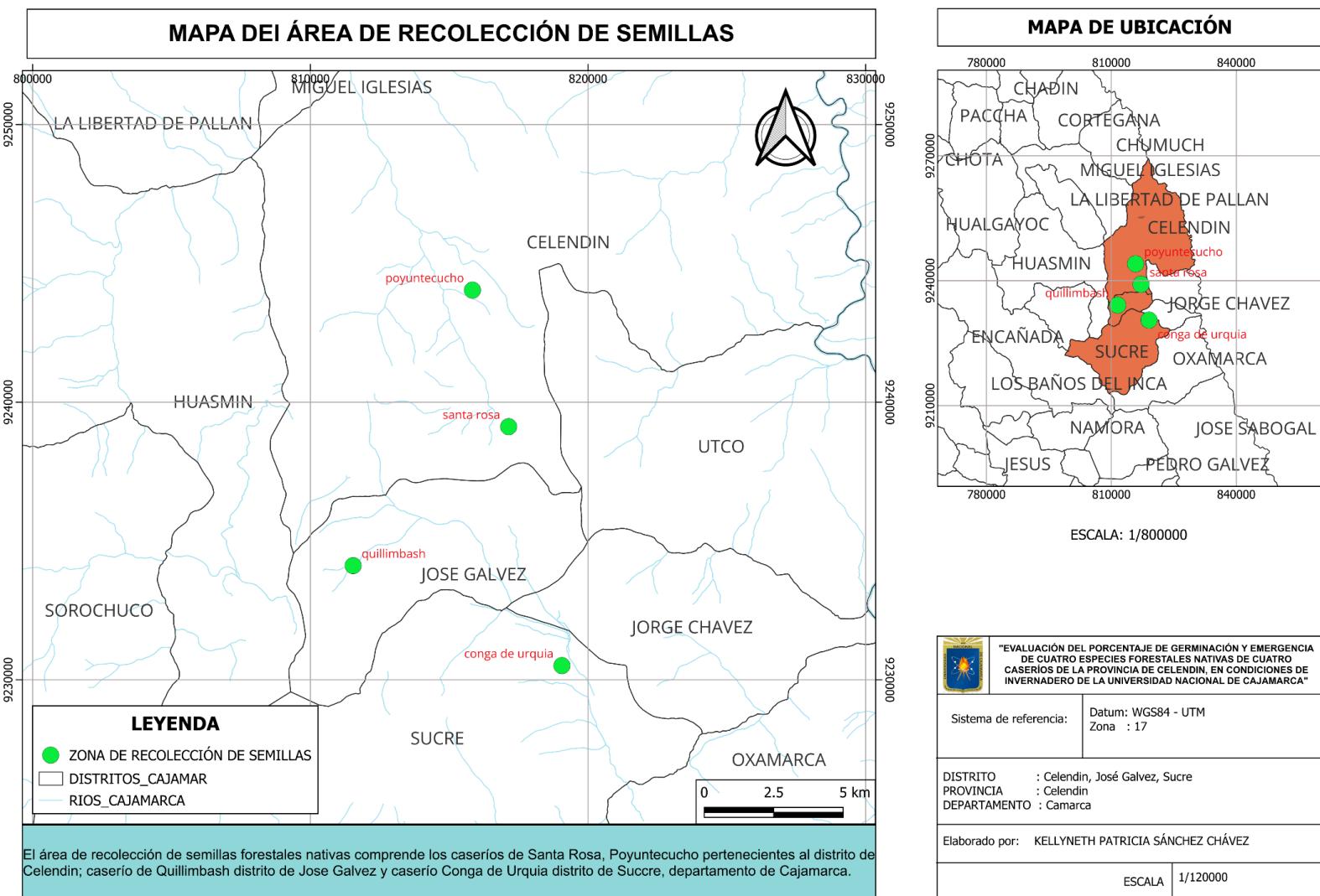
3.1. Ubicación del Trabajo de Investigación

Los frutos de *Mauria heterophylla*, *Oreopanax eriocephalus*, *Myrsine oligophylla* y *Viburnum ayavacense* fueron recolectados los días 27, 28 y 29 de diciembre de 2018, en los caseríos de Santa Rosa y Poyuntecupo, del distrito de Celendín; Conga de Urquía, del distrito de Sucre; y Quilimbash, del distrito de José Gálvez, pertenecientes a la provincia de Celendín, departamento de Cajamarca (Figura 1).

La extracción de las semillas, su análisis físico, así como los ensayos de germinación y emergencia se realizaron en dos ambientes de la Universidad Nacional de Cajamarca: la extracción y el análisis físico de las semillas, así como el ensayo de germinación, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Silvicultura (2C-105), mientras que la siembra para evaluar la emergencia se realizó en el invernadero de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, de la Facultad de Ciencias Agrarias. Ambos espacios están ubicados geográficamente en el paralelo 7°10'33" S y 78°30'35" O, a una altitud de 2536 msnm.

Figura 1

Ubicación de los caseríos donde se recolectó el material biológico.



3.2. Materiales

3.2.1. Insumos

- Arena
- Humus
- Aserrín de pino

3.2.2. Herramientas

- Tamiz de 2” y 2.8” de diámetro
- Regaderas
- Regla
- Deshierbados
- Tijera de podar
- Lupa
- Tijera de escritorio

3.2.3. Equipos

- Balanza electrónica
- Estufa

3.2.4. Materiales

- Bolsas de papel
- Libreta de campo
- Cajas Petri
- Agua destilada
- Papel filtro
- Papel absorbente

3.2.5. Clima de ambos lugares

El clima de la zona de colecta de los frutos es templado y seco. La temperatura promedio anual oscila entre los 12 °C y 14 °C, con una temporada de lluvias que se extiende desde octubre hasta abril. La altitud es de 2 625 m s. n. m., con una latitud de 6° 52' y una longitud oeste de 78° 09' 09" (Municipalidad Provincial de Celendín, 2017). El campus de la Universidad Nacional de Cajamarca registró una temperatura promedio de 13,8 °C, con una temperatura máxima de 21 °C y una mínima de 6 °C (Servicio Meteorológico de la Estación Augusto Weberbauer–UNC, 2017).

3.3. Metodología

3.3.1. Recopilación de datos

A. Selección de Especies Forestales

Las cuatro especies forestales fueron seleccionadas en base a sus usos locales:

1. *Mauria heterophylla* Kunth, conocida en la zona como “huiso”, “tres hojas”, “guiso”, “trinitaria”, “trinidad” y “titil”. Su madera es utilizada en la construcción de techos de casas, las hojas como forraje para el ganado vacuno y con fines medicinales como antiinflamatorios y digestivos.
2. *Oreopanax eriocephalus* Harms, conocida como “maqui maqui”. Su madera se utiliza para la elaboración de herramientas agrícolas; las hojas secas, como leña; las frescas, con fines medicinales para problemas digestivos e inflamatorios; y las hojas y tallos jóvenes, como alimento para el ganado y para la conservación de suelos.
3. *Myrsine oligophylla* Zahlbr., conocida como “morocho” y “mangle”. Su madera se emplea en la elaboración de vigas, mangos de herramientas y leña. Las hojas y la corteza se utilizan para aliviar problemas digestivos, inflamaciones y otras dolencias, además de servir como planta ornamental.

4. *Viburnum ayavacense* Kunth, conocida como “garrocha”, “mihuac” y “yacu caspi blanco”.

Se emplea en sistemas agroforestales, y sus hojas se utilizan para tratar infecciones bacterianas de garganta y diarreas.

B. Recolección de semillas

La recolección de frutos se realizó mediante la extracción de frutos maduros, considerando el tamaño y el color característico de su maduración. El recojo manual se efectuó utilizando tijeras de podar. Los frutos fueron almacenados en bolsas de papel, etiquetadas por especie. Se obtuvo un kilogramo de semillas por especie.

C. Análisis de las semillas

Para el análisis de las semillas se siguieron los procedimientos establecidos por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, 2016). Estos análisis incluyeron la determinación del porcentaje de pureza, porcentaje de humedad, peso de semillas y porcentaje de germinación.

- **Análisis de la pureza de las semillas**

El protocolo seguido fue el siguiente:

- ✓ Se pesó una parte del lote para obtener el número de semillas por kilogramo, luego se colocó sobre una superficie plana.
- ✓ Se separaron manualmente los diversos componentes (semillas puras, materia inherente, semillas extrañas y semillas dañadas).
- ✓ Una vez separadas las impurezas, se procedió a pesar las semillas puras.

- **Peso de semillas**

De las semillas puras se tomaron ocho repeticiones de 100 semillas y se pesaron por separado.

