

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL



Evaluación de tratamientos pregerminativos y accesiones sobre la germinación de semillas de mote mote (*Allophylus densiflorus* Radlk) en la provincia de Chota, Cajamarca.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTOR

Bach. Franklin Osnár Núñez Vásquez

ASESOR

Dr. Alejandro Seminario Cunya

CHOTA – PERÚ

DICIEMBRE, 2022

ACTA DE SUSTENACIÓN DE TESIS

ACTA N° 011-2023/EPIFA- FCA/UNACH

Siendo las 4:00 pm horas, del día 17 de febrero del 2023, en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Evaluación de tratamientos pre-germinativos y accesiones sobre la germinación de semillas de mote mote (*Allophylus densiflorus* Radlk) en la provincia de Chota, Cajamarca”, integrado por:

1. M.Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito Presidente
2. M.Sc. Pacífico Muñoz Chávarry Secretario
3. Mg. Fiorella Vanessa Li Vega Vocal

Sustentada por Bach. Franklin Osnár Núñez Vásquez con la finalidad de obtener el Título Profesional en Ingeniero Forestal y Ambiental asesorado por Dr. Alejandro Seminario Cunha.


Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda Aprobar la tesis, calificándola con la nota de: 16 (Dieciséis), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Firmado en: Chota, 17 de febrero del 2023




.....

...Presidente



.....

Secretario



.....

...Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por haberme brindado su apoyo y así hacer realidad este importante logro en mi vida. A mis padres Hugo Alberto Núñez Benavidez y Graciela Vásquez Rubio por darme el sustento económico, moral y espiritual para salir adelante. A mis hermanos Johann y Dayana, por haberme demostrado sus ganas de superarse y así fortalecer también las mías. Finalmente, a mis demás familiares y amigos, por haberme inspirado a ser una mejor persona y cumplir mi meta de ser profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por haberme posibilitado mediante la salud, el optimismo y el esmero realizar el sueño de estudiar una carrera universitaria y poder llegar a ser profesional.
- A la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), por haber sido la institución que me formó profesionalmente y me posibilitó estudiar la carrera de Ingeniería Forestal y Ambiental.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental (EPIFA) de la UNACH, por haberme brindado las condiciones óptimas para estudiar y posibilitarme una formación profesional de calidad.
- A los catedráticos de la EPIFA de la UNACH, por haberme dado una enseñanza de calidad y haber sido un ejemplo a seguir tanto profesional como personalmente.
- Al Dr. Alejandro Seminario Cunya, por su asesoramiento y apoyo para la realización del presente trabajo de investigación.
- A los señores Wiliams Tapia Fustamante, Juan Delgado Guevara y Sara Alarcón Rubio; por permitirme la recolección de los frutos de sus árboles.
- Al ingeniero Jhoann Núñez Vásquez, por su apoyo para la elaboración de la cámara de germinación de semillas.
- Finalmente, a mi familia, por haberme apoyado incondicionalmente en todo el trayecto hacia ser un profesional.

Índice de contenidos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación	18
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. Objetivo general	19
1.4.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	21
2.1 Antecedentes.....	21
2.1.1. Antecedentes por tratamiento pregerminativo de escarificación.....	21
2.1.2. Antecedentes por tratamiento pregerminativo de imbibición.....	21
2.2. Bases teórico – científicas.....	22
2.2.1. Accesoión	22
2.2.2. Especie nativa.....	22
2.2.3. Mote mote.....	23
2.2.4. Distribución geográfica y hábitat del mote mote	23
2.2.5. Latencia	24
2.2.6. Tipos de latencia.....	24
2.2.6.1. Latencia exógena.....	24
2.2.6.2. Latencia endógena.....	25
2.2.6.3. Latencia combinada exógena – endógena.....	25
2.2.6.4. Latencia morfofisiológica.....	25

2.2.7.	Tipos de germinación	25
2.2.8.	Desinfección de la semilla.....	26
2.2.9.	Tratamientos pregerminativos	26
2.2.10.	Tratamientos pregerminativos para romper la latencia exógena	26
2.2.10.1.	Métodos físicos.....	26
2.2.10.2.	Escarificación	26
2.2.10.3.	Tratamiento en húmedo.....	27
2.2.11.	Inicio de la germinación.....	27
2.2.12.	Valor de germinación.....	27
2.2.13.	Viabilidad de la semilla	28
2.2.14.	Métodos para determinar la viabilidad	28
2.2.15.	Poder germinativo.....	28
2.2.16.	Porcentaje de humedad de las semillas.....	28
2.2.17.	Sustratos de cultivo	29
2.2.18.	Tiempo medio de germinación	29
2.2.19.	Velocidad de germinación	30
2.3.	Marco conceptual.....	30
2.3.1.	Cotiledón	30
2.3.2.	Embrión.....	30
2.3.3.	Epicótilo	30
2.3.4.	Especie.....	31
2.3.5.	Germinación	31
2.3.6.	Hipocótilo.....	31

2.3.7. Plúmula.....	31
2.3.8. Radícula.....	31
2.3.9. Semilla.....	31
2.3.10. Semilla llena	31
2.3.11. Semilla vacía	32
2.3.12. Tegmen	32
2.3.13. Tegumento seminal	32
2.3.14. Testa	32
2.3.15. Vigor.....	32
2.4. Hipótesis	32
2.5. Operacionalización de variables	34
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	36
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	36
3.2. Diseño de investigación	36
3.3. Métodos de investigación	40
3.4. Población, muestra y muestreo	40
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.5.1. Elección de las accesiones.....	40
3.5.2. Selección de los individuos de mote mote.....	42
3.5.3. Recolección y transporte de los frutos	42
3.5.4. Obtención de la semilla.....	42
3.5.5. Desinfección de la semilla	43
3.5.6. Selección de las semillas para el almácigo	43

3.5.7. Preparación del almácigo.....	43
3.5.8. Fabricación de la cámara de germinación.....	44
3.5.9 Desarrollo del experimento.....	44
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	46
3.7. Aspectos éticos.....	46
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Descripción de resultados	47
4.1.1. Datos geográficos y dimensionales obtenidos respecto a las accesiones ...	47
4.1.2. Datos climáticos promedio obtenidos respecto a las accesiones	47
4.1.3. Datos promedio obtenidos respecto a los frutos de cada accesión	48
4.1.4. Datos promedios obtenidos respecto a las semillas de cada accesión	49
4.1.5. Análisis de normalidad.....	49
4.1.6. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	50
4.1.7. Inicio de la germinación de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	50
4.1.8. Velocidad de germinación de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk...	52
4.1.9. Valor de germinación de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	55
4.1.10. Poder germinativo de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	55
4.1.11. Viabilidad de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	58
4.2. Contrastación de hipótesis	58
4.2.1. Para el factor accesiones.....	58
4.2.2. Para el factor tratamientos pregerminativos	59
4.3. Discusión de resultados.....	60
4.3.1. Accesiones	60

4.3.2. Tratamientos pregerminativos	60
4.3.2.1. Para la variable inicio de la germinación.	60
4.3.2.2. Para la variable velocidad de germinación.	61
4.3.2.3. Para la variable valor de germinación.	62
4.3.2.4. Para la variable poder germinativo.	62
4.3.2.5. Para la variable viabilidad.	63
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1. Conclusiones	65
5.2. Recomendaciones	66
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	67
CAPÍTULO VII. ANEXOS	71

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	34
Tabla 2 Accesiones y tratamientos pregerminativos para la germinación de semillas de mote mote.....	37
Tabla 3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	45
Tabla 4 Datos geográficos y dimensionales respecto a cada accesión (árbol semillero) ..	47
Tabla 5 Datos climáticos promedio obtenidos respecto a las accesiones durante el periodo enero – marzo del 2022	48
Tabla 6 Datos promedio obtenidos respecto a los frutos de cada accesión	48
Tabla 7 Datos promedio obtenidos respecto a las semillas de cada accesión	49
Tabla 8 Análisis de normalidad para las variables estudiadas	49
Tabla 9 Análisis de varianza para la variable inicio de la germinación por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos.....	50
Tabla 10 Prueba de Tukey al 5% para los efectos simples de tratamientos pregerminativos sobre la variable inicio de la germinación.....	51
Tabla 11 Análisis de varianza para la variable velocidad de germinación por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos.....	53
Tabla 12 Prueba de Tukey al 5% para los efectos simples de tratamientos pregerminativos sobre la variable velocidad de germinación	53
Tabla 13 Análisis de varianza para la variable valor de germinación por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos.....	55
Tabla 14 Análisis de varianza para la variable poder germinativo por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos	56

Tabla 15 Prueba de Tukey al 5% para los efectos simples de tratamientos pregerminativos sobre la variable poder germinativo	56
Tabla 16 Análisis de varianza para la variable viabilidad por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos	58
Tabla 17 Ejemplo de ficha de observación para cada repetición	71
Tabla 18 Base de datos obtenidos del proceso experimental de germinación de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	73

Índice de figuras

Figura 1 Interacción entre factores	38
Figura 2 Croquis del experimento.....	39
Figura 3 Mapa de ubicación de las accesiones	41
Figura 4 Representación gráfica del inicio de la germinación de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	52
Figura 5 Representación gráfica de la velocidad de germinación de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	54
Figura 6 Representación gráfica del poder germinativo de semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	57
Figura 7 Árbol de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk en etapa de frutificación.....	75
Figura 8 Etapas del desarrollo del fruto.....	75
Figura 9 Recolección de los frutos de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	76
Figura 10 Medición de temperatura y humedad relativa del ambiente.....	76
Figura 11 Medición del diámetro a la altura del pecho de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	77
Figura 12 Medición del diámetro de copa de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	77
Figura 13 Pesaje del fruto de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	78
Figura 14 Medición de las dimensiones del fruto de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	78
Figura 15 Pesaje de la semilla de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk	79
Figura 16 Medición de las dimensiones de la semilla de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk ..	79
Figura 17 Pesaje de los frutos recolectados de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk.....	80
Figura 18 Medición del pH del agua.....	80
Figura 19 Aplicación del método del cuarteo	81

Figura 20 Aplicación de la escarificación mecánica.....	81
Figura 21 Inicio de la germinación	82
Figura 22 Aplicación del tratamiento pregerminativo de escarificación y remojo en agua por 24 horas.....	82
Figura 23 Colocación de las semillas en almácigo	83
Figura 24 Cámara de germinación de semillas construida exclusivamente para el experimento.....	83
Figura 25 Controlador de temperatura de la cámara de germinación de semillas	84
Figura 26 Distribución de los tratamientos al interior de la cámara	84
Figura 27 Toma de datos mediante ficha de registro	85
Figura 28 Semillas de <i>Allophylus densiflorus</i> Radlk en proceso de germinación	85
Figura 29 Muestra de los resultados del poder germinativo	86
Figura 30 Muestra de los resultados de la viabilidad.....	86

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos y las accesiones en la germinación de semillas de mote mote (*Allophylus densiflorus* Radlk) en la provincia de Chota. El estudio fue llevado a cabo mediante un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial (3x3), el primer factor fueron las accesiones con 3 niveles (Chota, Lajas y Tacabamba) y el segundo factor tratamientos pregerminativos con 3 niveles (remojo en agua por 48 horas, escarificación mecánica, y escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas) distribuidos en 4 repeticiones con 100 semillas por parcela experimental. Se evaluó el inicio de la germinación, la velocidad de germinación, el valor de germinación, el poder germinativo, y la viabilidad. Las accesiones demostraron no tener efectos significativos sobre las variables analizadas. En contraste los tratamientos pregerminativos demostraron influir significativamente en las variables analizadas: inicio de la germinación, velocidad de germinación y poder germinativo, con p-valores de 0.000, 0.025 y 0.007 respectivamente; la escarificación mecánica demostró ser el mejor tratamiento respecto a la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk, pues al analizar el inicio de germinación (17.58 días), velocidad de germinación (0.21% semillas germinadas/día) y poder germinativo (5.33% semillas germinadas al final del experimento), se obtuvieron valores superiores a los demás tratamientos; evidenciando la importancia de su aplicación para la germinación de las semillas. Respecto al valor de germinación y la viabilidad los tratamientos pregerminativos demostraron no tener efectos significativos puesto que, al realizar el análisis de varianza se obtuvieron p-valores de 0.178 y 0.071 respectivamente.

Palabras clave: Mote mote, inicio de la germinación, velocidad de germinación, valor de germinación, escarificación, remojo.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of pregerminative treatments and accessions on the germination of mote mote (*Allophylus densiflorus* Radlk) seeds in the province of Chota. The study was carried out using a completely randomized design (CRD) in factorial arrangement (3x3), the first factor was the accessions with 3 levels (Chota, Lajas and Tacabamba) and the second factor was pregerminative treatments with 3 levels (soaking in water for 48 hours, mechanical scarification, and mechanical scarification and soaking in water for 24 hours) distributed in 4 replicates with 100 seeds per experimental plot. Germination initiation, germination speed, germination value, germination power, and viability were evaluated. The accessions showed no significant effect on the variables analyzed. In contrast, pregerminative treatments were shown to significantly influence the variables analyzed: germination initiation, germination speed and germination power, with p-values of 0.000, 0.025 and 0.007 respectively; mechanical scarification proved to be the best treatment with respect to the germination of *Allophylus densiflorus* Radlk seeds, since when analyzing the germination initiation (17.58 days), germination speed (0.21% germinated seeds/day) and germination power (5.33% germinated seeds at the end of the experiment), higher values were obtained than the other treatments; evidencing the importance of its application for seed germination. Regarding the germination value and viability, the pregerminative treatments showed no significant effects since, when the analysis of variance was carried out, p-values of 0.178 and 0.071 were obtained, respectively.