- **Ensayo de germinación de semillas**

Para esta prueba se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ La desinfección consistió en un lavado con agua corriente durante dos minutos, seguido de una inmersión en una solución al 50 % de agua destilada y cloro comercial durante 15 minutos. Luego, se enjuagaron con agua destilada estéril hasta eliminar los restos de cloro.
- ✓ Se seleccionaron 400 semillas puras y desinfectadas, distribuyéndolas en cuatro lotes de 100 unidades.
- ✓ Las semillas fueron colocadas en cajas Petri esterilizadas, que contenían una capa de papel filtro humedecido con agua destilada como sustrato.
- ✓ La evaluación de la germinación se inició a partir del tercer día de ensayo. El experimento duró 15 días, permitiendo determinar el potencial máximo de crecimiento de la muestra para la siembra.

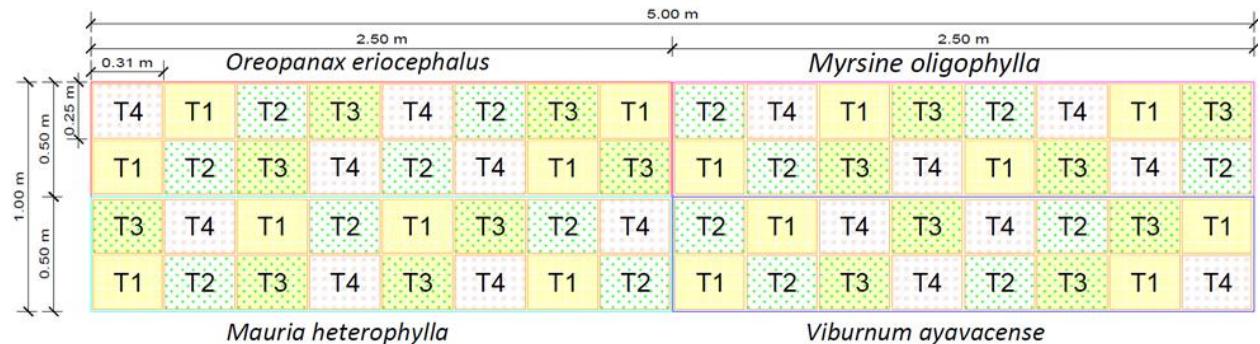
D. Almacigado en platabandas para evaluar la emergencia de las semillas

La platabanda utilizada tuvo dimensiones de 0.5 m de ancho, 2.5 m de largo y 0.1 m de alto, y fue dividida en 64 unidades experimentales. Se preparó el sustrato como medio de germinación. Se utilizó un volumen de 0.0062 m³ por unidad experimental, sumando un total de 0.3969 m³ para las 64 unidades.

Los sustratos utilizados fueron: arena, humus, aserrín y una mezcla de arena más humus (1:1). Todos fueron tamizados para eliminar impurezas y luego desinfectados con una solución de 5 ml de formol por cada litro de agua, aplicando un litro por metro cuadrado. Inicialmente se niveló el sustrato y se cubrió con plástico durante 48 horas. Pasado ese tiempo, se retiró el plástico y se removió el sustrato para airearlo durante dos días. Finalmente, se nivelaron las camas y se procedió al almacigado (Figura 2).

Figura 2

Distribución de las unidades experimentales en el almácigo



- Distribución de los tratamientos**

Teniendo en cuenta que las semillas son las unidades de estudio y presentan un alto grado de homogeneidad, se han agrupado en parcelas con igual probabilidad de recibir sustratos y tratamientos. Según Gutiérrez (2015), el diseño de bloques al azar es el más apropiado para este tipo de material experimental. Este diseño se conoce como bloques completos al azar, ya que todos los tratamientos están representados en cada uno de los bloques del experimento. En la Tabla 2 se detalla el tratamiento designado a cada grupo de semillas.

Tabla 1

Tratamientos para ensayos de emergencia de semillas.

Semillas	Tratamientos	Sustratos	Nº de Repeticiones
<i>Mauria heterophylla</i>	T1	Arena	4
	T2	Humus	4
	T3	Arena + Humus	4
	T4	Aserrín	4
<i>Oreopanax eriocephalus</i>	T1	Arena	4
	T2	Humus	4
	T3	Arena + Humus	4
	T4	Aserrín	4
<i>Viburnum ayacacense</i>	T1	Arena	4

	T2	Humus	4
	T3	Arena + Humus	4
	T4	Aserrín	4
	T1	Arena	4
<i>Myrsine oligophylla</i>	T2	Humus	4
	T3	Arena + Humus	4
	T4	Aserrín	4
	Total	16	4
			64

- **Siembra en el Invernadero**

La siembra en el invernadero se realizó mediante hoyos a golpe, lo que consistió en hacer pequeños huecos donde se colocaron las semillas de manera uniforme, a una profundidad equivalente al doble del diámetro de la semilla. Cada unidad experimental fue rotulada para facilitar su identificación, quedando de esta manera establecido el experimento.

- **Labores culturales**

Las labores se realizaron de acuerdo con los requerimientos de las semillas. El riego se efectuó cada dos días de forma manual, utilizando una regadera, con el fin de mantener la humedad adecuada en el sustrato. El deshierbe se llevó a cabo quince días después de la instalación del experimento, y posteriormente cada vez que aparecieron hierbas no deseadas, a fin de evitar la competencia.

E. Evaluación del Experimento

- **Ensayo de germinación**

En el Laboratorio de Silvicultura se instaló el ensayo para evaluar aspectos relacionados con el proceso de germinación de las semillas en estudio. La evaluación fue continua, iniciando el registro de datos desde el momento en que se hizo visible la radícula. Se observaron resultados notables en la germinación de *Mauria heterophylla* a partir del tercer día. En el caso de *Oreopanax eriocephalus*, el proceso germinativo se inició a partir del sexto día. La germinación de *Myrsine*

oligophylla fue evidente desde el tercer día. No se obtuvieron resultados para *Viburnum ayacacense*.

La evaluación del número de semillas emergidas se inició a los siete días después de la siembra y continuó hasta los 120 días.

- **Emergencia de plántulas**

La evaluación de la emergencia de plántulas se realizó contabilizando cuántas semillas sembradas emergieron exitosamente en cada sustrato, en comparación con el total sembrado. Este indicador es clave para determinar la viabilidad y la eficacia de la siembra.

3.3.2. Procesamiento de datos

En esta etapa se llevó a cabo la organización, clasificación, análisis e interpretación de las variables cuantitativas recopiladas tanto en laboratorio (germinación) como en invernadero (emergencia). Los datos fueron estructurados en una hoja de cálculo utilizando el software Microsoft Excel. Posteriormente, se procedió a comparar y evaluar los resultados obtenidos en cada tratamiento establecido. Los datos del invernadero fueron sometidos a un análisis de varianza, lo cual permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Los datos se procesaron utilizando las siguientes fórmulas:

A. Porcentaje de Pureza

Fórmula:

$$\% \text{Pureza} = \frac{\text{Peso de la fracción de semilla pura}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo}} \times 100$$

B. Peso de Semilla

Fórmula:

$$\text{Número de semillas por g} = \frac{\text{Nº de semillas que contiene la muestra}}{\text{peso de la muestra en g}}$$

C. Porcentaje de Germinación

Formula:

$$PG = \frac{SG}{NS} \times 100$$

Dónde: PG = Poder germinativo

SG = Semillas germinadas

NS = Número de semillas empleadas para cada germinación.

D. Velocidad Media de Germinación

Fórmula: $VMG = \sum \frac{N_i}{T_i}$

Donde: VMG = Velocidad media de germinación

N_i = Número de semillas emergidas en el i-ésimo día

T_i = Tiempo en días, para la germinación en el i-ésimo día

E. Tiempo Medio de Germinación

Fórmula:

$$TMG = \frac{N * (A_1 + A_2 + \dots + A_x)}{(A_1 * T_1 + A_2 * T_2 + \dots + A_x * T_x)}$$

Donde: TMG = Tiempo medio de germinación

N = Número de semillas germinadas

A_1, A_2, \dots, A_x = Número de semillas germinadas en el día 1, en el día 2 y en el día x

T_1, T_2, \dots, T_x = Número de días entre la siembra y el día 1 de germinación, entre el día 2 y entre el día x

Además, se aplicaron para los análisis de los datos el Análisis de Varianza (ANOVA), el coeficiente de variación (CV%) y la prueba de Duncan al 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de germinación

4.1.1. Calidad de Semilla

A. Porcentaje de Pureza

Tabla 2

Porcentaje de pureza de las semillas

Especie	Peso de semilla	Peso total de	% Pureza
	pura	muestra	
<i>Mauria heterophylla</i>	28.06	28.29	99.19
<i>Oreopanax eriocephalus</i>	14.90	19.60	76.02
<i>Viburnum ayavacense</i>	9.06	9.29	97.52
<i>Myrsine oligophylla</i>	6.86	7.11	96.48

En la Tabla 2, correspondiente a la variable "porcentaje de pureza de las semillas", se observa que *Mauria heterophylla* alcanzó un 99.19 % de pureza, mientras que *Oreopanax eriocephalus* presentó un 76.02 %. La disparidad en los porcentajes de pureza entre las cuatro especies puede atribuirse al tamaño de las semillas, a la cantidad de partículas inertes y a características adversas propias de las mismas.

Las diferencias en pureza entre especies también pueden deberse a la ausencia de una adecuada selección de semillas, influenciada por las condiciones climáticas predominantes en la zona de procedencia. Se identificaron diversas impurezas, como la presencia significativa de maleza, hojas, tallos, semillas de otras especies y la incidencia de plagas. Estos factores afectaron la calidad y homogeneidad de las muestras.

La pureza indica qué proporción del peso corresponde realmente a semilla viable (Rodríguez y Mendoza, 2021). Es decir, revela la presencia de restos de semillas, material inerte,

daño mecánico o infestación patogénica, lo que evidencia la necesidad de mejorar los métodos de manejo para favorecer la germinación (Mesen et al., 1996, citado por Hurtado et al., 2020).

Cuando las muestras alcanzan valores altos de pureza, se infiere que las semillas están libres de materiales distintos a ellas y presentan buen estado fitosanitario (Hurtado et al., 2020). En cambio, valores bajos pueden deberse a la dificultad para separar adecuadamente las hojas secas de las semillas maduras, a la falta de equipamiento adecuado (Urretavizcaya et al., 2016), al estado fitosanitario de los individuos seleccionados (presencia de plagas y enfermedades) y a la época de recolección de los frutos (Eras et al., 2019).

La pureza de las semillas, junto con otros parámetros de calidad física, permite estimar su valor reproductivo y potencial de uso, especialmente en semillas forestales (Hurtado et al., 2020). Además, estos valores tienen implicancias legales en la comercialización, tanto a nivel local como internacional (Bonner et al., 1994). Esta información resulta útil para calcular siembras directas en campo (Rodríguez y Mendoza, 2021) o al planificar la siembra en vivero, al permitir estimar el rendimiento en plantas y determinar la densidad de siembra apropiada (Urretavizcaya et al., 2016).

B. Peso de Semilla

Tabla 3

Peso de las semillas.

Espezie	Nº de semillas	Peso de muestra (g)	Nº de semilla/g	CV (%)	Nº de semillas/kg
<i>Mauria heterophylla</i>	100	14.58	6.86	4.658	6860.00
<i>Oreopanax eriocephalus</i>	100	1.20	83.33	5.993	83330.00
<i>Viburnum ayavacense</i>	100	5.01	19.96	13.299	19960.00
<i>Myrsine oligophylla</i>	100	3.86	25.91	6.933	25910.00

En la Tabla 3 se aprecia que *Oreopanax eriocephalus* obtuvo la mayor cantidad de semillas por gramo, con 83.33, mientras que *Mauria heterophylla* presentó el menor número, con 6.86. Esta diferencia entre especies se atribuye a las características físicas propias de cada semilla.

Para este ensayo, según las normas ISTA (2016), se utilizaron ocho réplicas de 100 semillas puras cada una, con las cuales se calculó el coeficiente de variación (CV). Este valor fue inferior al máximo permitido de 4.0, tal como lo establece la norma ISTA, por lo que la muestra se considera homogénea y no fue necesario tomar nuevas réplicas. Con estos datos, se pudo determinar el número de semillas por kilogramo para cada especie.

El peso de la semilla es inversamente proporcional al número de semillas por kilogramo; es decir, a mayor peso, menor será el número de semillas/kg. Estas variaciones permiten inferir el tamaño de las semillas y su forma de dispersión (Hurtado et al., 2020). El tamaño y la forma de las semillas dependen, entre otros factores, de la especie, el ambiente y la procedencia. En ese sentido, un mayor tamaño de semilla suele estar relacionado con un mayor contenido de carbohidratos y otros nutrientes (García et al., 2018).

El peso de las semillas es una variable de alta variabilidad (Alzugaray et al., 2006) y una de las finalidades de esta prueba es establecer cuánta semilla hay por unidad de peso (kg) (Rodríguez y Mendoza, 2021). Además, el peso de la semilla influye en la germinación: a mayor tamaño, mayores son las posibilidades de germinación, por lo que cumple un papel fundamental en el establecimiento de plántulas, así como en su vigor y supervivencia. Por lo tanto, las semillas grandes y medianas germinan mejor que las pequeñas (Hurtado et al., 2020). Asimismo, Huerta y Rodríguez (2011) señalan que las semillas grandes presentan ventajas adicionales, como una mayor capacidad para emerger desde mayores profundidades del suelo y una mayor concentración de nitrógeno.

4.1.2. Porcentaje de Germinación

Tabla 4

Porcentaje de Germinación de las semillas de cuatro especies forestales.

Espezie	Semillas empleadas	Semillas germinadas	% germinación
<i>Mauria heterophylla</i>	400	366	91.50
<i>Oreopanax eriocephalus</i>	400	380	95.00
<i>Viburnum ayacacense</i>	400	0	0.00
<i>Myrsine oligophylla</i>	400	316	79.00

El porcentaje de germinación se evaluó durante 15 días bajo condiciones controladas. Se observó que las semillas de *Oreopanax eriocephalus* presentaron el valor más alto (95.00 %), seguidas de *Mauria heterophylla* (91.50 %), *Myrsine oligophylla* (79 %), y *Viburnum ayacacense* (0 %) (Tabla 4). Aponte y Sanmartín (2011) afirman que la capacidad germinativa presenta variaciones considerables, las cuales frecuentemente se deben a defectos en la semilla, falta de desarrollo del embrión, enfermedades, secado excesivo y edad.

Baskin y Baskin (2004, 2014), así como Just (2018), indican que las semillas de *Viburnum triphyllum* presentan dormancia morfofisiológica combinada. Es decir, contienen un embrión rudimentario fisiológicamente inactivo cubierto por una capa impermeable al agua. Esta capa impide la absorción de agua, por lo que al escarificarla o retirarla, se facilita la absorción y, en algunos casos, se promueve la germinación (Just, 2018).

En estudios realizados por Huerta y Rodríguez (2011) sobre *Quercus rugosa*, se determinó que el tamaño de la semilla influye en su capacidad germinativa. Este comportamiento también ha sido observado en muchas otras especies (Tenorio et al., 2008). En ciertos ambientes, las semillas pequeñas pueden germinar más y con mayor rapidez que las grandes, posiblemente por su capacidad de absorber agua rápidamente en condiciones de baja humedad (Sánchez et al., 2006).

El análisis germinativo permite evaluar la calidad del lote de semillas, garantizando el éxito en la germinación y el establecimiento de plántulas. El poder germinativo, también conocido como capacidad de germinación, indica qué proporción de una muestra germina normalmente en un determinado periodo, expresado como porcentaje (Bonner et al., 1994).

4.1.3. Velocidad Media de Germinación

Tabla 5

Velocidad media de germinación de las semillas de cuatro especies forestales.

Especie	Semillas empleadas	i	Semillas germinadas	VMG
<i>Mauria heterophylla</i>	400	15	366	24.40
<i>Oreopanax eriocephalus</i>	400	15	380	25.33
<i>Viburnum ayacacense</i>	400	15	0	0.00
<i>Myrsine oligophylla</i>	400	15	316	21.07

De acuerdo con la Tabla 5, la velocidad media de germinación fue mayor en *Oreopanax eriocephalus* (25.33 semillas/día), lo que sugiere una alta capacidad de germinación en condiciones de laboratorio. En contraste, *Myrsine oligophylla* mostró la menor velocidad (21.07 semillas/día). Esta diferencia se atribuye a la capacidad de absorción de agua y a las características morfológicas y anatómicas propias de las semillas (Espitia et al., 2016).

Las especies que presentan mayor velocidad de germinación son más deseables desde el punto de vista fisiológico, ya que permiten obtener el mayor número de plántulas en el menor tiempo. Solo las semillas que germinan con rapidez y vigor son capaces de generar plántulas resistentes y con mayor tasa de supervivencia inicial en campo (Rivera et al., 2013, p. 39).

A. Tiempo Medio de Germinación

Tabla 6

Tiempo medio de germinación de las semillas de cuatro especies forestales.

Especie	Semillas empleadas	Semillas germinadas	TMG
<i>Mauria heterophylla</i>	400	366	41
<i>Oreopanax eriocephalus</i>	400	380	42
<i>Viburnum ayavacense</i>	400	0	0
<i>Myrsine oligophylla</i>	400	316	30

El tiempo medio de germinación (TMG) mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre especies. *Oreopanax eriocephalus* presentó un TMG de 42 días; *Mauria heterophylla*, 41 días; *Myrsine oligophylla*, 30 días; y *Viburnum ayavacense* no presentó evidencias de germinación.