Key words: Mote mote, germination initiation, germination speed, germination value, scarification, soaking.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El *Allophylus densiflorus* Radlk es una especie nativa del norte peruano, conocido comúnmente como “mote mote” o “yuracsara” en las regiones de Cajamarca y Amazonas, es un árbol de 4 a 8 metros de altura, con ramas cilíndricas, escasamente lenticeladas, con hojas trifoliadas distribuidas al azar por toda la rama, florece y fructifica desde noviembre hasta abril y presenta frutos monocárpicos, de 0.4-1.2 x 0.3-0.8cm, globosos, pericarpio blando y fuste irregular; además se encuentra distribuido en el norte de Perú en regiones próximas a los andes o la selva amazónica a una altitud de 1350 a 2200 m s.n.m., dentro de los bosques o cerca de los ríos (Gayoso, 2014).

Tiene múltiples usos, destacando su utilidad como cercos vivos, fuente de alimentación y leña; además tiene potencial para su industrialización debido al sabor de sus frutos y sus posibles efectos benéficos a la salud del ser humano; en la región Cajamarca, a pesar de que gran parte de su territorio está afectado por actividades antrópicas como minería, agricultura, deforestación y ganadería, aún existe diversidad de especies frutícolas nativas en estado silvestre y semicultivadas, que ameritan ser estudiadas, para ser aprovechadas por parte de la población y contribuir a la conservación de los bosques naturales.

Las accesiones son muestras de semillas representativas de una población, línea de mejoramiento o un cultivar, es identificable de manera única y se almacenan para su conservación y uso; siendo importantes para evitar la pérdida de la biodiversidad (Rao *et al.*, 2007).

Respecto a los tratamientos pregerminativos Sataloff *et al.* (1991) mencionan que usualmente las semillas de muchas especies arbóreas, logran germinar en un lapso corto de tiempo cuando se les proporciona condiciones óptimas para su germinación, sin embargo existen

semillas que poseen latencia, en estos casos es imprescindible aplicar algún tratamiento preliminar a la germinación, con el objetivo de tener una tasa de germinación buena en poco tiempo.

En la presente investigación se tuvo como objetivo evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativo y las accesiones en la germinación de semillas de mote mote (*Allophylus densiflorus* Radlk) en el distrito de Chota.

1.1. Planteamiento del problema

Los árboles nativos, cumplen un papel importante en el desarrollo de las poblaciones rurales, proveyendo madera, frutos, medicinas, tintes, sombra, y regulando el microclima. También son empleados para la agroforestería y prácticas de conservación de suelos. En la mayor parte de la región andina las poblaciones de especies forestales nativas se encuentran en reducidos relictos y rodales discontinuos en proceso de desaparición por las fuertes presiones de las comunidades andinas para la provisión de leña, madera, áreas para la agricultura y la ganadería (Arica, 2003).

La tala de bosques nativos para crear nuevos asentamientos humanos, agricultura con monocultivos agrícolas y/o forestales, es un problema que está limitando la regeneración natural de los bosques y mermando su población. Además, no se realizan proyectos de forestación, reforestación, conservación de la biodiversidad o investigación científica que ayuden a la recuperación o restauración de éstas áreas. Al adquirir conocimientos sobre especies nativas, el mercado de la madera, frutales y las políticas en lo concerniente a forestación tendrán que promover el cultivo de especies nativas, compitiendo con las especies exóticas (Induni *et al.*, 2005).

En tal sentido, es importante ejecutar investigaciones que permitan reducir o evitar la pérdida de especies nativas mediante la implementación de tecnologías que favorezcan su conservación y restauración.

El mote mote es ampliamente conocido y utilizado por los pobladores de los distritos de la provincia de Chota donde se distribuye naturalmente. Al respecto Gayoso (2014) menciona que esta especie está presente en el norte de Perú; en regiones próximas a los andes o la selva amazónica, a una altitud de 1 350 a 2 200 m s.n.m. en los bosques ribereños. La presión antrópica y la baja germinación de sus semillas, probablemente debido al duro tegumento que poseen, han llevado a que ésta especie sea una de las más afectadas por la deforestación. Sin embargo, existe muy poca información científica de esta especie que ayude a iniciar proyectos de recuperación y conservación de sus poblaciones naturales. En este sentido se evaluó la procedencia de las semillas y los diferentes tratamientos pregerminativos con la finalidad de superar la dormancia, que es el principal inconveniente para la propagación de esta especie.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de los tratamientos pregerminativos y las accesiones en la germinación de semillas de mote mote en la provincia de Chota, Cajamarca?

1.3. Justificación

La investigación tuvo como propósito conocer cuál de las procedencias (Chota, Lajas o Tacabamba) es la mejor para la germinación y determinar el mejor tratamiento pregerminativo para romper la latencia que presentan las semillas de mote mote, especie endémica de la sierra norte del país; y así contribuir a la propagación de especies nativas y a la conservación de los bosques ribereños montanos del Perú. Estudios sobre tratamientos pregerminativos o accesiones en semillas de esta especie no habían sido realizados aún. Sin embargo, existen algunas

investigaciones en otras especies del mismo género, que posibilitaron tener una referencia del tratamiento pregerminativo que se debería incluir en la presente investigación. Al respecto Torres *et al.* (2019) determinaron que *Allophylus cominia* (L.) Sw. requiere para su germinación escarificación mecánica parcial o total del endocarpio.

En la región Cajamarca, Perú, pese a que gran parte de su territorio está influenciado por actividades como la minería, la agricultura, la deforestación y la ganadería, aún existe diversidad de especies frutícolas nativas en estado silvestre y semicultivadas, que ameritan estudios sobre germinación, propagación, crecimiento y manejo forestal, para aprovechamiento por la población y conservación de los bosques naturales. Especies nativas como el mote mote cumplen un rol importante en los ecosistemas de bosques ribereños y la vida de los pobladores, teniendo además potencial para su industrialización; se conoce muy poco sobre el hábitat, la viabilidad de las semillas, sus diversas formas de propagación, el porcentaje de germinación y, sus propiedades físicas y químicas las cuales pueden ser beneficiosas para el ser humano. Por tanto, la presente investigación es importante porque ha generado conocimientos respecto a la procedencia y germinación de semillas de esta especie, contribuyendo a su propagación y abriendo así las puertas a futuras investigaciones relacionadas a la conservación de especies nativas y bosques ribereños.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos y las accesiones en la germinación de semillas de mote mote en la provincia de Chota, Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas de mote mote en la provincia de Chota.
- Evaluar el efecto de diferentes accesiones sobre la germinación de semillas de mote mote en la provincia de Chota.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A pesar de ser parte de la alimentación del poblador de la sierra norte del Perú, el mote mote ha sido muy poco estudiado; simplemente se tiene referencias de su existencia, pero nada relacionado con la propagación y conservación de la especie. León (2006) afirma que el Perú cuenta con 22 géneros y alrededor de 190 especies pertenecientes a la familia Sapindaceae, ubicando al mote mote en la sierra norte del país. Las investigaciones relacionadas a la propagación de la especie son prácticamente inexistentes; debido a esta escasa información, es que se optó por referenciar estudios de tratamientos pregerminativos realizados en especies del mismo género o familia.

2.1.1. Antecedentes por tratamiento pregerminativo de escarificación

Torres *et al.* (2019), determinaron que *Allophylus cominia* (L.) Sw., requiere para su germinación una temperatura óptima de 25°C, es indiferente respecto a su germinación si esta se da en luz u oscuridad, presenta dormancia fisiológica (embrión desarrollado y semillas permeables al agua, pero que germinan luego de 28 días) y el tratamiento pregerminativo recomendado es la escarificación mecánica parcial o total del endocarpio.

Sánchez *et al.* (2018), establecieron que *Allophylus cominia* (L.) Sw., necesita para germinar ser sometido a la escarificación mecánica parcial o total del endocarpio y presenta dormancia fisiológica (semillas que germinan después de los 30 días).

2.1.2. Antecedentes por tratamiento pregerminativo de imbibición

Martínez *et al.* (2006) determinaron que las semillas de *Dodonaea viscosa* (L.) requieren para su germinación ser sumergidas 24 horas antes de la siembra en agua a temperatura ambiente, logrando una germinación del 98%.

Ramírez *et al.* (2017) determinaron que el mejor tratamiento pregerminativo para las semillas de *Talisia oliviformis* (Kunth) Radlk, fue remojarlas por 24 horas en agua; logrando un 85% de germinación.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Accesoión

Rao *et al.* (2007) mencionan que es una muestra de semillas que representan una población, línea de mejoramiento o un cultivar, es identificable de manera única y se almacenan para su conservación y uso. Al respecto la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) menciona que son muestras identificables de semillas las cuales son representativas de una población, y pueden ser almacenadas en bancos de germoplasma para su posterior uso o conservación; es importante que las accesiones de semillas sean identificadas y se mantengan así, desde la adquisición hasta su uso. La identificación de las accesiones es importante debido a que un etiquetado incorrecto puede conllevar a la erosión genética de la especie. Adkins *et al.* (2007) manifiestan que las accesiones son unidades conservadoras de semillas, que se pueden distinguir unas de otras mediante códigos alfanuméricos.

2.2.2. Especie nativa

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012) menciona que son especies, encontradas naturalmente en un área geográfica determinada y están adaptadas a las condiciones climáticas propias de dicha región o zona; además presentan la posibilidad de dispersarse naturalmente dentro de la misma región. Por su parte Pretell *et al.* (1985) mencionan que son especies integrantes de un ecosistema definido y su presencia no responde a la intervención humana, las especies nativas en su conjunto forman la fauna y flora

autóctonas de un determinado ecosistema. Becerril *et al.* (2007) manifiestan que, existen ecosistemas alterados por actividades humanas como la minería, y las especies nativas debido a su adaptabilidad a su lugar de origen, pueden desarrollar mecanismos que les permitan seguir sobreviviendo en condiciones adversas, manifestando así la importancia de éstas en la conservación de la biodiversidad del planeta.

2.2.3. Mote mote

Es el nombre con el que comúnmente se le conoce en la región Cajamarca a *Allophylus densiflorus* Radlk. Mostacero *et al.* (2017) ubican al *Allophylus densiflorus* Radlk dentro de los frutales nativos del norte del Perú, cuyo nombre vulgar es mote mote, es un árbol de cinco metros de altura aproximadamente, se propaga por semillas, y sus frutos tienen morfología globular, de color similar a las perlas y de gustoso sabor. Al respecto Gayoso, (2014) menciona que también se le conoce con el nombre “Uchumullaca” en Huánuco y “Yuracsara” en las regiones de Amazonas y Cajamarca en Perú, son árboles de 4 a 8 metros de altura, poseen fuste irregular, ramas cilíndricas, hojas trifoliadas que se distribuyen al azar por toda la rama, con foliolos laterales más pequeños que el foliolo central que mide 3.4-7.1x1.2-2.9cm, de forma elíptica, elíptico-lanceolado, simétrico; los foliolos laterales miden 2.1-5.2x0.8-2.2cm, de forma elíptica, elíptico-obovados, ligeramente asimétricos, ápice agudo, acuminado, inflorescencias axilares ramificadas, con un fruto monocárpico, globoso, pericarpio carnoso, endocarpio glabro, florece, fructifica desde noviembre hasta abril y presenta frutos monocárpico de 0.4-1.2x0.3-0.8cm, globosos y pericarpio blando.

2.2.4. Distribución geográfica y hábitat del mote mote

Gayoso, (2014) menciona que esta especie se halla en el norte de Perú en regiones próximas a los andes o la selva amazónica a una altitud de 1 350 a 2 200 m s.n.m., dentro de los

bosques ribereños o cerca de los ríos. León, (2006) menciona que *Allophylus densiflorus* Radlk, se encuentra distribuida en el nororiente del Perú en las regiones de Amazonas, Cajamarca y Piura en ecosistemas de bosques muy húmedos montanos a una altitud de 1 400 a 2 900 m s.n.m.

2.2.5. Latencia

Hace mención a la naturaleza de una semilla viable, que imposibilita que esta germine en presencia de factores que, por lo regular son suficientes para que la germinación ocurra: humedad, temperatura adecuada y medio ambiente gaseoso (Sataloff *et al.*, 1991). Al respecto De la Cuadra, (2011) menciona que la latencia es la limitación para germinar cuando se encuentra expuesta a condiciones ambientales desfavorables (humedad, temperatura y concentración de oxígeno), no obstante mantiene su poder germinativo y viabilidad. Rajchenberg *et al.* (2015) afirman que en semillas cuyos embriones parecen normales y no germinar, puede deberse a la latencia, debiendo aplicarse tratamientos pregerminativos para eliminarla. Doria (2010) manifiesta que la latencia se da cuando el embrión es inmaduro, las semillas requieren de condiciones especiales de temperatura y luz, las cubiertas seminales son muy duras, impermeables al agua o existen de sustancias químicas que inhiben la germinación.

2.2.6. Tipos de latencia

2.2.6.1. Latencia exógena. Sataloff *et al.* (1991) mencionan que se debe a causas físicas, químicas o mecánicas en las cubiertas seminales, y se manifiesta en semillas que poseen embriones viables y desarrollados pero que tienen tegumento seminal impermeable al agua (latencia física), o el tegumento seminal es tan duro que no permite la expansión del embrión al germinar (latencia mecánica), o a la acumulación y producción de sustancias químicas ya sea en el fruto o las cubiertas seminales, que impiden la germinación (latencia química).