En dicha tabla se observa que las semillas de *Myrsine oligophylla* germinaron en menor tiempo (30 días), mientras que *Oreopanax eriocephalus* fue la más tardía (42 días). Estas diferencias pueden deberse a las características físicas de las semillas, como tamaño, estructura y capacidad de absorción de agua, factores que inciden en la rapidez del proceso germinativo.

El TMG permite medir el tiempo requerido para la germinación en función de la capacidad germinativa. Sin embargo, este índice no proporciona información sobre la distribución de los eventos de germinación a lo largo del tiempo (González y Orozco, 1996).

4.1.4. Emergencia de las semillas de las cuatro especies

En el caso de *Viburnum ayavacense*, no se obtuvieron resultados de germinación, a pesar de haber sido sometida a los mismos sustratos y tratamientos que las demás especies. Estudios previos indican que muchas especies del género *Viburnum* presentan semillas con embriones subdesarrollados o rudimentarios, lo que se asocia con dormancia morfofisiológica (Chien et al., 2011). Esto sugiere que *Viburnum ayavacense* también podría presentar este tipo de dormancia.

4.1.5. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Emergencia de semillas de *Mauria heterophylla*

En la Tabla 7 se observa Análisis de varianza (ANOVA) y muestra que existe alta significación estadística al 1 % de probabilidad para los tipos de sustrato, lo cual indica que el

porcentaje de emergencia de las semillas de *Mauria heterophylla* está significativamente afectado por el tipo de sustrato.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de emergencia de las semillas de Mauria heterophylla (Datos transformados con Arcosen $\sqrt{p\%}$)

Fuente de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	3	16.98	5.66	0.77	0.5387
Sustratos	3	1810.77	603.59	82.21**	0.0001
Error	9	66.08	7.34		
Total	15	1893.83			

$$\text{CV} = 10.65\%$$

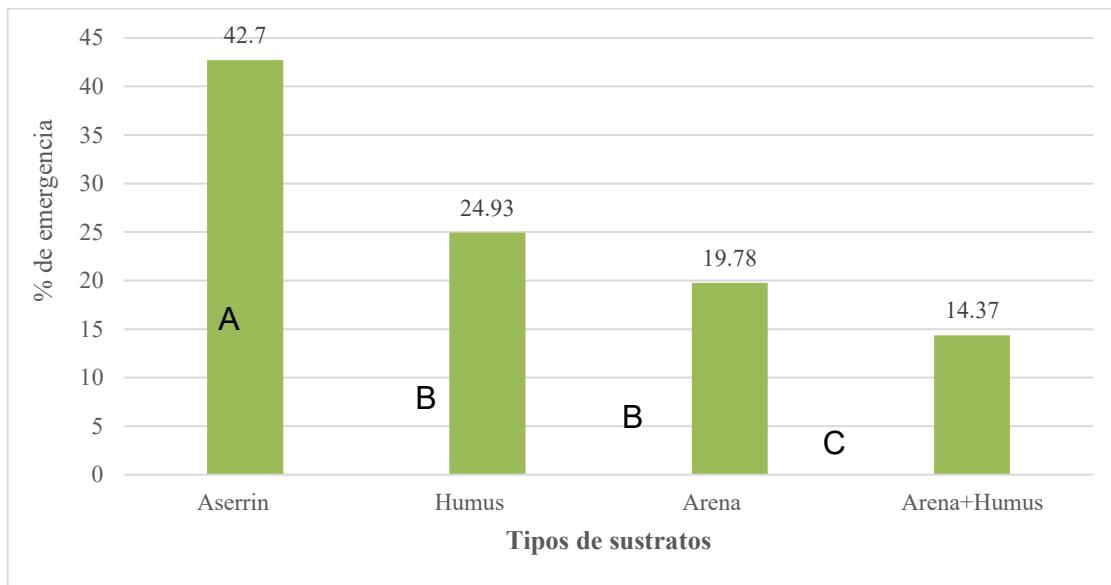
Para la fuente de variación por bloques (Tabla 7), no se encontró significación estadística, lo que demuestra que los bloques fueron homogéneos entre sí. El coeficiente de variación de 10,65 % indica la variabilidad del material experimental (semillas), la cual posiblemente se atribuya al estado fisiológico de las semillas, asociado a otros posibles factores que afectaron el porcentaje de emergencia. Como producto de dicha interacción, se observó que el porcentaje de emergencia de *Mauria heterophylla* varió incluso dentro de un mismo sustrato.

Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (Figura 3), se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, destacando el aserrín como sustrato (T1), con un 42,70 % de emergencia, resultado estadísticamente superior a los demás tratamientos. El sustrato humus (T2) y arena (T3) alcanzaron un porcentaje de emergencia de 24,93 % y 19,78 %, respectivamente, siendo estadísticamente iguales y diferenciándose entre ellos solo

numéricamente. En contraste, el valor más bajo correspondió al sustrato arena más humus (T4), con solo el 14,37 % de plántulas emergidas.

Figura 3

Porcentaje de emergencia de las semillas de Mauria heterophylla en los tipos de sustratos.



De acuerdo con los resultados obtenidos, puede sostenerse que la arena limita notablemente la germinación y la emergencia de las plántulas (T1 y T3) en comparación con el aserrín. Esto podría deberse a que la arena tiene una baja capacidad para almacenar humedad, lo que genera una hidratación deficiente de las semillas. El aserrín, por su capacidad para retener humedad en sus fibras y su porosidad superior al 80 %, proporcionó un mejor equilibrio entre humedad y aireación, favoreciendo la germinación (Maher et al., 2008).

Diversas investigaciones han demostrado que los sustratos influyen en la germinación, emergencia y crecimiento de las plantas. El aserrín, como subproducto de la industria forestal, puede ser utilizado como sustrato y sustituir a la turba en la producción de plantas en vivero. Este material, usado como sustrato, ha dado buenos resultados en la producción de plantas de diferentes especies (Hernández et al., 2014).

Díaz-Chuquisuta et al. (2017) realizaron una investigación para evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de *Jatropha curcas* L., utilizando dos sustratos (aserrín y arena). En dicho estudio se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas por efecto de los sustratos, de los tratamientos pregerminativos y de su interacción. En aserrín, la germinación inició, en promedio, 1,3 días antes que en arena; el mayor porcentaje de germinación también fue en el aserrín, que superó a la arena en un 5,4 %; y en cuanto a la emergencia, esta fue en promedio 7,38 % mayor en el aserrín que en la arena.

Sin embargo, materiales orgánicos no descompuestos, como el aserrín o la corteza de árboles, pueden limitar la disponibilidad de nitrógeno (Sánchez et al., 2016). El aserrín (de pino) puede presentar algunos problemas de fitotoxicidad cuando se usa crudo (Sánchez et al., 2016). Esta falta de disponibilidad de nitrógeno se debe a que los microorganismos descomponedores de la materia orgánica utilizan este elemento, reduciendo la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de cationes para las plantas, lo que causa deficiencias nutricionales (Hernández et al., 2014). Es decir, el nitrógeno es el elemento que las plantas más requieren para su desarrollo, ya que interviene en la formación de proteínas, nucleótidos y clorofila, influyendo notablemente en el crecimiento vegetativo (Mateo et al., 2011). Por lo tanto, se recomienda utilizar el aserrín u otros materiales orgánicos no descompuestos únicamente durante la fase de germinación; una vez emergidas las plántulas, estas deberían ser repicadas o trasplantadas a otros sustratos que satisfagan los requerimientos nutricionales de la especie.