2.2.6.2. Latencia endógena. Presente en aquellas semillas que tienen el embrión subdesarrollado o que no se ha desarrollado en su totalidad durante la época de maduración y que por lo general germinan a los 30 días (Sánchez *et al.*, 2015). Al respecto Sataloff *et al.* (1991) mencionan que es aquella en la que diferentes procesos fisiológicos propios de la semilla impiden la germinación. Varela y Arana (2011) manifiestan que también se le denomina latencia fisiológica y se da en semillas permeables al agua, que tienen embrión desarrollado, pero su germinación se ve limitada por un mecanismo fisiológico inhibitorio.

2.2.6.3. Latencia combinada exógena – endógena. Cuando la semilla presenta combinación de estas latencias es decir existen mecanismos fisiológicos inhibitorios de la germinación y las cubiertas de la semilla son muy duras o impermeables al agua (Sánchez *et al.*, 2015).

2.2.6.4. Latencia morfofisiológica. Trata de la combinación de mecanismos fisiológicos inhibitorios y el subdesarrollo del embrión (Torres *et al.*, 2019). Sataloff *et al.* (1991) mencionan que este tipo de latencia se da en semillas con embriones subdesarrollados y la presencia de mecanismos fisiológicos inhibitorios.

2.2.7. Tipos de germinación

Cuando los cotiledones emergen del suelo a consecuencia del crecimiento del hipocótilo la germinación se denomina “epígea”; cuando los cotiledones no emergen y solamente la plúmula traspasa el suelo, la germinación se denomina “hipógea” (Doria, 2010, p. 77).

2.2.8. Desinfección de la semilla

Es un proceso utilizado para proteger la semilla de insectos y hongos, los cuales pueden atacar en el almacenamiento o en la germinación, se recomienda usar hipoclorito de sodio al 3% (Irigoyen y Cruz, 2005).

2.2.9. Tratamientos pregerminativos

Las semillas de un gran número de especies arbóreas, germinan en un tiempo corto cuando se les brinda condiciones de temperatura y humedad favorables, sin embargo existen semillas que presentan latencia, siendo necesario aplicar algún tratamiento, con el propósito de tener una tasa de germinación buena en poco tiempo (Sataloff *et al.*, 1991).

2.2.10. Tratamientos pregerminativos para romper la latencia exógena

2.2.10.1. Métodos físicos. Consiste en perforar, cortar o abrir un orificio en la cubierta seminal de cada semilla antes de sembrarla (Sataloff *et al.*, 1991).

2.2.10.2. Escarificación. Es el proceso mediante el cual se rompe, altera, raya o ablanda las cubiertas seminales de las semillas con el propósito de hacerlas permeables y posibilite el ingreso del agua y gases. Para raspar la cubierta seminal se usa limas, lijas o para quebrarla se emplea pinzas o martillo (escarificación mecánica); en algunos casos, las semillas se remojan con ácido sulfúrico, agitando constantemente, y finalmente, escurrir el ácido y lavar las semillas (escarificación química); y en otras ocasiones las semillas deben ser remojadas en agua entre 12, 24, 48 y 72 horas, con el objetivo de ablandar la testa o remover inhibidores químicos (Imbibición) (Varela y Arana, 2011).

2.2.10.3. Tratamiento en húmedo. Consiste en remojar en agua u otros líquidos las semillas para ablandar la cubierta seminal dura y extraer por lixiviación posibles inhibidores químicos (Sataloff *et al.*, 1991).

2.2.11. Inicio de la germinación

La germinación comienza mediante el proceso de imbibición y culmina con el crecimiento de la radícula; la posterior rotura del tegumento por esta, hace aparecer la radícula, lo cual es un indicador de que la germinación ha iniciado (Pita y Pérez, 1998).

2.2.12. Valor de germinación

Sataloff *et al.* (1991) mencionan que tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la energía o velocidad de germinación y la germinación total al término del período de ensayo. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VG = GDM \text{ (final)} \times VM$$

Donde:

- VG: Valor de germinación
- GDM (final): Germinación diaria media final, que es el porcentaje acumulado de semillas llenas germinadas al final del ensayo dividido por el número de días que transcurren desde la siembra hasta el término del ensayo.
- VM: Valor máximo, que es la germinación diaria media máxima (porcentaje acumulado de germinación de semilla llena dividido por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra) que se alcanza en cualquier momento del período del ensayo.

2.2.13. Viabilidad de la semilla

Es la capacidad de germinación de una semilla en condiciones favorables, eliminando la latencia que esta pudiese presentar. Se calcula mediante el porcentaje de viabilidad que expresa el total de semillas germinadas más las no germinadas pero viables con el ensayo de corte (Sataloff *et al.*, 1991).

2.2.14. Métodos para determinar la viabilidad

El ensayo de corte se realiza al final de un ensayo de germinación en las semillas que no germinaron con el objetivo de ver la posible causa de la no germinación; se hace cortando con un objeto filudo las semillas y se basa en la revisión de las semillas visualmente; si estas tienen el embrión bien desarrollado y un color normal, existen muchas probabilidades de que germinen. Si el embrión se presenta mohoso, poco firme, lechoso, podrido, o no está; esas semillas se deben desechar. También existen otros métodos, como el ensayo de tetrazolio en el cual se tiñen de rojo las células vivas al reaccionar estas con el cloruro de tetrazolio; es importante ya que mediante el ensayo de corte algunas semillas pueden parecer viables pero no lo son (Sataloff *et al.*, 1991).

2.2.15. Poder germinativo

Es el porcentaje de semillas que, al colocarse en condiciones óptimas para crecer, germinan y logran desarrollar plántulas; suele expresarse como porcentaje de germinación (Lallana *et al.*, 2011).

2.2.16. Porcentaje de humedad de las semillas

Rao *et al.* (2007) mencionan que es la porción de agua existente en una semilla y suele expresarse como el porcentaje del peso total de la semilla previo al secado, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CHS} = [(\text{PF} - \text{PS}) \times 100] / \text{PF}$$

Donde:

- CHS: Contenido de humedad de la semilla
- PF: Peso de la semilla fresca
- PS: Peso de la semilla seca

2.2.17. Sustratos de cultivo

La Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, 2016) menciona que son los medios de cultivo empleados para los análisis de germinación y se caracterizan porque brindan porosidad para aire, agua y crecimiento radicular; están compuestos generalmente de papel, arena o compuestos orgánicos; tienen la capacidad de retener agua y deben estar libres de cualquier agente tóxico como hongos, bacterias o sustancias tóxicas, y estar en un rango de pH de 6.0-7.5, la temperatura debe ser uniforme y respecto a la luz es recomendable la iluminación del sustrato con la finalidad de que las plántulas se desarrollen mejor.

2.2.18. Tiempo medio de germinación

González y Orozco (1996) manifiestan que es una medida del tiempo en promedio que requieren las semillas para su germinación, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{TMG} = [(x_1 d_1) + (x_2 d_2) + \dots (x_n d_n)] / X_n$$

Donde:

- x_1, x_2, x_n : Semillas germinadas en el día de la evaluación
- d_1, d_2, d_n : Días transcurridos desde la incubación
- X_n : Número total de semillas germinadas en último día de evaluación

2.2.19. Velocidad de germinación

Es el tiempo que requieren las semillas para germinar, es importante ya que es probable que únicamente las semillas que rápidamente germinan en condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas en condiciones de sobrevivir en campo definitivo. Suele emplearse también el término energía germinativa para referirse a la velocidad de germinación, la cual es igual al valor máximo de la germinación diaria media (porcentaje acumulado de semillas llenas germinadas dividido por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra) que se alcanza en cualquier momento del período del ensayo (Sataloff *et al.*, 1991).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Cotiledón

Hoja primera que, sola o junto a otra u otras, se forma en el embrión de una planta fanerógama, modificada especialmente y que en algunos casos acumula sustancias de reserva

2.3.2. Embrión

Es el rudimento de la planta adulta, en estado de vida latente o letargo, formado tras la fecundación de la oófera. La doble fecundación de las angiospermas da lugar al desarrollo del embrión y del endospermo, el tejido nutricional del embrión

2.3.3. Epicótilo

Es la parte de la plántula que se desarrolla entre los cotiledones y las primeras hojas verdaderas; en la germinación hipogea el epicótilo se elonga y empuja a las primeras hojas por entre la tierra.

2.3.4. Especie

Conjunto de organismos que comparten características similares, como morfología, y que están aislados reproductivamente de otros grupos de organismos.

2.3.5. Germinación

Es la reanudación del crecimiento activo del embrión, dando como resultado la emergencia de la semilla y el desarrollo de las estructuras esenciales para el crecimiento del vegetal.

2.3.6. Hipocótilo

Es la parte subterránea del tallo principal, comienza a expresarse uno a dos días después que la radícula y conduce a los cotiledones hacia arriba hasta posicionarlos por sobre el nivel del suelo, que indica el fin de la etapa de germinación para dar comienzo a la etapa de emergencia.

2.3.7. Plúmula

Yema que en el embrión de la planta es el rudimento del tallo, está localizada en el lado opuesto a la radícula.

2.3.8. Radícula

Es la primera parte de una plántula que emerge de la semilla durante el proceso de germinación, es por tanto la raíz embrionaria de la planta y crece hacia abajo en el suelo.

2.3.9. Semilla

Es la parte del fruto que contiene el embrión de una futura planta, esta parte se encuentra protegida por una testa.

2.3.10. Semilla llena

Semilla que contiene todos los tejidos esenciales para la germinación.

2.3.11. Semilla vacía

Semilla sin contenido, o sin embrión o cavidad embrional cuando existe tejido residual; lo contrario de “semilla llena”.

2.3.12. Tegmen

Capa interna de la cubierta seminal, por lo general fina y delicada

2.3.13. Tegumento seminal

También se le denomina episperma o cubierta seminal; es la capa que rodea a la semilla de las plantas espermatofitas, en el cual se observa comúnmente dos capas (testa y tegmen)

2.3.14. Testa

Capa exterior de la episperma, generalmente coloreado, que envuelve las semillas, es generalmente de consistencia dura y resistente y tiene la función de proteger a la semilla del medio ambiente

2.3.15. Vigor

Propiedades de la semilla que determinan el potencial de brotación y desarrollo rápidos y uniformes de plántulas normales bajo una amplia gama de condiciones sobre el terreno.

2.4. Hipótesis

En esta investigación se hizo uso de la hipótesis alternativa (H_1) y la hipótesis nula (H_0).

H_0 : Las diferentes accesiones y los tratamientos pregerminativos y escarificación no poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de mote mote en la provincia de Chota.

H_1 : Las diferentes accesiones y los tratamientos pregerminativos y escarificación poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de mote mote en la provincia de Chota.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable dependiente: Germinación	Inicio de la germinación	Nº de semillas con radícula al momento del primer conteo	Observación	Ficha de registro
	Velocidad de germinación	Porcentaje de semillas que germinan hasta llegar el momento de germinación máxima	Observación	Ficha de registro
	Valor de germinación	Germinación diaria media final Valor máximo	Observación	Ficha de registro
	Poder germinativo	Porcentaje de semillas que germinaron al final del experimento	Observación	Ficha de registro
	Viabilidad	Porcentaje de semillas germinadas más las no germinadas pero viables	Observación	Ficha de registro
Variables independientes: Tratamientos pregerminativos	Métodos físicos	Semillas con escarificación mecánica puestas a prueba experimental a pH entre 6.0-7.5 con luz y temperatura constante	Escarificación mecánica	Alicate universal
	Tratamiento en húmedo	Semillas remojadas en agua por 48 horas puestas a prueba experimental a pH entre 6.0-7.5 con temperatura y luz constante	Remojo en agua	Agua fría

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
	Método combinado	Semillas con escarificación mecánica y remojadas en agua por 24 horas puestas a prueba experimental a pH entre 6.0-7.5 con luz y temperatura constante	Escarificación mecánica y remojo en agua	Alicate universal Agua fría
Accesiones	Accesión de Chota	1200 semillas	Remojo de los frutos en agua por 1 hora	Agua fría
	Accesión de Lajas	1200 semillas		
	Accesión de Tacabamba	1200 semillas	Despulpado de los frutos	Operación manual

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

Se realizó una investigación del tipo cuantitativa. Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2(019) manifiestan que en este tipo de investigaciones se trabaja con datos numéricos, siguiendo un proceso ordenado y secuencial para la obtención de información la cual se analiza mediante métodos estadísticos.

El nivel de investigación fue explicativo. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2019) mencionan que este nivel de investigación analiza la relación de causa y efecto entre las variables.

3.2. Diseño de investigación

Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2019) explican que se refiere a la estrategia o planeamiento que se elige para conseguir la información deseada con la intención de dar solución al problema planteado en la investigación.

El experimento fue conducido en diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial (3x3), siendo el primer factor accesiones con 3 niveles (a1, a2 y a3) y el segundo factor tratamientos pregerminativos con 3 niveles (b1, b2 y b3) (Tabla2); distribuidos en 4 repeticiones y con 100 semillas por parcela experimental (Figura 1).