4.1.6. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Emergencia de las semillas de *Oreopanax eriocephalus*

La emergencia de las semillas fue evaluada durante un periodo de hasta cuatro meses después de su instalación en el invernadero. En la Tabla 8 se observa una alta significación

estadística al 1% de probabilidad para los tipos de sustratos, lo que indica que el porcentaje de emergencia de las semillas de *Oreopanax eriocephalus* está significativamente influenciado por el tipo de sustrato.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de emergencia de las semillas de Oreopanax eriocephalus (Datos transformados con Arcosen $\sqrt{p\%}$)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	3	7.81	2.6	0.2	0.8946
Sustratos	3	3388.74	1129.58	86.26**	0.0001
Error	9	117.85	13.09		
Total	15	3514.4			
CV = 17.92%					

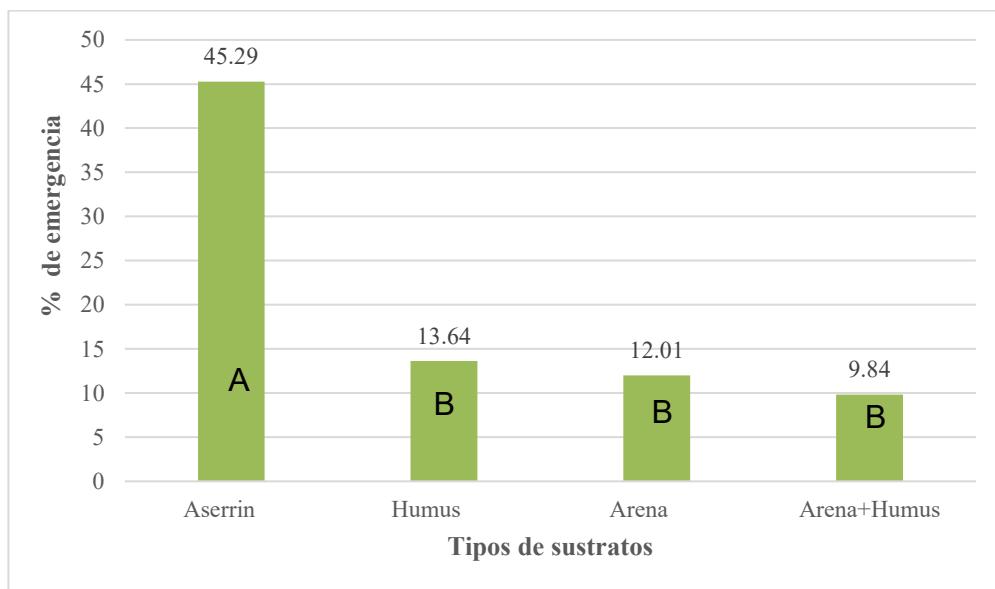
No se encontró significación estadística entre bloques, lo que demuestra que estos fueron homogéneos entre sí. El coeficiente de variación (CV) de 17,92% indica la variabilidad del material experimental (semillas), la cual posiblemente se atribuye al estado fisiológico de las semillas, así como a otros factores que podrían haber influido en el porcentaje de emergencia. Como resultado, se evidenció que el porcentaje de emergencia de las semillas de *O. eriocephalus* varió dentro de un mismo sustrato.

Según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad (Figura 4), se observa que al utilizar aserrín como sustrato (T1) se obtuvo el mayor porcentaje de emergencia, alcanzando un 45,29%, valor estadísticamente superior al observado en los demás sustratos. Los sustratos humus (T2), arena (T3) y arena más humus (T4), con 13,64%, 12,10% y 9,84% respectivamente, fueron

estadísticamente similares, mostrando solo diferencias numéricas en los porcentajes de emergencia.

Figura 4

*Porcentaje de emergencia de las semillas de *Oreopanax eriocephalus* en los tipos de sustratos.*



Molina (2001), quien evaluó diversos tratamientos para estimular la germinación del “maqui”, concluyó que los tratamientos con giberelina en dosis de 2.500 y 5.000 mg/L fueron los más efectivos para interrumpir la dormancia, logrando un porcentaje de germinación del 18%. En cambio, los tratamientos de escarificación con ácido sulfúrico y el lavado de las semillas con agua caliente o fría no tuvieron efecto sobre la germinación de *Oreopanax eriocephalus*.

Oreopanax eriocephalus presenta un comportamiento similar al de *Mauria heterophylla*, ya que el aserrín fue el sustrato que tuvo mejor efecto en la emergencia de plántulas. Sustratos con predominancia de aserrín fresco de pino también han mostrado buenos resultados en otras especies forestales como *Cedrela odorata* L. (Mateo et al., 2011), *Pinus greggii* Engelm. (Maldonado et al., 2011) y *Pinus pseudostrobus* Lindl. (Aguilera et al., 2016).

Para Frade et al. (2011), el sustrato es el medio adecuado para la sustentación y retención de cantidades suficientes de agua, oxígeno y nutrientes, además de ofrecer un pH compatible. Por

ello, al elegir un sustrato deben considerarse sus características físicas y químicas, su disponibilidad local, bajo costo y viabilidad económica.

El tiempo de emergencia de las plántulas juega un papel crucial en su supervivencia. Jones et al. (1997) sostienen que ello se debe a factores genéticos y ambientales. Las semillas que germinan primero aprovechan ciertas condiciones ambientales temporales durante la germinación. La composición nutricional, porosidad, textura y otras propiedades físico-químicas de los sustratos pueden influir notablemente en la emergencia de las plántulas (Sánchez et al., 2011). Por tanto, el éxito en la propagación de una especie depende, entre otros factores, de las características del sustrato (Aloisio et al., 2003; Abanto et al., 2016).

4.1.7. Análisis de Varianza (ANOVA) para la Emergencia de las Semillas de *Myrsine oligophylla*

En la Tabla 9 se observa una alta significación estadística al 1% de probabilidad para los tipos de sustratos, lo cual indica que el porcentaje de emergencia de las semillas de *Myrsine oligophylla* está significativamente afectado por el tipo de sustrato.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje de emergencia de las semillas de Myrsine oligophylla (Datos transformados con Arcosen $\sqrt{p\%}$)

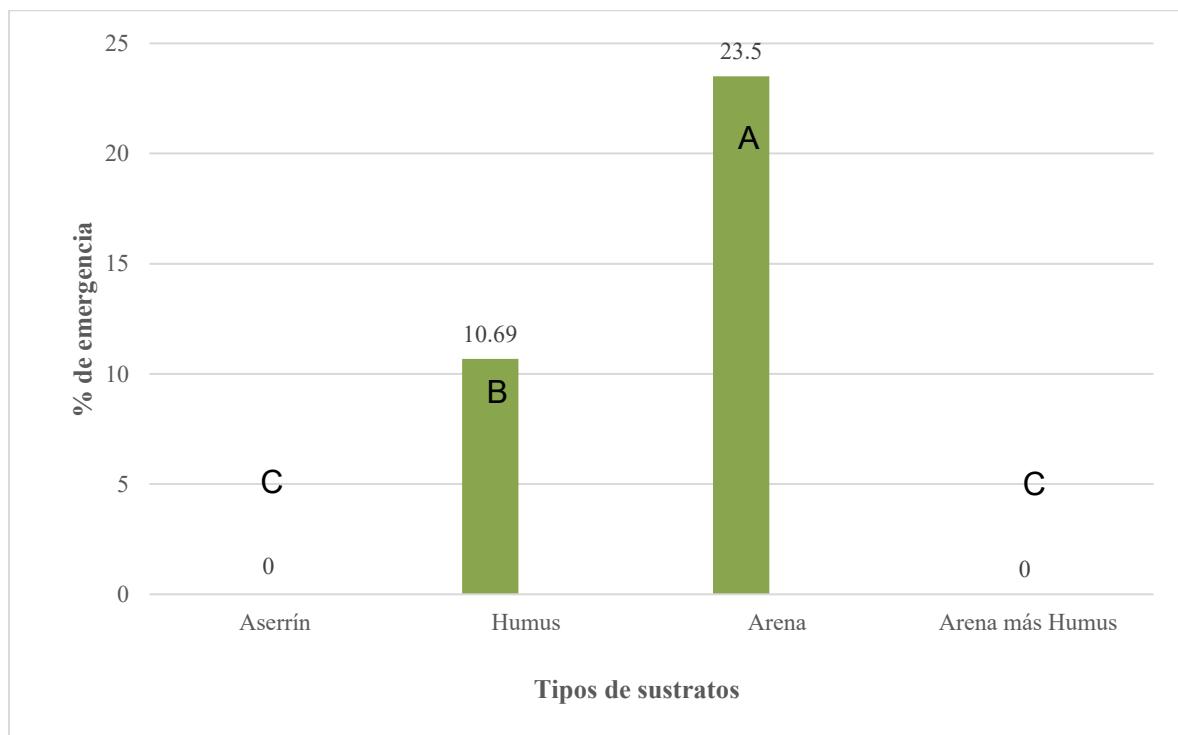
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	3	7.01	2.34	0.97	0.4465
Sustratos	3	1497.11	499.04	208.12	0.0001
Error	9	21.58	2.4		
Total	15	1525.7			
CV = 18.12%					

No se encontró significación estadística en la fuente de los bloques, lo que indica que fueron uniformes entre sí. El coeficiente de variación de 18,12% evidencia la variabilidad del material de prueba (semillas), atribuible al estado fisiológico de las semillas, sumado a otros factores que pudieron haber afectado la tasa de emergencia. Se concluye que el porcentaje de emergencia de *M. oligophylla* también fue variable dentro de un mismo sustrato.

Según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad (Figura 5), al utilizar arena como sustrato (T3) se obtuvo el mayor porcentaje de emergencia (23,5%), resultado estadísticamente superior a los obtenidos en los demás sustratos. Los sustratos humus (T2), aserrín (T1) y arena más humus (T4), con 10,69%, 0,00% y 0,00%, respectivamente, fueron estadísticamente similares, mostrando solo diferencias numéricas en el porcentaje de emergencia.

Figura 5

Porcentaje de emergencia de las semillas del Myrsine oligophylla, en los diferentes sustratos.