Tabla 2*Accesiones y tratamientos pregerminativos para la germinación de semillas de mote mote*

Accesiones	Tratamientos pregerminativos	N° de repeticiones	N° de semillas/ repetición	N° de semillas/ tratamiento
a1 (Chota)	b1 (Remojo en agua por 48 horas)	4	100	400
	b2 (Escarificación mecánica)	4	100	400
	b3 (Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas)	4	100	400
a2 (Lajas)	b1 (Remojo en agua por 48 horas)	4	100	400
	b2 (Escarificación mecánica)	4	100	400
	b3 (Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas)	4	100	400
a3 (Tacabamba)	b1 (Remojo en agua por 48 horas)	4	100	400
	b2 (Escarificación mecánica)	4	100	400
	b3 (Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas)	4	100	400
Total		36	900	3600

Figura 1

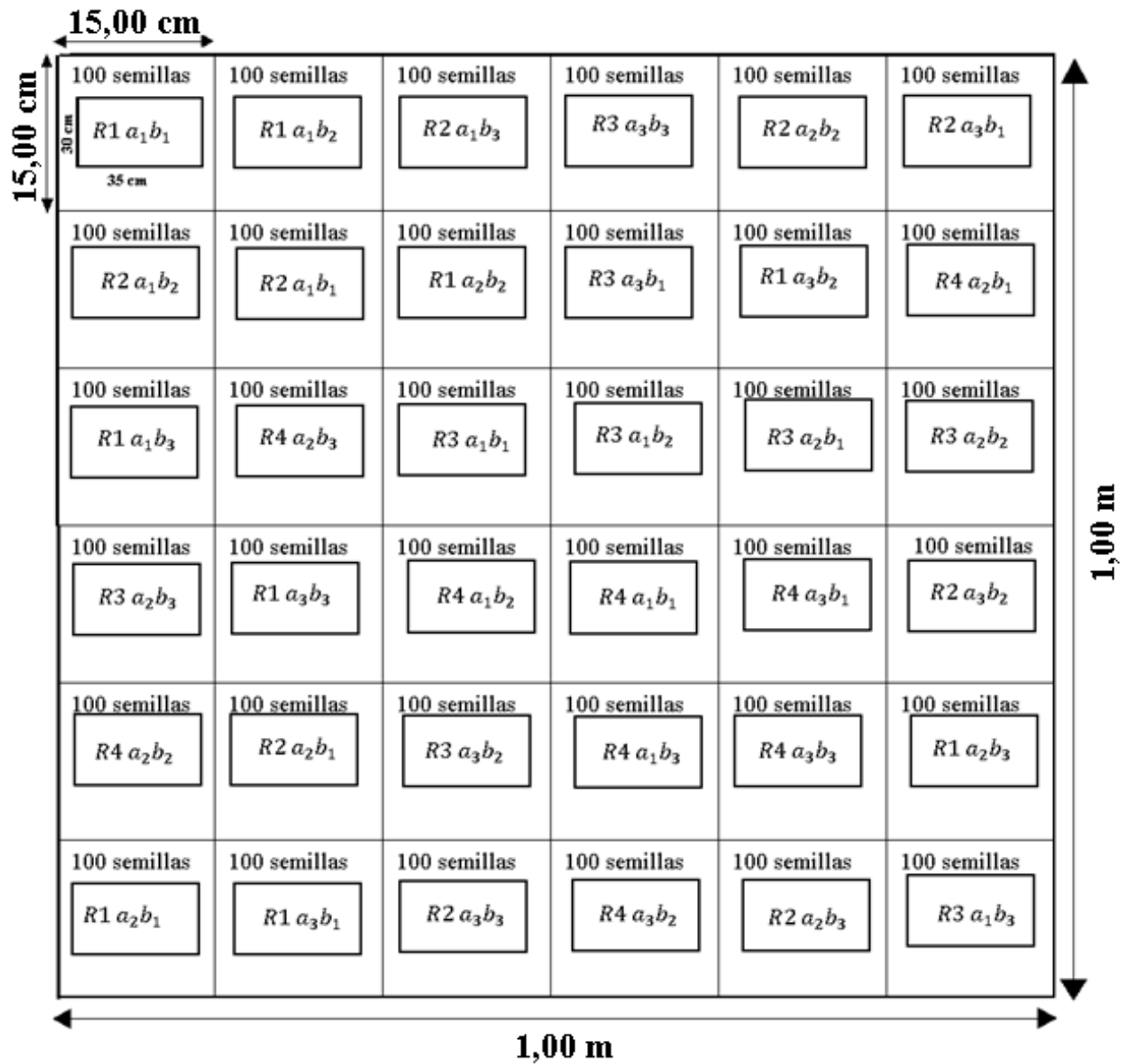
Interacción entre factores

		Factor B: Tratamientos pregerminativos		
		Remojo en agua por 48 horas b_1	Escarificación b_2	Con escarificación y remojo en agua por 24 horas b_3
Factor A: Accesiones	Chota a_1	R1 a_1b_1 R2 a_1b_1 R3 a_1b_1 R4 a_1b_1	R1 a_1b_2 R2 a_1b_2 R3 a_1b_2 R4 a_1b_2	R1 a_1b_3 R2 a_1b_3 R3 a_1b_3 R4 a_1b_3
	Lajas a_2	R1 a_2b_1 R2 a_2b_1 R3 a_2b_1 R4 a_2b_1	R1 a_2b_2 R2 a_2b_2 R3 a_2b_2 R4 a_2b_2	R1 a_2b_3 R2 a_2b_3 R3 a_2b_3 R4 a_2b_3
	Tacabamba a_3	R1 a_3b_1 R2 a_3b_1 R3 a_3b_1 R4 a_3b_1	R1 a_3b_2 R2 a_3b_2 R3 a_3b_2 R4 a_3b_2	R1 a_3b_3 R2 a_3b_3 R3 a_3b_3 R4 a_3b_3

Donde: R: Repetición

Figura 2

Croquis del experimento



3.3. Métodos de investigación

El método de investigación fue el experimental. Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2019) mencionan que el método es la vía o medio por el cual el investigador se relaciona con el objeto o sujeto de estudio con la finalidad de recolectar datos; el método experimental es empleado cuando se manipulan una o más variables y se mantienen constantes otras, con la finalidad de analizar el efecto de esta manipulación en los resultados.

3.4. Población, muestra y muestreo

- Población: Todos los individuos (árboles) de mote mote existentes en las localidades de Chota, Lajas y Tacabamba.
- Muestra: 3600 semillas de mote mote.
- Muestreo: Muestreo aleatorio simple

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2019) mencionan que las técnicas empleadas para la obtención de la información tratan de la manera en que se aplican métodos que permitan una adecuada recolección de los datos. Esto se realizó mediante técnicas como la medición, la recolección manual, pesaje y observación; empleando instrumentos como fichas de registro, termohigrómetro, cinta métrica, entre otros (Tabla 3).

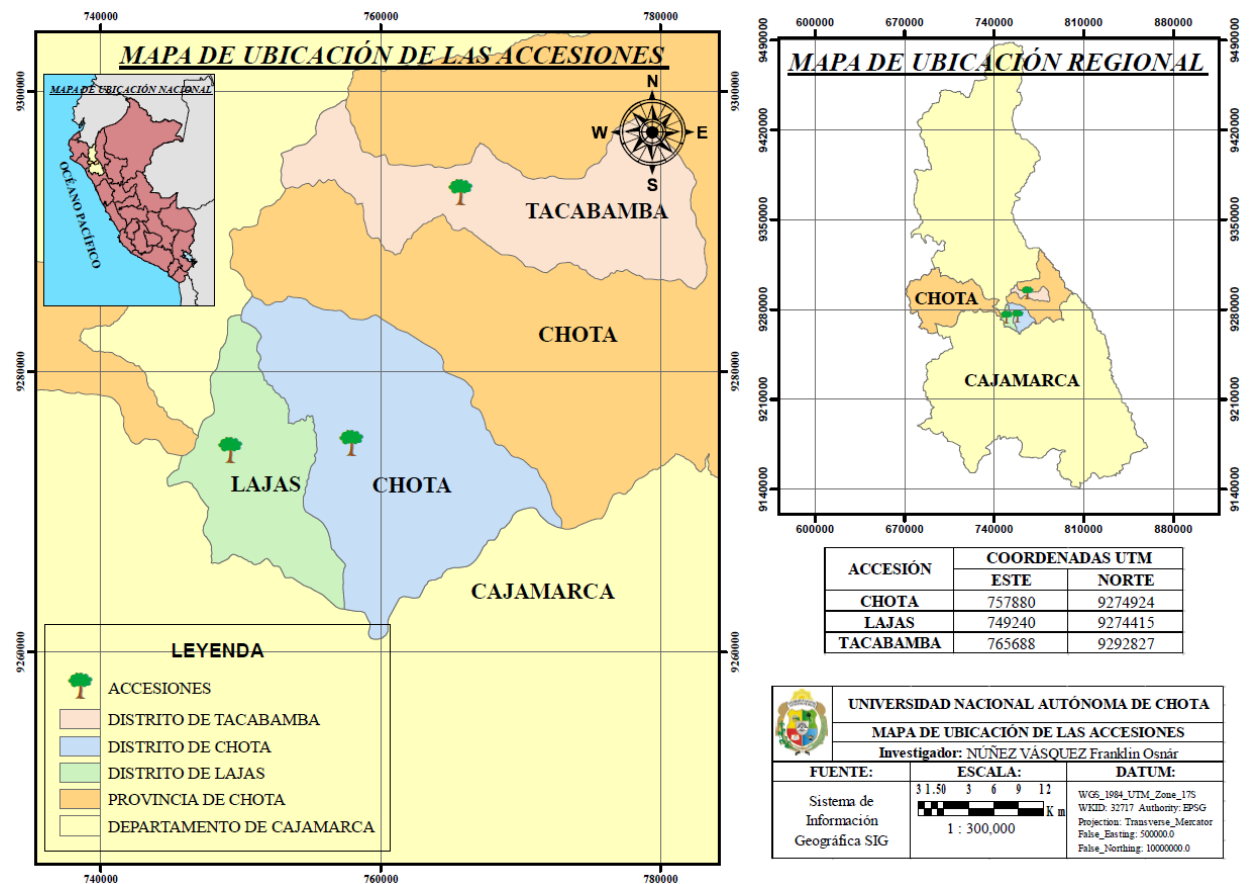
3.5.1. Elección de las accesiones

Los tres individuos fueron seleccionados de los distritos de Chota, Lajas y Tacabamba, ubicados en la provincia de Chota, los cuales, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2020), presentan un clima templado y humedad abundante durante todas las estaciones del año, a una altitud entre 1 500 m s.n.m. y 3 000 m s.n.m. del flanco oriental de la cordillera de los Andes, con temperatura mínima de 7°C a 11°C y máxima

de 21°C a 25°C, una precipitación anual de 700 mm a 2000 mm aproximadamente, siendo los meses de mayor intensidad febrero, marzo y abril con una precipitación de 100 mm por mes aproximadamente. Sin embargo, la altitud a la que se encuentran las accesiones varía siendo para Chota 2 388 m s.n.m., Lajas 2 134 m s.n.m. y Tacabamba 2 035 m s.n.m. Mediante un aplicativo de GPS se registró la ubicación de las accesiones de la especie estudiada y se elaboró un mapa (Figura 3). Haciendo uso de un termohigrómetro se registraron datos climáticos respecto a las accesiones estudiadas (Tabla 5).

Figura 3

Mapa de ubicación de las accesiones



3.5.2. Selección de los individuos de mote mote

Se seleccionaron árboles maduros sexualmente, en el mismo estado fenológico de maduración de frutos antes de su dispersión, con semejantes características morfológicas (Tabla 4) como diámetro de copa (Figura 12 del Anexo 3), longitud de la circunferencia, diámetro a la altura del pecho (Figura 11 del Anexo 3), y altura; para ello se utilizaron instrumentos como cinta métrica y calculadora; además los árboles estuvieron libres de enfermedades o plagas.

3.5.3. Recolección y transporte de los frutos

Los frutos fueron recogidos de manera manual (Figura 9 del Anexo 3) en el mismo estado de maduración, antes de su dispersión, sin ocasionarles daño alguno, estuvieron libres de hongos, plagas o enfermedades.

Para la cosecha de los frutos se dividió el árbol en tres partes: inferior, media y superior, se tomó la parte inferior y media para extraer los frutos, descartándose la parte superior, los frutos fueron colocados sobre papel periódico, envueltos y puestos en un balde con tapa luego fueron transportados hacia el lugar donde se realizó el experimento, allí fueron pesados (Figura 13 del Anexo 3) y medidos (figura 14 del Anexo 3) con la finalidad de tener datos como cantidad de frutos por kilogramo y el diámetro de los frutos, mediante fichas de registros se anotaron los datos obtenidos (Tabla 6).

3.5.4. Obtención de la semilla

Los frutos fueron sumergidos en agua fría durante aproximadamente media hora con la finalidad de quitarles la pulpa manualmente; posteriormente las semillas fueron colocadas sobre papel filtro y secadas al aire a temperatura ambiente durante 24 horas.

3.5.5. Desinfección de la semilla

Se realizó sumergiendo las semillas en una solución de agua con hipoclorito de sodio (NaClO) al 3% durante 5 minutos y luego fueron puestas a secar a temperatura ambiente durante una hora. Las semillas se evaluaron para obtener datos como el número de semillas por kilogramo, peso promedio (Figura 15 del Anexo 3) y diámetro promedio de las semillas (Figura 17 del Anexo 3). Se utilizaron fichas de registro para los datos obtenidos (Tabla7). Posteriormente las semillas fueron puestas en bolsas con cierre hermético para evitar la aparición de hongos.

3.5.6. Selección de las semillas para el almácigo

Se realizó de manera aleatoria para cada accesión aplicando el método del cuarteo para lo cual se tomaron las semillas, se las colocó en un recipiente limpio, luego fueron puestas sobre una superficie plana y a toda la porción fue dividida en cuatro partes iguales (figura 19 del Anexo 3), descartando dos partes, hasta que se logró obtener las 400 semillas necesarias por tratamiento pregerminativo.