El sustrato de arena destacó notablemente en comparación con los demás, al crear un entorno propicio para el desarrollo de las plántulas. La interacción entre la semilla y la arena resultó

beneficiosa, permitiendo que los brotes se elevaran eficazmente desde el medio de cultivo. Este proceso facilitó una exposición adecuada de la plántula a la luz, promoviendo el desarrollo óptimo de sus estructuras esenciales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que el porcentaje de germinación de las semillas fue de 91.50% para *Mauria heterophylla*, 95.00% para *Oreopanax eriocephalus*, 79.00% para *Myrsine oligophylla* y 0.00% para *Viburnum ayavacense*, especie que no presentó germinación.
- Se observó que en la emergencia de las semillas de *Mauria heterophylla* hubo una alta significancia estadística al 1% de probabilidad para los diferentes tipos de sustrato. El mayor porcentaje de emergencia (42.7%) se obtuvo en aserrín, siendo este resultado estadísticamente superior al de los demás sustratos.
- Para *Oreopanax eriocephalus*, también se encontró una alta significancia estadística al 1% de probabilidad para los tipos de sustrato, registrándose el mayor porcentaje de emergencia (45.29%) en aserrín. En el caso de *Myrsine oligophylla*, se identificó igualmente una alta significancia estadística al 1% de probabilidad, encontrándose el mayor porcentaje de emergencia (23.5%) en arena.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere que las futuras investigaciones sobre la propagación de estas especies se enfoquen en realizar estudios sobre la viabilidad de las semillas con el propósito de determinar más características de la calidad y potencialidad de las semillas.
- Se recomienda estudiar sobre la propagación de las semillas de *Viburnum ayavacense* con el propósito de superar la dormancia, dado que el estudio no arrojó ningún resultado positivo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abanto Arroyo, F. (2017). *Evaluacion del Efecto de Tres Sustratos en la Emergencia de la Delostoma Integrifolium D. Don (Bignoniaceae) de Dos Localidades de la Provincia de Cajamarca* [Tesis de Pregrado Universidad Nacional de Cajamarca] <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1696>
- Abanto-Rodriguez, C., García-Soria, D., Guerra-Árevalo, W., Murga- Orrillo, H., Saldaña-Ríos, G., Vázquez-Reátegui, D., y Tadashi-Sakazak, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 341–347. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>
- Admin. (9 de Junio de 2016). *La Importancia de las Especies Nativas. Obtenido de Vivero El Roble.* <http://www.viveroelroble.cl/2016/06/09/la-importancia-de-las-especies-nativas/>
- Aguilera-Rodríguez, M., Aldrete, A., Martínez-Trinidad, T., y Ordáz-Chaparro, V. (2016). Producción de *Pinus pseudostrobus* Lindl . con sustratos de aserrín y fertilizantes de liberación controlada Production of *Pinus pseudostrobus* Lindl . with sawdust substrates and controlled release fertilizers. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(34), 7–20.
- Aloisio, X., dos Sntos, G., Wendling, I., y de Oliveira, M. (2003). Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. *Revista Árvore*, 27(2), 139–143.
- Alva Terrones, E. (2017). *Etnobotánica y Características Morfológicas de la Vegetación Leñosa en un Remanente de Bosque de la Microcuenca Río Grande, La Encañada – Cajamarca* [Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1694> .

Alzugaray, C., Carnevale, N., Salinas, A., y Pioli, R. (2006). Calidad de semillas de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. *Quebracho*, 13, 26–35.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48101303>

Ancco Gonzales, D. (2021). *Diferentes Sustratos en la Propagación de Moringa (Moringa Oleífera) Bajo Condiciones de Invernadero* [Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12915>

Aparicio Rentería, A., Cruz Jiménez, H., y Alba Landa, J. (1999). Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. *Forestal Veracruzana*, 1(2), 31–36.
<https://www.redalyc.org/pdf/497/49710206.pdf>

Arias, E., Flores, G., Padilla, S., Peltonen, J., y Stegeman, G. (1994). *Manual del Extensionista Forestal Andino*.

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/004583/info/pdf/manual1.pdf>

Barboza, Y. (2021). *Influencia de Diferentes Sustratos en la Germinación y Crecimiento de *Delostoma Integrifolium* D. Don En Vivero, Chota – Cajamarca* [Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional Autónoma de Chota].

<https://repositorio.unach.edu.pe/items/cc4960f8-bc7e-43f2-a857-4c89d9f32a6d>

Bautista, J. y Mena, L. (2021). *Influencia de sustratos sobre la germinación de semilla botánica de *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav a nivel de vivero* [Tesis Ingeniero Agrario, Universidad Católica Sedes Sapientiae].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6480394>

- Benavides, C. (2018). *Efecto de Tratamientos Pre-Germinativos en el Crecimiento Inicial de dos Especies Nativas: Oreopanax sp (PUMAMAQUI) y Eugenia halli (ARRAYAN), en la Provincia de Chimborazo Año 2018.* [Tesis de Maestría Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5075>
- Bernal, R., Gradstein , R., y Celis, M. (Edits.). (2019). Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia. Obtenido de Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bonner, F., Vozzo, J., Elam, W., y Land Jr., S. (1994). *Curso de capacitación sobre tecnología de semillas de árboles.* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Bosque Natural. (2011). *Germinación en Camas de Almácigo en Vivero.* Obtenido de <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/germinacion-en-camas-de-almacigo-en.html>
- Botanical-Online. (5 de Enero de 2021). *Propiedades del Viburno.* <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/viburno-toxicidad>
- Buamscha, G., Contardi, L., Dumroese, K., Enricci, J., Escobar Rodríguez , R., Gonda, H., Wilkinson, K. (2012). *Producción de Plantas en Viveros Forestales. Argentina.*
- Cardinali, F., Thevenon, M., Murcia, M., y Di Santo, M. (2015). *Determinación de las Condiciones de Germinación y el Efecto de Pretratamientos en Semillas de Cuphea Glutinosa (Lythraceae).* Mar del Plata, Argentina.
- Carranza, C. (2022). *Germinación y crecimiento inicial de Myrcianthes rhopaloides (Kunt) Mc Vaugh (chilimar) en diferentes sustratos, Chota, Perú* [Tesis Ingeniero Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/2d024b3a-fe21-4901-84c4-dbaaaea4342c>

- Castillo , J., Rodríguez, M., Wong , A., Villalpando , P., Mohammad , H., y Badii, Z. (2007). *Diseños Experimentales e Investigación Científica*. México.
- Castro, J. (2023). *Evaluación de tres sustratos para mejorar el proceso de germinación en arazá (Eugenia Stipitata) bajo condiciones de vivero* [Tesis de Ingeniero Agronomo, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CASTRO%20ANCHUNDIA%20JEAN%20CARLO S.pdf>
- Céspedes, K. (2018). *Determinación de los patrones de tinción y efecto de la giberelina sobre la germinación de las semillas de caoba (Swietenia macrophylla) y guayacán amarillo (Handroanthus chrysanthus)* [Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/items/2e17f6bb-c42c-4244-b48d-c9160f2732ce>
- Charcape, M., Palacios, C., y Mostacero, J. (2010). *Plantas Medicinales Nativas de la Región Piura*. JDE & SERVICE. <https://piuravirtual.com/libro-gratis-plantas-medicinales-nativas-de-la-region-piura/>
- Charuc, J. (2016). *Evaluación de Métodos de Escarificación en Semillas de Pacaína (Chamaedorea sp); chimaltenango* [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar]. <https://repositorio.ausjal.org/handle/20.500.12032/146808>
- Chien, Ching-Te, Chen, Shun-Ying, Tsai, Ching-Chu, Baskin, Jerry M., Baskin, Carol C., Kuo-Huang, Ling-Long, Deep simple epicotyl morphophysiological dormancy in seeds of two Viburnum species, with special reference to shoot growth and development inside the seed, *Annals of Botany*, 108(1), 13–22.

Condori Canaviri, A. (2021). *Aplicación de Campos Electromagnéticos en Semilla de Dos Especies Forestales, Acacia Negra (Acacia Melanoxyton) y Acacia Floribunda (Acacia retinodes), Como Tratamiento Pregerminativo en el Vivero Ekonart Garden de la Ciudad de la Paz.* [Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés, La Paz]

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4048469>

Condori, A., y Martinez, Z. (2020). Tratamientos físicos y químicos en la germinación de semillas de especies nativas del altiplano. *Rev. de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz*, 7(2), 46–57.

Contreras, J. (16 de Julio de 2018). *Propagación de las Plantas.* Taller No 1-3-18. Obtenido de AGROIETAL3: <https://agroietal3.wordpress.com/2018/07/16/taller-no-1-3-18-propagacion-de-las-plantas/>

Acero, N.; Cortés, F. (2014). Propagación de especies nativas de la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá, con potencial para la restauración ecológica. *Rev. acad. colomb. cienc. exact. físi. nat.*, 38, 147

Courtis, A. (2013). *Germinación de semillas.* Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>

Cubias, K. (2019). *Germinación y Efecto de la Nutrición en Achiote (Bixa orellana L.).* [Tesis de Maestra Instituto Tecnológico de Conkal].

http://www.itconkal.edu.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2016-2018/Karina%20Guadalupe%20Cubias%20Nu%C3%B3ez.pdf

Estación Augusto Weberbauer-UNC. (2017). Datos proporcionados por el Servicio Meteorológico de la Información. Temperatura de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca.

- Díaz-Chuquizuta, P., Valdés-Rodríguez, O., y Tello-Salas, C. (2017). Germination responses in physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds to pregerminative treatments. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(2), 89–96.
- Doria, J. (2010). *Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento*. Cuba .
- Ecoagricultor. (5 de Enero de 2015). *Sustrato para plantas en macetas*: <https://www.ecoagricultor.com/sustrato-plantas-macetas/>
- Botanical-Online. (5 de Enero de 2021). *Propiedades del Viburno*: <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/viburno-toxicidad>
- Eras, V., Minchala, J., Moreno, J., Yaguana, M., Sinche, M., y Valarezo, C. (2019). *Estructura, Composición Florística y Fisiología Reproductiva de *Cinchona officinalis* en la provincia de Loja* (Universidad Nacional de Loja (ed.)). Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Espinosa, R. (2018). *Evaluación del crecimiento inicial de plántulas de *Caesalpinia spinosa* (tara) y *Enterolobium cyclocarpum* (oreja de negro) en diferentes sustratos en siembra directa en bolsas bajo tinglado* [Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3516>
- Espinosa, R., y López , A. (2019). *Árboles nativos importantes para la conservación de la biodiversidad propagación y uso en paisajes cafeteros*. Colombia: Blanecolor.
- Espitia, M., Cardona, C., y Araméndiz, H. (2016). Pruebas de germinación de semillas de forestales nativos de Cordoba, Colombia, en laboratorio y casa-malla. *Rev. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 307–315.

FAO y AfricaSeeds. (2019). *Materiales Para Capacitación en Semillas - Módulo 3: Control de Calidad y Certificación de Semillas*. Roma.

FAO. (2002). *El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo - Capítulo 5: Medios y Técnicas de Producción*. ROMA. Obtenido de <https://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm#Contents>

FAO. (2019). *Materiales Para Capacitación en Semillas - Módulo 6: Almacenamiento de Semillas*. Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ca1495es/CA1495ES.pdf>

FAO. (2021). *Guía Técnica de Buenas Prácticas Comunitarias Para la Selección de Árboles Semilleros y Manipulación de Semillas Forestales*. Caracas. Obtenido de <https://www.fao.org/3/cb3668es/cb3668es.pdf>

Fernandez, F.; Huaccha, A., Barturen, L., Quiñones, L. y Sanchez, T. (2022). Efecto del Sustrato en la Germinación de *Cinchona Officinalis* L. (Rubiaceae). *Ecosistemas*, 31(1): 23.14.

Forcella, F., Benech Arnold , R., Sánchez , R., y Ghersa, C. (2000). *Modeling Seedling Emergence*.

Frade, J., Araújo, J., Silva, S., Moreira, J., y Souza, L. (2011). Substratos de resíduos orgânicos

para produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis* Mart) no vale do Juruá - Acre.

Enciclopédia Biosfera, 7(13), 959–969.

Gamarra Torres , O., Pérez Torres , R., Castillo Picón , F., y Corroto de la Fuente , F. (2013).

Identificación y Taxonomía de Especies Forestales Nativas en la Cuenca Media del Río Utcubamba. INDES, 1(1), 65. Obtenido de

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/10/160>

Garbanzo Solís, M., y Coto Álvarez, Á. (2017). *Manual para el Establecimiento y Manejo de un Vivero de Aguacate(*Persea americana*. Mill)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica.

- García, F., y Pita, J. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas.*
<https://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Viabilidad.pdf>
- García-Rodríguez, J., Ávila-Perches, M., Gámez-vázquez, F., de la O-Olán, M., y Gómez-Vásquez, A. (2018). Calidad Física y fisiológica de semillas de maíz influenciada por patron de siembra de progenitores. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(1), 30–43.
- Gomes Neves, J., Pereira da Silva, H., y Duarte, R. (2010). Uso de Substratos Alternativos Para Produção de Mudas de Moringas. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* 5(1), 173 - 177
- González-Zertuche, L. y Orozco-Segovia, A. (1996). Métodos de Análisis de Datos en la Germinación de Semillas, n Ejemplo: Manfreda Brachystachya. *Boletín de la Sociedad Botámoca de México*, (58), 15–30.
- Grupo Energía Bogotá. (s.f.). *Especies en veda protección para el progreso.* Bogotá. Obtenido de
<https://www.grupoenergiabogota.com/sostenibilidad/nuestras-publicaciones>
- Gutiérrez J. (2015). *Diseño de bloques al azar.* Obtenido de
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/31401/secme-17390.pdf?sequence=1>
- Hernández , N. , y Lezama, A. (6 de Julio de 2015). *Características de los principales sustratos para la producción protegida de alimentos.* <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/en-busca-del-sustrato-ideal/>
- Hernandez-Zárate, L., Aldrete, A., Ordaz-Chaparro, V., López-Upton, J., y López-Lopez, M. (2014). Crecimiento de Pinus montezumae Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Agrociencia*, 48(6), 627–637.
- Huerta-Paniagua, R., y Rodríguez-Trejo, D. (2011). Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación de Quercus rugosa Née. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 17(2), 179-187,. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.053>

- Hurtado, L., Urgiles, N., Muñoz, J., Encalada, M., y Quichimbo, L. (2020). Aplicabilidad de las Normas ISTA: Análisis de la calidad de semillas en especies forestales en el Sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 10(2), 44–57.
- International Seed Testing Association. (2016). *Reglas Internacionales Para el Análisis de las Semillas*. Obtenido de https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- Jaico Galvan, I., Mendoza Alarcón , P., y Rojas Quispe , M. (2015). *Influencia Aeroorganopónico en el Cultivo de Hortalizas con los Estudiantes del 6to Grado de Primaria en Ciencia y Ambiente en el Huerto Escolar Institución Educativa N° 1250 Haras El Huayco-Chosica 2015* [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1924/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez Arteaga, J. (2005). *Producción de tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill.*) en dos sustratos hidropónicos a solución perdida y recirculada* [Tesis Ingeniero Agrónomo] [http://repositorio.aaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1339/PRODUCCION%20DE%20TOMATE%20\(LYCOPERSICON%20ESCOLANTUM%20Mill\).%20EN%20DOS%20SUSTRADOS%20HIDROPONICOS%20A%20SOLUCION%20PERDIDA%20Y%20RECIRCULADA.pdf?sequence=1](http://repositorio.aaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1339/PRODUCCION%20DE%20TOMATE%20(LYCOPERSICON%20ESCOLANTUM%20Mill).%20EN%20DOS%20SUSTRADOS%20HIDROPONICOS%20A%20SOLUCION%20PERDIDA%20Y%20RECIRCULADA.pdf?sequence=1)
- Jones, R., Allen, B., y Sharitz, R. (1997). Why do early-emerging tree seedlings have survival advantages?: A test using Acer rubrum (Aceraceae). *American Journal of Botany*, 84(12), 1714–1718.
- Laskowski, L., y Bautista, D. (2002). *Efecto de la escarificación y profundidad de siembra sobre la germinación y emergencia de Malpighia emarginata DC*. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”.