3.5.7. Preparación del almácigo

Para ello se utilizaron 36 tapers plásticos para las repeticiones de cada tratamiento, las dimensiones de los tapers fueron de 15 cm de largo por 15 cm de ancho y 10 cm de altura, a estos, se le colocó en su interior papel absorbente (Figura 23 del Anexo 3), el cual fue posteriormente humedecido con 20 ml agua destilada la cual tuvo un pH de entre 6.0 a 7.5 (Figura 18 del Anexo 3) con la finalidad de que el papel se adhiera al plástico y no dificultase la colocación de las semillas.

3.5.8. Fabricación de la cámara de germinación

Se elaboró una cámara de germinación con ayuda de un ingeniero electrónico, teniendo en cuenta la cantidad de muestras que se estudiaron, empleándose madera de pino, tecnopor, focos de 100 watts, sensor de temperatura y una caja de control para manipular la temperatura al interior que estuvo entre 24 y 25 °C, la dimensión de la cámara fue de 1m³, tuvo en las 4 caras de su interior adherido planchas de tecnopor y dos focos por cada cara para evitar pérdidas de calor y controlar que la temperatura se mantenga constante (Figura 24 del Anexo 3).

3.5.9 Desarrollo del experimento

Las 3600 semillas seleccionadas fueron sometidas a los tratamientos pregerminativos, posteriormente se almacenaron para ello se contó con 36 tapers acondicionados, y teniendo en cuenta el diseño estadístico se procedió a colocar 100 semillas en cada taper distribuidas en 10 columnas y 10 filas, luego los tapers fueron colocados en la cámara de germinación con iluminación permanente, humedecidos con agua destilada diariamente (Figura 26 del Anexo 3), a una temperatura entre 24°C y 25°C (Figura 25 del Anexo 3) y cada 24 horas se evaluó el proceso de germinación (Figura 27 del Anexo 3), finalmente por un periodo de 30 días y haciendo uso de fichas de observación, se anotaron los resultados del experimento. A las semillas que no germinaron con la ayuda de un bisturí, se les hizo corte para determinar su viabilidad (Figura 30 del Anexo 3) descartando las semillas que no presentaban las condiciones necesarias para germinar.

Las evaluaciones se hicieron diariamente mediante la observación directa, utilizando una ficha de observación para cada repetición (Tabla 17). La aparición de la radícula indicó el inicio de la germinación, posterior a ello se fue contabilizando el número de semillas que germinaron diariamente, hasta 20 días después de la primera semilla germinada; con estos datos se calculó el

poder germinativo, velocidad de germinación, inicio de la germinación, valor de germinación y viabilidad (Tabla 18).

Tabla 3

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Datos	Técnica	Instrumento
Temperatura, humedad relativa, altitud y ubicación de las accesiones	Medición	Termohigrómetro, GPS y ficha de registro
Dimensiones de las accesiones	Medición	Cinta métrica y ficha de registro
Obtención de los frutos	Recolección manual	Vara de madera o carrizo y ficha de registro
Tamaño y peso de los frutos y semillas	Medición y pesaje	Regla y ficha de registro
Cantidad de frutos y semillas por kilogramo	Pesaje	Báscula y ficha de registro
Inicio de la germinación	Observación	Ficha de registro
Velocidad de germinación	Observación	Ficha de registro
Valor de germinación	Observación	Ficha de registro
Poder germinativo	Observación	Ficha de registro
Viabilidad	Observación	Ficha de registro

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos fueron tabulados en el software Microsoft Excel procesados usando el software IBM SPSS Statistics versión 25, donde se sometieron a normalidad de datos y homogeneidad de varianzas mediante los métodos de Shapiro Wilk y Barlett, respectivamente. Las variables inicio de germinación, velocidad de germinación, valor de germinación y poder germinativo no cumplieron con los supuestos de análisis de varianza, por tanto, fueron transformadas por el método de raíz cuadrada más 1 ($\sqrt{x + 1}$), en seguida se realizó el análisis de varianza mediante la prueba F a 5%; las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

3.7. Aspectos éticos

Durante el desarrollo de la presente investigación se generó el menor impacto posible a los ecosistemas donde se hallan presente las accesiones estudiadas, sin causarle daño alguno a los seres vivos que allí habitan, esto debido a que los frutos del mote mote sirven como fuente de alimento de algunas especies de aves. Con respecto a la obtención de semillas, se contó con la autorización de los propietarios de los árboles.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Datos geográficos y dimensionales obtenidos respecto a las accesiones

Se obtuvieron datos referentes a las dimensiones (Figura 11 del Anexo 3) y la ubicación geográfica de cada accesión (Tabla 4).

Tabla 4

Datos geográficos y dimensionales respecto a cada accesión (árbol semillero)

Accesión	Coordenadas UTM	Longitud de circunferencia (cm)	Diámetro altura de pecho (cm)	Diámetro de copa (m)	Altura del árbol (m)
Chota	Este: 757880 Norte: 9274924	70.20	22.35	8.62	6.90
Lajas	Este: 749240 Norte: 9274415	72.20	22.98	8.33	6.80
Tacabamba	Este: 765688 Norte: 9292827	71.30	22.70	8.90	6.80

4.1.2. Datos climáticos promedio obtenidos respecto a las accesiones

Se consiguieron datos referentes a las características climáticas de cada accesión (Figura 10 del Anexo3) durante el periodo enero - marzo del 2022 (Tabla 5).

Tabla 5

Datos climáticos promedio obtenidos respecto a las accesiones durante el periodo enero – marzo del 2022

Accesión	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/mes)	Temperatura (°C)	Altitud (m s.n.m.)
Chota	88.7	48	17.5	2253
Lajas	61	51	22.4	2162
Tacabamba	64	49	20.2	2060

Los datos se obtuvieron del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) y fueron corroborados mediante el uso de un termohigrómetro y aplicativo HandyGPS

4.1.3. Datos promedio obtenidos respecto a los frutos de cada accesión

Tabla 6

Datos promedio obtenidos respecto a los frutos de cada accesión

Accesión	Fecha de recolección	N° de frutos/ Kg	Peso del fruto (g)	Peso de los frutos recolectados (Kg)	Diámetro del fruto (cm)
Chota	12/03/2022	1622	0.51	2.56	1.00
Lajas	28/02/2022	1624	0.53	2.57	1.00
Tacabamba	10/02/2022	1621	0.55	2.86	1.00

4.1.4. Datos promedios obtenidos respecto a las semillas de cada accesión

Tabla 7

Datos promedio obtenidos respecto a las semillas de cada accesión

Accesión	Diámetro		Altura (cm)	Peso (g)	N° de semillas por Kg
	mayor (cm)	Diámetro menor (cm)			
Chota	0.58	0.47	0.68	0.10	10000
Lajas	0.57	0.48	0.68	0.10	10000
Tacabamba	0.60	0.50	0.67	0.11	9090

4.1.5. Análisis de normalidad

Se muestra el análisis de normalidad para las variables estudiadas en la presente investigación (Tabla 8), se usó la prueba de Shapiro-Wilk con un nivel de significancia de 0.05.

Tabla 8

Análisis de normalidad para las variables estudiadas

Variable	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Inicio de la germinación	0.915	23	0.052
Velocidad de germinación	0.941	23	0.191
Valor de germinación	0.931	23	0.115
Poder germinativo	0.914	23	0.058
Viabilidad	0.971	23	0.717

De las variables inicio de la germinación, velocidad de germinación, valor de germinación, poder germinativo, y viabilidad se obtuvo un p-valor superior a 0.05, por lo que su distribución fue normal.

4.1.6. Prueba de homogeneidad de varianzas

Para corroborar que existe correlación significativa entre los factores se usó la prueba de esfericidad de Bartlett con un nivel de significancia de 0.05, se obtuvo un p-valor de 0.000 lo que demostró que hubo correlación significativa entre los factores.

4.1.7. Inicio de la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk

En la Tabla 9, se observa que el factor accesiones (A) y la interacción de los factores accesiones*tratamientos pregerminativos (A*TP) no demostraron efectos significativos ($p > 0.05$), sin embargo, el factor tratamientos pregerminativos (TP) si tuvo efectos significativos sobre la variable en estudio ($p \leq 0.05$).

Tabla 9

Análisis de varianza para la variable inicio de la germinación por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos

Origen	gl	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
A	2	7.688	3.805	2.185	0.132
TP	2	43.419	21.914	12.339	0.000
A*TP	4	1.850	0.478	0.272	0.899
Error	27	47.503	1.757		

Para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la variable inicio de la germinación. En la Tabla 10, se observa que, la escarificación mecánica (E) y, la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (ER) estadísticamente presentaron los mismos resultados, con valores de 17.58 y 13.5 respectivamente; demostrando que, fueron estadísticamente superior al remojo en agua por 48 horas (R48), que obtuvo un valor menor (3.25).

Tabla 10

Prueba de Tukey al 5% para los efectos simples de tratamientos pregerminativos sobre la variable inicio de la germinación

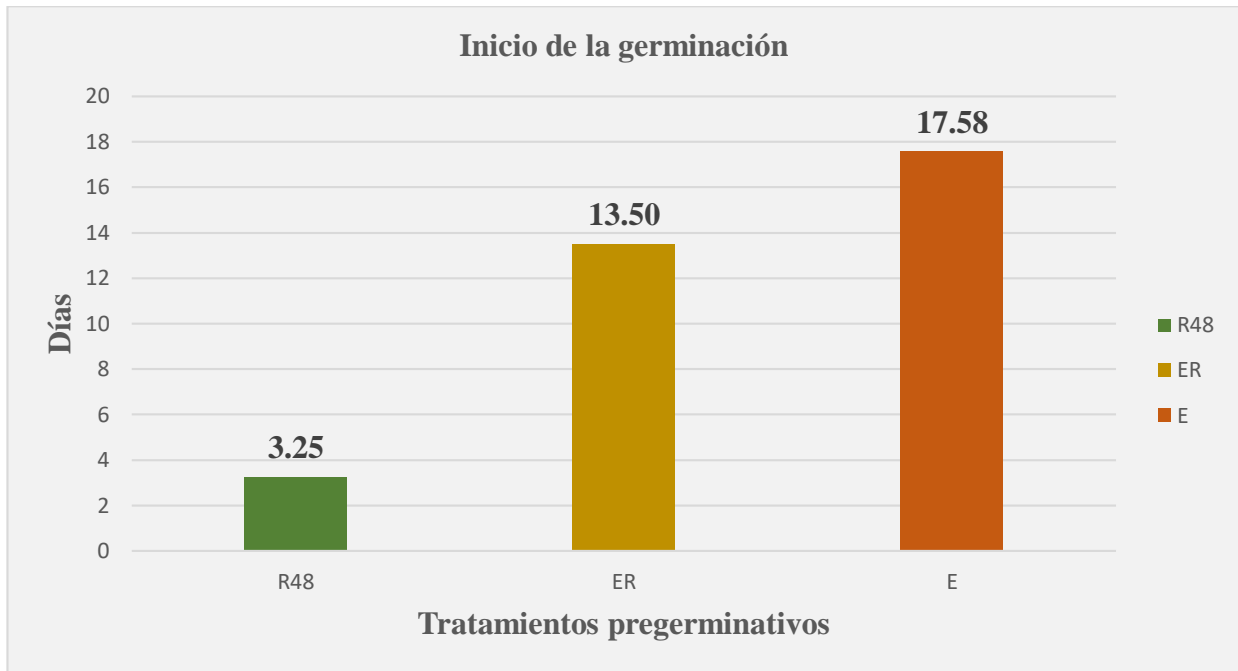
Tratamientos Pregerminativos	Medias
R48	3.25 b
ER	13.5 a
E	17.58 a

Donde: R48: Remojo en agua por 48 horas, ER: Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, E: Escarificación mecánica. Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

En la Figura 4. Al representar gráficamente el inicio de la germinación en semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk por efecto de diferentes accesiones y tratamientos pregerminativos, se observa que, el remojo en agua por 48 horas (R48) mostró el valor más bajo (3.25), la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (ER) mostró un valor intermedio (13.5) y la escarificación mecánica (E), mostró un valor superior (17.58).

Figura 4

*Representación gráfica del inicio de la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Nota: R48: Remojo en agua por 48 horas, ER: Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, E: Escarificación mecánica.

4.1.8. Velocidad de germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk

En la Tabla 11. Se observa que el factor accesiones (A) y la interacción de los factores accesiones*tratamientos pregerminativos (A*TP) no provocaron efectos significativos ($p > 0.05$), sin embargo, el factor tratamientos pregerminativos (TP) si tuvo efectos significativos sobre la variable en estudio ($p \leq 0.05$).

Tabla 11

Análisis de varianza para la variable velocidad de germinación por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos

Origen	gl	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
A	2	0.001	0.001	0.122	0.885
TP	2	0.52	0.026	4.246	0.025
A*TP	4	0.001	0.000	0.035	0.998
Error	27	0.165	0.006		

Para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la variable velocidad de germinación. En la Tabla 12; se observa que, la escarificación mecánica (E) y, escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (ER) estadísticamente presentaron los mismos resultados, con valores de 0.21 y 0.16 respectivamente; demostrando que, fueron estadísticamente superior al remojo en agua por 48 horas (R48) que obtuvo el valor más bajo (0.01).

Tabla 12

Prueba de Tukey al 5% para los efectos simples de tratamientos pregerminativos sobre la variable velocidad de germinación

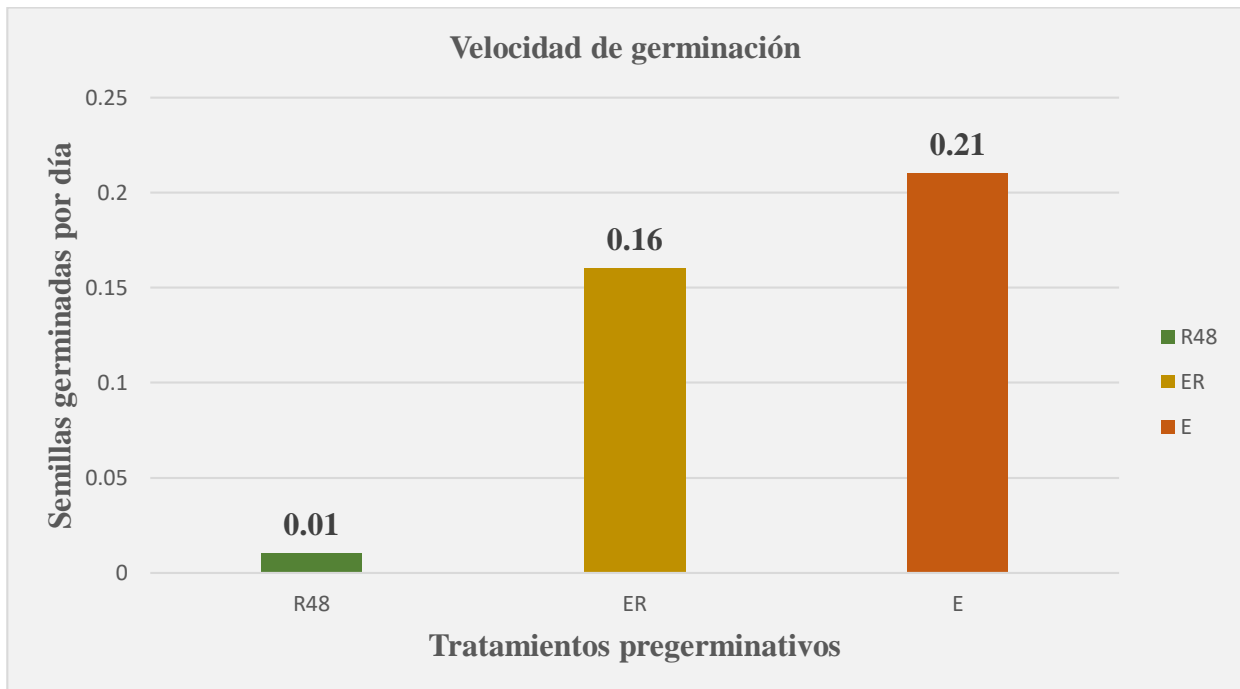
Tratamientos Pregerminativos	Medias
R48	0.01 b
ER	0.16 a
E	0.21 a

Donde: R48: Remojo en agua por 48 horas, ER: Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, E: Escarificación mecánica. Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

En la Figura 5. Al representar gráficamente la velocidad de germinación en semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk por efecto de diferentes accesiones y tratamientos pregerminativos, se observa que, el remojo en agua por 48 horas (R48) mostró el valor más bajo (0.01), la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (ER) mostró valor intermedio (0.16) y la escarificación mecánica (E) mostró un valor superior (0.21).

Figura 5

Representación gráfica de la velocidad de germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk



Nota: R48: Remojo en agua por 48 horas, ER: Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, E: Escarificación mecánica.

4.1.9. Valor de germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk

En la Tabla 13. Se observa que los factores accesiones (A), tratamientos pregerminativos (TP) y la interacción de los factores accesiones*tratamiento pregerminativos (A*TP) no provocaron efectos significativos sobre la variable en estudio ($p>0.05$).

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable valor de germinación por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos

Origen	gl	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
A	2	0.002	0.001	0.530	0.595
TP	2	0.008	0.004	1.840	0.178
A*TP	4	0.002	0.001	0.227	0.921
Error	27	0.062	0.006		

No fue necesario realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, debido a que los factores analizados no manifestaron efectos significativos sobre la variable en estudio ($p>0.05$).

4.1.10. Poder germinativo de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk

En la Tabla 14. Se observa que el factor accesiones (A) y la interacción de los factores accesiones*tratamiento pregerminativo (A*TP) no provocaron efectos significativos ($p>0.05$); sin embargo, el factor tratamientos pregerminativos (TP) si tuvo efectos significativos sobre la variable en estudio ($p\leq 0.05$).

Tabla 14

Análisis de varianza para la variable poder germinativo por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos

Origen	gl	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
A	2	0.674	0.337	0.428	0.656
TP	2	9.440	4.720	6.002	0.007
A*TP	4	0.139	0.035	0.044	0.996
Error	27	0.062	0.006		

Posteriormente para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la variable poder germinativo. En la Tabla 15; se observa que, la escarificación mecánica (E) y, escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (ER) estadísticamente presentaron los mismos resultados, con valores de 5.33 y 3.83 respectivamente, demostrando que fueron estadísticamente superior al tipo de tratamiento pregerminativo remojo en agua por 48 horas (R48), que presentó un valor menor (0.25).

Tabla 15

Prueba de Tukey al 5% para los efectos simples de tratamientos pregerminativos sobre la variable poder germinativo

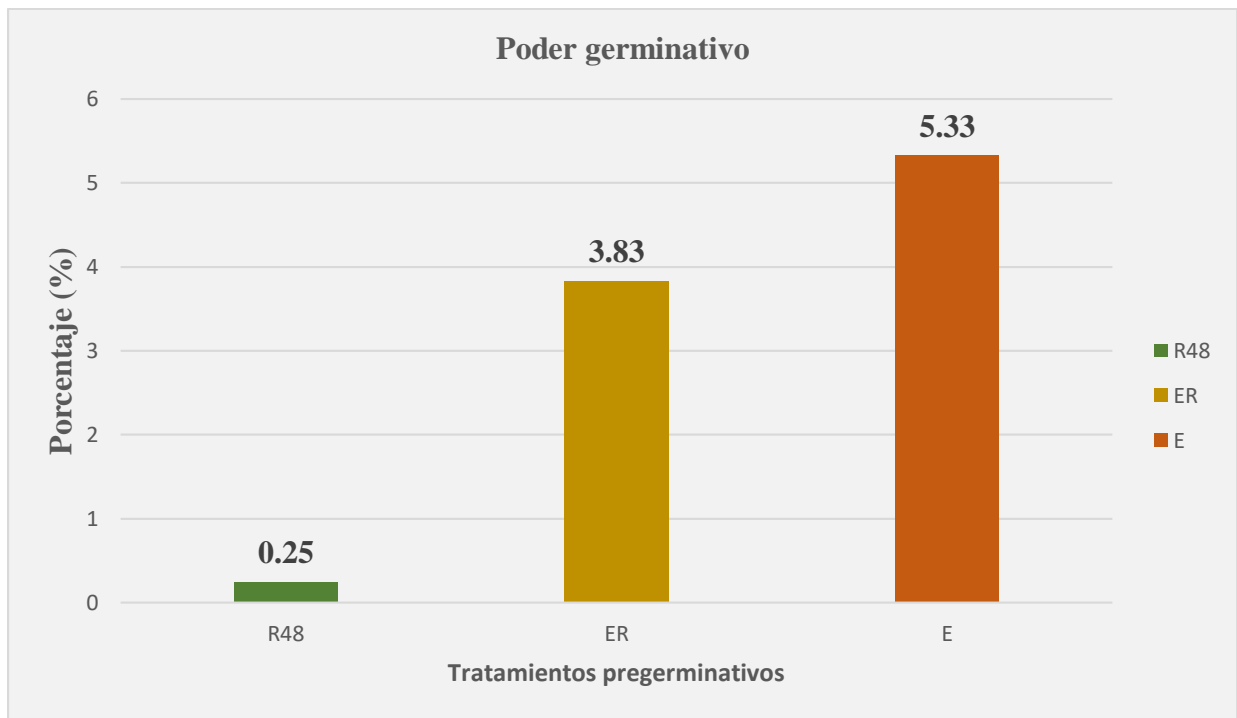
Tratamientos Pregerminativos	Medias
R48	0.25 b
ER	3.83 a
E	5.33 a

Donde: R48: Remojo en agua por 48 horas, ER: Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, E: Escarificación mecánica. Las medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

En la Figura 6. Al representar gráficamente el poder germinativo en semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk por efecto de diferentes accesiones y tratamientos pregerminativos, se observa que el remojo en agua por 48 horas (R48) mostró el valor más bajo (0.25), la Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (ER), mostró un valor intermedio (3.83) y la Escarificación mecánica (E), mostró un valor superior (5.33).

Figura 6

Representación gráfica del poder germinativo de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk



Nota: R48: Remojo en agua por 48 horas, ER: Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, E: Escarificación mecánica.

4.1.11. Viabilidad de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk

En la Tabla 16. Se observa que los factores accesiones (A), tratamientos pregerminativos (TP) y la interacción de los factores accesiones*tratamiento pregerminativo (A*TP) no provocaron efectos significativos sobre la variable en estudio ($p > 0,05$).

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable viabilidad por efecto de diferentes tipos de accesiones y tratamientos pregerminativos

Origen	gl	Suma de los cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
A	2	1.167	0.583	0.013	0.987
TP	2	253.167	126.583	2.929	0.071
A*TP	4	137.667	34.417	0.796	0.538
Error	27	1166.75	43.213		

No fue necesario realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, debido a que los factores analizados no provocaron efectos significativos sobre la variable en estudio ($p > 0.05$).

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Para el factor accesiones

H_0 : Las diferentes accesiones no poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en la provincia de Chota.

H_1 : Las diferentes accesiones poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en la provincia de Chota.

Las accesiones no tuvieron efectos significativos sobre las variables en estudio debido a que, en el análisis de varianza para el inicio de la germinación, la velocidad de germinación, el valor de germinación, el poder germinativo, y la viabilidad, se obtuvieron p-valores de 0.132, 0.885, 0.595, 0.656 y 0.987 respectivamente; entonces se acepta la hipótesis nula H_0 : Las diferentes accesiones no poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en la provincia de Chota.

4.2.2. Para el factor tratamientos pregerminativos

H_0 : Los diferentes tratamientos pregerminativos no poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en la provincia de Chota.

H_1 : Los diferentes tratamientos pregerminativos poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en la provincia de Chota.

Los diferentes tratamientos pregerminativos tuvieron efectos significativos sobre el inicio de la germinación, la velocidad de germinación y el poder germinativo, puesto que se obtuvieron p-valores de 0.000, 0.025 y 0.007 respectivamente por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 : Los diferentes tratamientos pregerminativos poseen efectos diferentes sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en la provincia de Chota.

Cabe mencionar que cuando se realizó el análisis de varianza para el valor de germinación y la viabilidad los tratamientos pregerminativos demostraron no tener efectos significativos ya que se obtuvieron p-valores de 0.178 y 0.071 respectivamente.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Accesiones

Las accesiones demostraron no tener efectos significativos sobre la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk, este comportamiento puede deberse a que presentan características climatológicas semejantes basadas en la similitud del rango altitudinal para los tres lugares de recolección (Chota 2 253 m s.n.m., Lajas 2 162 m s.n.m. y Tacabamba 2 060 m s.n.m.), tal como mencionan Adkins *et al.* (2007) que las accesiones influyen en las características propias de las semillas, las cuales están estrechamente ligadas al entorno en el cual se han desarrollado; la temperatura, altitud, humedad relativa, intensidad de luz, pH. En nuestro caso, los tres lugares de procedencia no difieren significativamente con relación a la altitud y a las condiciones climáticas, con excepción de la humedad (Tabla 5).

Al respecto, FAO (2014) indica que la germinación está influenciada por las accesiones ya que estas cumplen un rol fundamental para la conservación de la diversidad genética, la obtención de semillas, su almacenamiento y posterior distribución; del cuidado en la selección y protección de las accesiones depende la supervivencia de las especies que requieren mayor atención para su conservación. Rao *et al.* (2007) señalan que las accesiones pueden influir en la germinación de semillas por lo que estas deben ser monitoreadas y tener un alto porcentaje de semillas viables con la finalidad de conservar la biodiversidad.

4.3.2. Tratamientos pregerminativos

4.3.2.1. Para la variable inicio de la germinación. La escarificación mecánica (Figura 20 del Anexo 3) y, la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (Figura 22 del Anexo 3), fueron los tratamientos pregerminativos que mostraron mejores resultados respecto al inicio de la germinación (Figura 21 del Anexo 3) con valores de 17.58 y 13.50 días

respectivamente; al respecto Abreu (2002) menciona que las semillas de *Allophylus edulis* Radlk inician la germinación a los 8 días de iniciado el experimento, pudiendo terminarse a los 15 días. Gasparin *et al.* (2012) mencionan que el inicio de la germinación de semillas de *Allophylus edulis* Radlk empleando la escarificación mecánica se da a los 8 días de iniciado el experimento, pudiendo terminarse a los 24 días. Por su parte Sánchez *et al.* (2018) mencionan que para mejores resultados en la germinación de *Allophylus cominia* (L) Sw., es necesario emplear el tratamiento pregerminativo de escarificación mecánica. Por su parte Sánchez *et al.* (2015) indican que las semillas de *Allophylus cominia* (L) Sw., presentan latencia fisiológica y que en la germinación los mejores resultados se dan a una temperatura de 25 °C y empleando escarificación mecánica; además la germinación ocurre igual a la luz que en la oscuridad.