- Congreso de la república de Perú (2000). *Ley General de Semillas*, El Peruano- Pub. L. No. 27262,
- Asamblea Nacional República del Ecuador (8 de Junio de 2017). *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable*. Quito, Ecuador.
- Limay, D. (2019). *Prueba de Germinación en Diferentes Sustratos en la Chacatea (Dodorena Viscosa) en el Vivero Forestal de la Cipyca – Viacha* [Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23795>
- Llanos Ramos, J. (2018). *Etnobotánica de la flora arbórea y arbustiva del departamento de Cajamarca*. [Monografía, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2607>
- Lucero Villarreal, Z. (2007). Efecto del tratamiento pregerminativo en la germinación y desarrollo de la chacatea (*Dodorena viscosa*) bajo diferentes sustratos en vivero. [Tesis grado Universidad Mayor De San Andres, La Paz]. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/3799/browse?order=ASC&rpp=20&sort_by=1&etal=-1&offset=650&type=title
- Maher, M., Prasad, M., y Raviv, M. (2008). Organic Soilless Media Components. In J. H. Raviv, M., & Lieth (Ed.), *Soilless Culture: Theory and Practice* 459–504. <https://doi.org/10.1016/B978-044452975-6.50013-7>
- Maldonado-Benítez, K., Aldrete, A., López-Upton, J., Vaquera-Huerta, H., y Cetina-Alcalá, V. (2011). Producción de *Pinus greggii* Engelm. en mezclas de sustrato con hidrogel y riego, en vivero. *Agrociencia*, 45(3), 389–398.
- Marcelo-Peña, J., y Reynel Rodríguez, C. (2014). Patrones de Diversidad y Composición Florística de Parcelas de Evaluación Permanente en la Selva Central de Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina., Lima. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602014000100003>

- Martínez López, J. (2017). *Evaluación del Efecto de Diferentes Mezclas de Sustratos Sobre la Germinación y Crecimiento de Plántulas de Uchuva (Physalis Peruviana L.) en Condiciones de Invernadero*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá.
- Mateo-Sánchez, J., Bonifacio-Vázquez, R., Pérez-Ríos, S., Capulín-Grande, J., y Mohedano-Caballero, L. (2011). Producción de (Cedrela odorata l.) en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero Ra. *Ra Ximhai*, 7(2), 195–204.
- Matilla Carro, A. (2003). *Ecofisiología de la germinación de semillas*. Santiago de Compostela, España: McGrawHill.
- Molina, J. (2001). *Preacondicionamiento de la Semilla de Maqui (Aristotelia chilensis) y Descripcion de sus Cambios Micromorfologicos en el Proceso de Germinacion*. [Tesis de grado Universidad de Concepcion]. <http://repositorio.ucv.cl/handle/10.4151/55279>
- Morales, F., Montero Solís, M., Castillo Castillo, Á., y Rosas Vargas, C. (2012). *Árboles y arbustos para uso urbano en el Valle Central de Costa Rica* (Primera ed.). (D. Ávila Solera, Ed.) Costa Rica: INBio.
- Morales, Z. (2021). *Germinación y sobrevivencia de las especies forestales Colubrina arborescens (Mill.) Sarg. (caoba de montaña) y Triplaris cumingiana Fisch. & C.A. Mey (Fernan Sánchez) con tres sustratos, a nivel de vivero en el Cantón Buena Fe, Provincia De Los Ríos* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/d88a4711-f9b5-4f34-a774-2f8b9c8a95aa>
- Moreno, L., y Rodriguez, L. (2010). Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(2), 189-197.
- Mostacero Leon, J. (2005). *Características Edafoclimáticas y Fitogeográficas de las Plantas Medicinales del Dominio Andino Noroccidental del Perú, Durante 1976 al 2004*. [Tesis de

Doctor Universidad Nacional De Trujillo, Trujillo].

<https://dspace.unitru.edu.pe/items/c254a702-2380-43f1-92cc-68b51cd2fbea>

Municipalidad Provincial de Celendín. (2017). Celendín y sus distritos.

Muñoz, J. (2017). *Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.

Olguín, G., y Torres, S. (2000). *Producción de Almácigos en Cultivos Hortícolas*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Oliva , M., Vacalla, F., Pérez, D., y Tucto, A. (2014). *Recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas - Perú*. Perú.

Oliveira Prendes, J., Afif Khouri, E., y Ortiz García, J. (2007). Evaluación de un método de escarificación mecánica en la germinación de semillas de leguminosas pratenses. *Pastos*, 37(2), 179-191.

Osuna Fernández , H., Osuna Fernández , A., y Fierro Álvarez , A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Peralta, J., y Royuela, M. (s.f.). *Morfología de las Plántulas*. Herbario de la Universidad Pública de Navarra. https://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula_BAMH_01.htm

Pérez Hernández, F. (2016). *Establecimiento de Cultivo In Vitro de Tamarindus Indica L. Para la Obtención de Antioxidantes*. [Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65363>

Pérez Ríos, B. (2019). *Determinación de Diferentes Niveles de Sustrato de Aserrín de Septotheca testannii (utucuro) en la germinación de semillas de Myrciaria dubia Kunth (Camu camu), en Yarinacocha - Pucallpa*. [Tesis Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. <https://biblioteca.unia.edu.pe/bib/2578>

- Pérez, F. (2002). *Germinacion y Dormicion de Semillas. En Material Vegetal de Reproduccion Manejo Conservacion y Tratamiento.* Andalucía, España.
- Quiroz Marchant, I., García Rivas, E., González Ortega, M., Chung Guin-Po, P., y Soto Guevara, H. (2009). *Vivero Forestal: Produncción de Plantas Nativas a Raíz Cubierta.* Concepción
- Rivera Martin, L., Peñuela Mora, M. C., Jiménez, E., y Vargas, M. (2013). *Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas.* Universidad Nacional de Colombia (Sede Amazonia).
- Instituto Amazónico de Investigaciones – IMANI.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/72159>
- Rodríguez Rodríguez, E. F., Alvítez Izquierdo, E., Pollack Velásquez, L., Sagastegui Alva, A., & López Miranda, A. (2019). Catálogo de Angiospermas (Dicotiledóneas) de La Región La Libertad, Perú. *Sagasteguiana*, 7(2), 53-226.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/4308>
- Rodríguez Trejo, D., y Mendoza Ángeles, G. (2021). Análisis de semillas forestales. In D. A. (Coord) Rodríguez-Trejo (Ed.), *Semillas de Especies Forestales* (pp. 432–461). División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.
- Rosero, S., Erazo, N., Guallpa, M., y Usigña, M. (2017). Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres sustratos en la propagación de *Vallea stipularis* L.f. *Enfoque UTE*, 8(3), 28–40.
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n3.165>
- Ruano Guel, M., y Benavides Acosta, E. (2018). *Evaluación de Tasas de Germinación, Supervivencia y Desarrollo de Cuatro Especies Nativas Altoandinas en Vivero y en un Área Degrada en la Provincia Carchi.* [Tesis de grado Universidad Técnica del Norte, Ibarra]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8596>

- Sánchez-Córdova, T., Aldrete, A., Cetina-Alcalá, V., y López-Upton, J. (2016). Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques*, 14(2), 41–49. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1421211>
- Sánchez-Salas, J., Flores, J., y Martínez-García, E. (2006). Efecto del tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma lemairei*. (cactaceae), especie amenazada de extinción. *Interciencia*, 31(5), 371–375.
- Sánchez-Urdaneta, A., Ortega, I., Cano, I., González, A., Peña-Valdivia, G., Sthormes, G., y Pacheco, D. (2011). Efecto de la escarificación de la semilla y del sustrato sobre el crecimiento de plántulas de Agave salmiana. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 28, 40–50.
- Espinosa Alcalá, R. Q. (2018). *Evaluación del Crecimiento Inicial de Plántulas de Caesalpinea Spinososa (Tara) y Enterolobium Cyclocarpum (Oreja de Negro) en Diferentes Sustratos en Siembra Directa en Bolsas Bajo Tinglado*. [Tesis grado, Universidad Nacional Agraria La Molina] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3516>
- Simon, R. (2021). Diferencia entre germinación y emergencia. *Strephonsays*. <https://es.strephonsays.com/germination-and-emergence-14996>
- Tenorio-Galindo, G., Rodríguez-Trejo, Dante, A., y López-Ríos, G. (2008). Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de Cecropia obtusifolia Bertol (Cecropiaceae). *Agrociencia*, 42(5), 585–593.
- Urretavizcaya, M., Contardi, L., Oyharçabal, M., y Pasquini, M. (2016). Calidad de semillas de especies nativas del bosque andino patagónico de la provincia de Chubut y su importancia para la producción de plantines. *Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata*, 115(1), 9–18.

- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., y Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, 34(1): 105-119.
- Varela, S., y Arana, V. (2011). *Latencia y Germinación de Semillas. Tratamientos Pregerminativos*.
- Vargas Piña, S. (2015). *Propagación Sexual de Cinco Especies Forestales Comerciales, en Vivero. Pucallpa, Ucayali, Perú*. [Tesis de grado Universidad Nacional de La Amazonía Peruana].
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4281>

ANEXOS



Figura 6

Recolección de frutos de *Mauria heterophylla*



Figura 8

Recolección de semillas de *Oreopanax eriocephalus*



Figura 7

Recolección de semillas de *Myrsine oligophylla*



Figura 9

Recolección de semillas de *Viburnum ayacacense*



Figura 10

Germinación de semillas de *Oreopanax eriocephalus*



Figura 12

Germinación de semillas de *Myrsine oligophylla*



Figura 11

Sustrato en la platabanda para almacigado



Figura 13

Riego a los tratamientos



Figura 14

Sembrado de semillas de *Mauria heterophylla*



Figura 16

Siembra de semillas de *Mauria heterophylla*



Figura 15

Emergencia de *Oreopanax eriocephalus*



Figura 17

Emergencia de semillas *Mauria heterophylla*