4.3.2.2. Para la variable velocidad de germinación. La escarificación mecánica (Figura 20 del Anexo 3) y, la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (Figura 22 del Anexo 3), fueron los tratamientos que mostraron mejores resultados respecto a la velocidad de germinación, con valores de 0.21 y 0.16 semillas germinadas por día respetivamente. Abreu (2002) manifiesta que los mejores porcentajes respecto a la velocidad de germinación se dan aplicando la escarificación mecánica, lo cual resulta apropiado debido a la latencia exógena de las semillas, pero no es efectivo para romper la latencia fisiológica. Por su parte Rodríguez *et al.* (1984) mencionan que la velocidad de germinación está influenciada por las condiciones (temperatura, luz, tratamientos pregerminativos) bajo las cuales se realiza el ensayo; e indica la cantidad de semillas germinadas durante el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la culminación del ensayo, habiendo sido 0.21 y 0.16 semillas germinadas por día los mejores valores obtenidos, se deduce que pocas semillas lograron germinar durante el tiempo que duró del experimento; debido probablemente a que las condiciones de temperatura (25°C) y luz

(iluminación constante) bajo las que se realizó el experimento fueron tomadas en base a estudios realizados en otras especies del mismo género, a consecuencia de la limitada información existente sobre la especie estudiada.

4.3.2.3. Para la variable valor de germinación. Al realizar el análisis de variancia, ni las accesiones (p -valor = 0.595) ni los tratamientos pregerminativos (p -valor = 0.178) tuvieron efectos significativos sobre el valor de germinación, pero si hubo diferencia entre ellos siendo los tratamientos pregerminativos los que más se acercaron al nivel de significancia (0.05). Al respecto Sataloff *et al.* (1991) mencionan que el valor de germinación está influenciado por la rapidez con que se da la germinación de las semillas, pudiendo tener valores entre cero y uno (mientras más cerca sea el valor de germinación a uno, es indicativo que las semillas germinan en un periodo de tiempo óptimo). Por su parte Czabator (1962) indica que el valor de germinación es empleado para saber la calidad de la semilla y tiene por objetivo unir en una sola cifra la germinación total al finalizar el experimento y la velocidad de germinación. Al haberse obtenido resultados que no fueron significativos se deduce que probablemente la calidad de la semilla no fue óptima.

4.3.2.4. Para la variable poder germinativo. La escarificación mecánica (Figura 20 del Anexo 3) y la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas (Figura 22 del Anexo 3), fueron los tratamientos que mostraron mejores resultados respecto al poder germinativo (Figura 29 del Anexo 3) con valores de 5.33% y 3.83% respectivamente. Abreu (2002) expresa que los mejores resultados respecto al poder germinativo se logran aplicando la escarificación mecánica con una temperatura entre 25 °C y 30°C. Gasparin *et al.* (2012) indican que, los mejores resultados se dan aplicando la escarificación mecánica, a una temperatura de 25 °C y en presencia de luz continua . Torres *et al.* (2019) indican que para la germinación de semillas de

Allophylus cominia (L) Sw., los mejores resultados se dan a 25 °C y empleando la escarificación mecánica, respecto a la intensidad lumínica para la germinación la especie es indiferente.

Cabe mencionar que a pesar de que la escarificación mecánica y, la escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas demostraron ser los mejores tratamientos pregerminativo en semillas de *Allophyllus densiflorus* Radlk, con valores de 5.33% y 3.83% respectivamente, el porcentaje de semillas que germinaron en promedio fue muy bajo (5.33%), siendo esto debido probablemente a las condiciones de temperatura (24°C a 25°C) y luz (iluminación constante), a las que semillas fueron sometidas, condiciones que en su hábitat natural no experimentarían; dichas condiciones fueron tomadas en cuenta para el presente estudio a consecuencia de la poca investigación que se ha llevado a cabo sobre *Allophyllus densiflorus* Radlk. Se tomaron como base estudios similares en el mismo género o familia de la especie, proyectándose a que las semillas de *Allophyllus densiflorus* Radlk se comportasen de manera similar a las semillas de dichos estudios, sin embargo, los resultados obtenidos si bien son significativos, demuestran que probablemente el bajo porcentaje de semillas germinadas se deba a las condiciones de temperatura (24°C – 25°C) e iluminación (constante) a las cuales las semillas fueron sometidas. Al respecto Sánchez *et al.* (2015) mencionan que las semillas de *Allophylus cominia* (L) Sw., son muy sensibles al estrés calórico, lo que podría explicar por qué al someter las semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk a temperaturas más altas que las que normalmente se expondrían en su hábitat natural, la germinación se ve mermada. Probablemente la temperatura influyó negativamente en el poder germinativo, es un tema por investigar.

4.3.2.5. Para la variable viabilidad. Ni los tratamientos pregerminativos ni las accesiones tuvieron efectos significativos respecto a la viabilidad (Figura 30 del Anexo 3). Sataloff *et al.* (1991) resaltan la importancia de la viabilidad, pues influye en la cantidad de

semillas que logran germinar. Al respecto Torres *et al.* (2019) indican que la viabilidad de las semillas se ve influenciada por la latencia, y que *Allophylus cominia* (L) Sw., presenta semillas con latencia exógena - endógena. De la Cuadra (2011) menciona que la latencia fisiológica la poseen varios tipos de semillas que caen a la tierra con el embrión maduro y desarrollado y con sus envolturas externas totalmente permeables; pero que requieren de un tiempo prolongado para poder germinar, las causas que ocasionan este tipo de latencia son complejas y se deben a la naturaleza misma de la semilla, es decir, a la manera en que funciona su metabolismo. Esto podría indicar por qué los tratamientos pregerminativos ni las accesiones tuvieron efectos significativos en la viabilidad, dado que esa característica se ve afectada por la latencia fisiológica la cual altera el metabolismo de las semillas. Tener una mayor viabilidad incrementan las posibilidades de tener una germinación exitosa.

Debido a la poca investigación que se ha realizado en la especie estudiada y basándose en estudios llevados a cabo en germinación de semillas de *Dodonaea viscosa* (L.) y *Talisia oliviformis* (Kunth) Radlk ambas pertenecientes a la familia Sapindaceae, la misma a la que pertenece *Allophylus densiflorus* Radlk, se optó por probar el tratamiento pregerminativo de remojo en agua por 48 horas, el cual presentó resultados nada favorables, probablemente debido a la latencia exógena que presentan las semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk. Al respecto Ramírez *et al.* (2017) mencionan que el mejor tratamiento pregerminativo para semillas de *Talisia oliviformis* (Kunth) Radlk, es el remojo en agua por 48 horas. Lo cual ha demostrado ser irrelevante para la germinación de la especie estudiada en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Ni las accesiones, ni la interacción entre accesiones y tratamientos pregerminativos demostraron influenciar significativamente en la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk, debido a que, en el análisis de varianza para el inicio de germinación, velocidad de germinación, valor de germinación, poder germinativo y viabilidad; no demostraron influir significativamente ($p > 0.05$). Probablemente debido a que el rango altitudinal de las tres accesiones fue similar.
- La escarificación mecánica demostró ser el mejor tratamiento respecto a la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk, pues mostró estadísticamente valores superiores al analizar mediante la prueba de Tukey al 5% el inicio de germinación, velocidad de germinación y poder germinativo, se obtuvieron valores de 17.58 días; 0.21 semillas germinadas por día y 5.33% respectivamente.
- La escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas demostró ser aceptable respecto a la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk, pues mostró estadísticamente valores intermedios al analizar mediante la prueba de Tukey al 5% el inicio de germinación, velocidad de germinación y poder germinativo, se obtuvieron valores de 13.5 días, 0.16 semillas germinadas por día y 3.83% respectivamente.
- Ni los tratamientos pregerminativos, ni las accesiones tuvieron efectos significativos respecto al valor de germinación y viabilidad de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk.

5.2. Recomendaciones

A las personas que deseen realizar investigación científica en la especie *Allophylus densiflorus* Radlk, se les recomienda:

- Para realizar experimentos respecto a la germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk, basarse en estudios llevados a cabo en especies del mismo género resulta conveniente; mas no es recomendable basarse en estudios llevados a cabo en especies de la misma familia, ya que los resultados han demostrado ser desfavorables a los propósitos de la investigación.
- Al momento de realizar investigación en germinación de semillas de especies nativas, se recomienda al menos someter a una muestra bajo las condiciones de temperatura y luz a las cuales la especie estaría expuesta bajo condiciones naturales.
- Fomentar la investigación de especies nativas con fines de protección y conservación de los ecosistemas.
- Investigar la influencia de la temperatura en el proceso de germinación de la especie.
- Probar rangos altitudinales mayores a los de la presente investigación.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Abreu, D. (2002). *Caracterização morfológica de frutos e sementes e germinação de *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk. e *Drimys brasiliensis* Miers*. Universidade Federal do Paraná.
- Adkins, S., Ashmore, S., & Navre, S. (2007). Seeds: biology, development and ecology. In *Centre for Agricultural Bioscience International* (1ra ed.).
- Arica, D. (2003). Algunas Especies Forestales Nativas Para la Zona Altoandina. *Consortio Para El Desarrollo Sostenible de Le Ecorregión Andina*, 1–11.
- Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA). (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas*. https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- Becerril, J. M., Barrutia, O., García, J., Hernández, A., Olano, J. M., & Grabisu, C. (2007). Especies nativas de suelos contaminados por metales: aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación. *Ecosistemas*, 16(2), 50–55.
<http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/128>
- Czabator, F. (1962). Valor de germinación: un índice que combina la velocidad y la integridad de la germinación de semillas de pino. *Forest Science*, 8, 386–396.
- De la Cuadra, C. (2011). Germinación, latencia y dormición de las semillas. *Internal Medicine*, 50(10), 1089–1092. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.50.4967>
- Doria, J. (2010). Generalidades Sobre Las Semillas: Su Producción, Conservación Y Almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 1–12.
- Gasparin, E., Machado, M., Avila, A., & Polenz, A. (2012). Identificação de substrato adequado para germinação de sementes de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.)

- Radlk. *Ciência Florestal*, 22(3), 625–630.
- Gayoso, R. L. (2014). *Estudos Sistemáticos das Espécies Neotropicais de Allophylus L. (Sapindaceae)*. Universidade Estadual de Campinas.
- González, L., & Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Botanical Sciences*, 30(58), 15–30.
<https://doi.org/10.17129/botsci.1484>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2019). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1ª ed). McGraw-Hill Interamericana.
- Induni, G., Murillo, O., Camino, R. de, Jiménez, Q., Chaves, E., González, E., Figueroa, J., Sánchez, Ó., Navarro, G., & Morán, M. (2005). ¿Cultivar árboles foráneos? *AMBIENTICO*, 1, 1–24.
- Irigoyen, J., & Cruz, M. (2005). Guía técnica de semilleros y viveros frutales. In *Programa Nacional de Frutas de El Salvador* (pp. 1–40).
- Lallana, V., García, L., & Elizalde, J. (2011). *Germinación* (pp. 1–5).
[http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT_FV11\(2da Parte\).pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT_FV11(2da Parte).pdf)
- León, B. (2006). Sapindaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 605–607.
- Martínez, G., Orozco, A., & Matorell, C. (2006). Efectividad de algunos tratamientos pre-germinativos para ocho especies leñosas de la Mixteca Alta oaxaqueña con características relevantes para la restauración. *Botanical Sciences*, 1–13.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17129/botsci.1729>

- Mostacero, J., Mejía, F., Gastañadui, D., & De La Cruz, J. (2017). Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 215–224. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.04>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). *Guía para la Aplicación de Normas Fitosanitarias en el Sector en el Sector forestal*. www.fao.org/publications
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. In *Comisión de Recursos genéticos para la Alimentación y la Agricultura*. www.fao.org/publications
- Pita, J., & Pérez, F. (1998). Germinación de semillas. *Hojas Divulgadoras*, 1–20.
- Pretell, J., Ocaña, D., Jon, R., & Barahona, E. (1985). Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. In *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)* (pp. 1–86).
- Rajchenberg, M., Barroetaveña, C., & Pérez, C. (2015). Plagas , Enfermedades y Micorrizas en Viveros Forestales. *Patología Forestal*, 1–45. <http://www.patologiaforestal.com/docencia.php>
- Ramírez, M., Urdaneta, A., Urdaneta, V., & García, D. (2017). Efecto de los tratamientos pregerminativos en la emergencia y en el desarrollo inicial del cotoperiz [*Talisia oliviformis* (Kunth) Radlk]. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 16–22.
- Rao, K., Hanson, J., Dulloo, E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). Manual para el

- Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma. In *Bioversity International* (Issue 8).
- Rodríguez, I., Adam, G., & Durán, J. (1984). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. In *Agricultura* (pp. 836–842).
- Sánchez, J., Montejó, L., & Pernús, M. (2015). *Germinación de nuestras semillas: factor de éxito en la restauración ecológica*. Editorial AMA.
- Sánchez, J., Pernús, M., Echeverría Cruz, R., & Martínez Callis, C. (2018). Clases de dormancia en semillas de especies arbóreas útiles en la medicina tradicional cubana. *Acta Botánica Cubana*, 217(3), 193–204.
- Sataloff, R. T., Johns, M. M., & Kost, K. M. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. <http://www.fao.org/3/ad232s/ad232s00.htm#TOC>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2020). Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. In *Ministerio del Ambiente* (Vol. 53, Issue 9).
- Torres, Y., Pernús, M., Barrios, D., & Sánchez, J. (2019). Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba : implicaciones para la restauración ecológica. *Acta Botánica Cubana*, 218(December), 1–33.
- Varela, S., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Sistemas Forestales Integrados*, 1, 1–10.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de observación

Tabla 17

Ejemplo de ficha de observación para cada repetición

Accesión: Tacabamba							
Tratamiento pregerminativo: Escarificación y remojo en agua por 24 horas							
Fecha de siembra: 19 de marzo del 2022							
Fecha de finalización del ensayo: 18 de abril del 2022							
Días dese la siembra	Repeticiones a_3b_3	Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
	R4						
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0

Días dese la siembra	Repeticiones	Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
	a_3b_3						
R4							
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1.00	0.06	8	8
18	0	0	1	1.00	0.06	0	8
19	0	0	1	1.00	0.05	0	8
20	0	0	1	1.00	0.05	0	8
21	1	1	2	2.00	0.10	8	15
22	0	0	2	2.00	0.09	0	15
23	2	2	4	4.00	0.17	15	31
24	0	0	4	4.00	0.17	0	31
25	2	2	6	6.00	0.24	15	46
26	1	1	7	7.00	0.27	8	54
27	2	2	9	9.00	0.33	15	69
28	4	4	13	13.00	0.46	31	100
29	0	0	13	13.00	0.45	0	100
30	0	0	13	13.00	0.43	0	100
Totales	13	13				100	

R4: Repetición número 4

Ensayo de corte	75.00%	Velocidad de Germinación	0.46
Poder germinativo	13.00%	Valor de germinación	0.2012
Viabilidad	88.00%	Inicio de la germinación	17 días

Anexo 2. Ficha de registro experimental

Tabla 18

*Base de datos obtenidos del proceso experimental de germinación de semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk*

Observación	Accesión	Tratamiento pregerminativo	Repetición	Inicio de la germinación (días)	Velocidad de germinación (%)	Valor de germinación	Poder germinativo (%)	Viabilidad (%)
1	Chota	R48	1	0	0	0	0	79.00
2	Chota	R48	2	0	0	0	0	74.00
3	Chota	R48	3	0	0	0	0	68.00
4	Chota	R48	4	0	0	0	0	78.00
5	Chota	E	1	0	0	0	0	63.00
6	Chota	E	2	26	0.04	0.001	1.00	80.00
7	Chota	E	3	10	0.38	0.088	7.00	86.00
8	Chota	E	4	11	0.37	0.111	9.00	96.00
9	Chota	ER	1	12	0.08	0.011	2.00	80.00
10	Chota	ER	2	0	0	0	0	79.00
11	Chota	ER	3	19	0.05	0.002	1.00	78.00
12	Chota	ER	4	11	0.37	0.086	7.00	79.00
13	Lajas	R48	1	0	0	0	0	77.00
14	Lajas	R48	2	16	0.06	0.002	1.00	84.00
15	Lajas	R48	3	0	0	0	0	77.00
16	Lajas	R48	4	0	0	0	0	72.00
17	Lajas	E	1	11	0.46	0.183	12.00	67.00
18	Lajas	E	2	22	0.10	0.010	3.00	77.00
19	Lajas	E	3	21	0.11	0.011	3.00	85.00
20	Lajas	E	4	25	0.08	0.005	2.00	78.00

Observación	Accesión	Tratamiento pregerminativo	Repetición	Inicio de la germinación (días)	Velocidad de germinación (%)	Valor de germinación	Poder germinativo (%)	Viabilidad (%)
21	Lajas	ER	1	17	0.11	0.011	3.00	77.00
22	Lajas	ER	2	21	0.05	0.002	1.00	81.00
23	Lajas	ER	3	21	0.33	0.100	9.00	89.00
24	Lajas	ER	4	10	0.20	0.027	4.00	77.00
25	Tacabamba	R48	1	0	0	0	0	74.00
26	Tacabamba	R48	2	0	0	0	0	71.00
27	Tacabamba	R48	3	0	0	0	0	71.00
28	Tacabamba	R48	4	23	0.08	0.005	2.00	71.00
29	Tacabamba	E	1	19	0.76	0.556	22.00	83.00
30	Tacabamba	E	2	26	0.04	0.001	1.00	81.00
31	Tacabamba	E	3	11	0.12	0.012	3.00	70.00
32	Tacabamba	E	4	29	0.03	0.001	1.00	83.00
33	Tacabamba	ER	1	15	0.14	0.014	3.00	85.00
34	Tacabamba	ER	2	19	0.11	0.011	3.00	81.00
35	Tacabamba	ER	3	0	0	0	0	78.00
36	Tacabamba	ER	4	17	0.46	0.201	13.00	88.00

E: Escarificación mecánica, **ER:** Escarificación mecánica y remojo en agua por 24 horas, **R48:** Remojo en agua por 48 horas

Anexo 3. Panel fotográfico

Figura 7

*Árbol de *Allophylus densiflorus* Radlk en etapa de fructificación*



Figura 8

Etapas del desarrollo del fruto



Figura 9

*Recolección de los frutos de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 10

Medición de temperatura y humedad relativa del ambiente



Figura 11

*Medición del diámetro a la altura del pecho de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 12

*Medición del diámetro de copa de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 13

*Pesaje del fruto de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 14

*Medición de las dimensiones del fruto de *Allophylus densiflorus* Radlk*

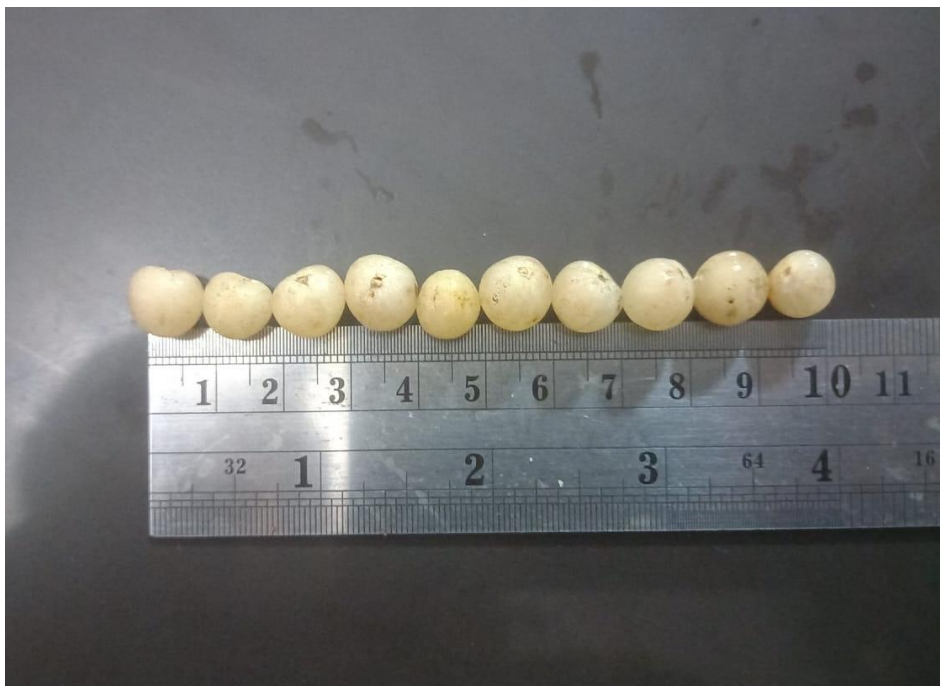


Figura 15

*Pesaje de la semilla de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 16

*Medición de las dimensiones de la semilla de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 17

*Pesaje de los frutos recolectados de *Allophylus densiflorus* Radlk*



Figura 18

Medición del pH del agua



Figura 19

Aplicación del método del cuarteo



Figura 20

Aplicación de la escarificación mecánica



Figura 21

Inicio de la germinación

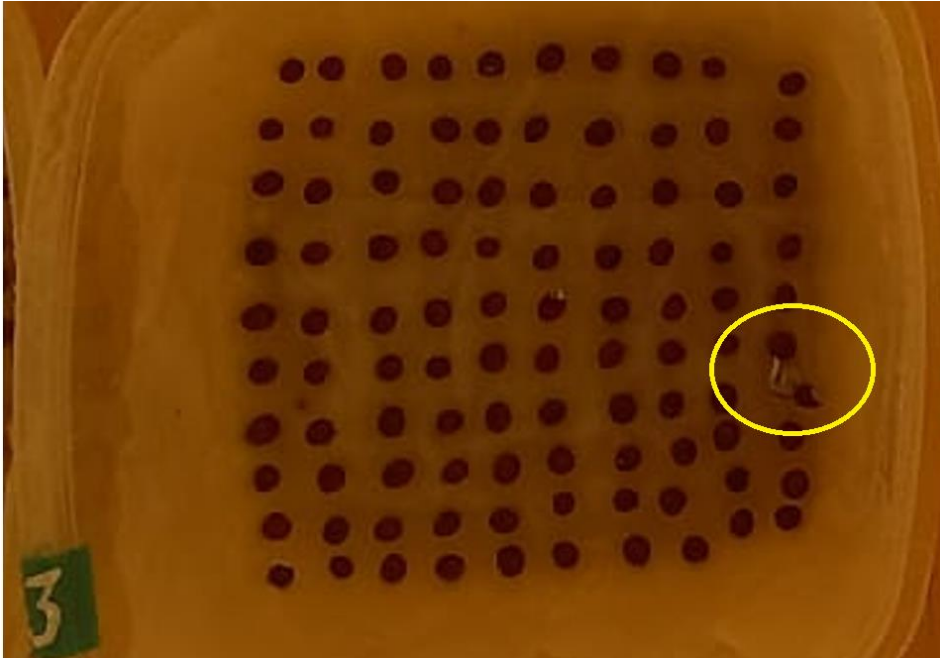


Figura 22

Aplicación del tratamiento pregerminativo de escarificación y remojo en agua por 24 horas

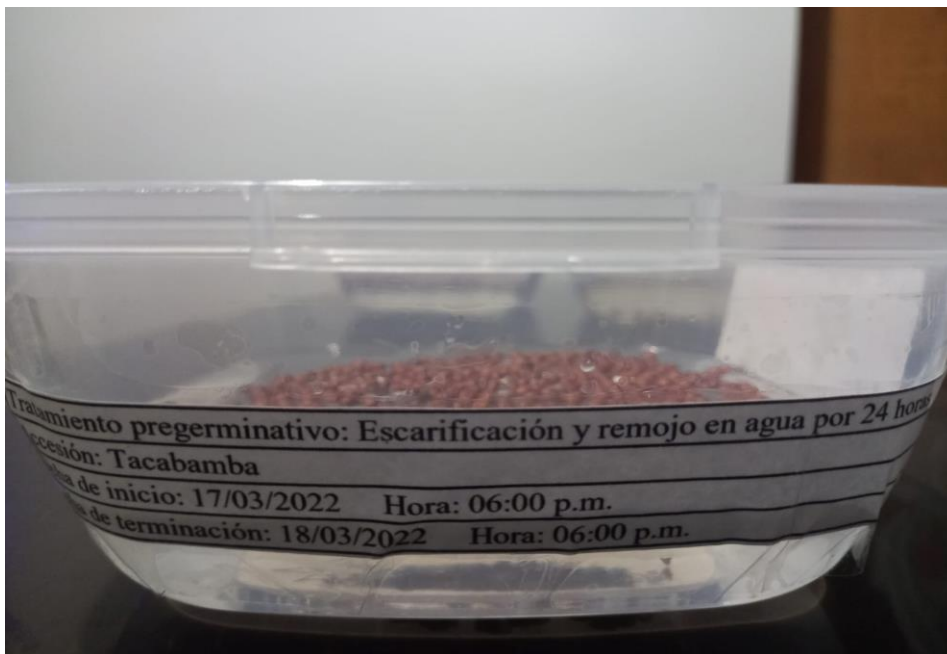


Figura 23

Colocación de las semillas en almácigo



Figura 24

Cámara de germinación de semillas construida exclusivamente para el experimento



Figura 25

Controlador de temperatura de la cámara de germinación de semillas



Figura 26

Distribución de los tratamientos al interior de la cámara



Figura 27

Toma de datos mediante ficha de registro



Figura 28

*Semillas de *Allophylus densiflorus* Radlk en proceso de germinación*

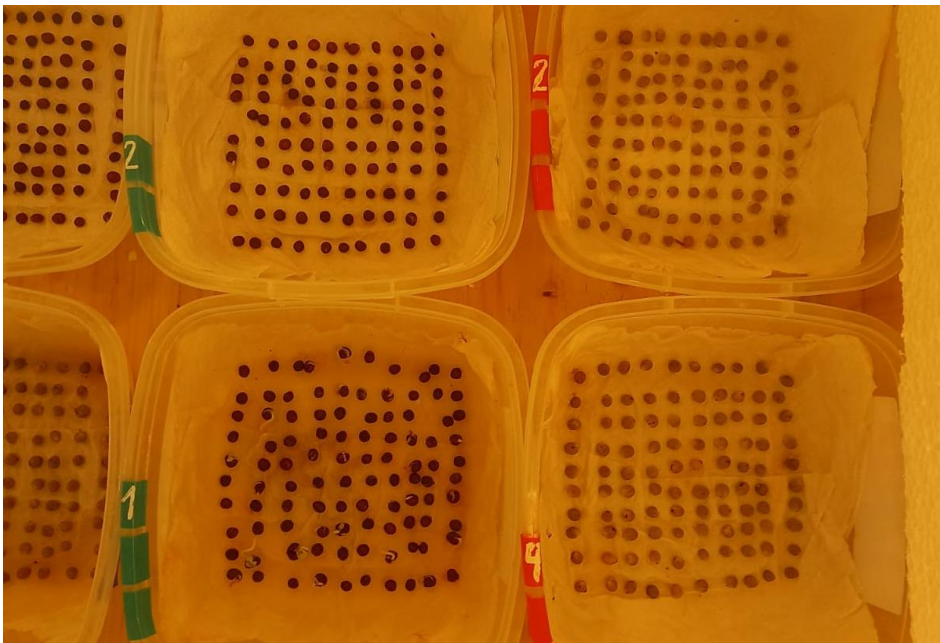


Figura 29

Muestra de los resultados del poder germinativo



Figura 30

Muestra de los resultados de la viabilidad

