

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**PROPAGACIÓN DE SEMILLAS DEL MICHINO (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) APLICANDO TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN JAÉN, CAJAMARCA - PERÚ**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**DULLY YANET PEÑA TORRES**

**ASESOR**

**ING. M. Cs. LEIWER FLORES FLORES**

**JAÉN – PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
Dully Yanet Peña Torres  
DNI: 72400718  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
2. Asesor:  
Ing. M. Cs. Leiwier Flores Flores  
Facultad/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
6. PROPAGACIÓN DE SEMILLAS DEL MICHINO (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn)  
APLICANDO TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN JAÉN, CAJAMARCA - PERÚ
7. Fecha de evaluación: 22/01/2025
8. Software antiplagio:  **TURNITIN**       **URKUND (ORIGINAL) (\*)**
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 16 %
10. Código Documento: oid: 3117:420813889
11. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 **APROBADO**     **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: 22/01/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

<hr style="width: 50%; margin: auto;"/> <b>Ing. M. Cs. Leiwier Flores Flores</b> <b>DNI: 01117005</b>



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **doce** días del mes de **diciembre** del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 446-2024-FCA-UNC, de fecha **16 de setiembre del 2024**, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"PROPAGACIÓN DE SEMILLAS DEL MICHINO (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) APLICANDO TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN JAÉN, CAJAMARCA - PERÚ"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña DULLY YANET PEÑA TORRES**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **catorce** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **quince** horas y **cinco** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 12 de diciembre de 2024.

Dr. Segundo Primitivo Vaca Marquina  
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos  
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
VOCAL

Ing. M. Cs. Leiwert Flores Flores  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Agradecer a Dios por la salud y la vida también a mi madre que con su esfuerzo educo a sus hijas, a mis hermanas por su apoyo incondicional y a mi padre que desde el cielo sé que nos ilumina a seguir adelante

*Dully Yanet*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de forma especial a mis profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, por haber contribuido en mi formación profesional.

Quiero agradecer al asesor de mi tesis, el Ing. M. Cs. Leiwier Flores Flores, apoyo incondicional en la elaboración de este estudio.

A todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que el trabajo de campo y gabinete.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas	7
2.2.1. La semilla	7
2.2.2. Calidad de la semilla	7
2.2.3. Características de la calidad de la semilla	8
2.2.4. Estado de latencia de las semillas	9
2.2.5. Germinación de las semillas	10
2.2.6. Deterioro de las semillas	11
2.2.7. Tratamientos pre germinativos de la semilla	11
2.2.8. Familia Sapotaceae	14
2.2.9. Clasificación taxonómica de la especie <i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq. T.D. Penn)	15
2.2.10. Ficha técnica de la especie <i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>Surinamensis</i> (Miq. T.D. Penn)	15
2.2.11. Ficha silvicultural	18
2.2.12. Estado de conservación de <i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq. T.D. Penn).	20
2.3. Definición de términos básicos	20
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	22

3.1. Ubicación de la investigación	22
3.2. Materiales y métodos	23
3.3. Tipo y diseño de la investigación	23
3.4. Unidad de Análisis	23
3.5. Variables estudiadas	23
3.6. Tratamientos en estudio, ensayados	24
3.7. Distribución de tratamiento en el campo experimental	24
3.8. Procedimiento	26
3.8.1. Obtención de materiales	26
3.8.2. Acondicionamiento del área experimental	26
3.8.3. Obtención y selección de las semillas	27
3.8.4. Preparación y desinfección del sustrato	27
3.8.5. Aplicación de los tratamientos pre germinativos	28
3.8.6. Almacigado de las semillas	30
3.8.7. Actividades culturales	30
3.8.8. Evaluaciones y toma de datos de campo	31
3.8.9. Procesamiento y análisis de información	32
3.8.10. Tratamiento y análisis de datos	34
3.8.11. Presentación de la información (texto, tablas, figuras)	34
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>35</b>
4.1. Resultados	35
4.1.1. Evaluación de la variable altura de la planta para todos los tratamientos evaluados	35
4.1.2. Evaluación de la variable diámetro del tallo para todos los tratamientos evaluados	38
4.1.3. Evaluación de la variable número de hojas para todos los tratamientos evaluados	40
4.1.4. Evaluación de la variable longitud de la hoja para todos los tratamientos evaluados	42
4.1.5. Evaluación de la variable ancho de la hoja para todos los tratamientos evaluados	43

4.1.6. Evaluación de la variable longitud de raíces para todos los tratamientos evaluados	45
4.1.7. Porcentaje de germinación de las semillas para todos los tratamientos evaluados	47
4.1.8. Índice de robustez de la plántula para todos los tratamientos evaluados	49
4.1.9. Índices de proporcionalidad biométrica para todos los tratamientos ensayados	50
4.1.10. Energía de germinación para todos los tratamientos evaluados	51
4.2. Discusión	52
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	56
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS</b>	<b>66</b>
Anexo 1. Glosario de términos	66
Anexo 2. Base de datos, Evaluación de las variables en estudio de todos los tratamientos ensayados	68
Anexo 4. Panel fotográfico	80

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Altura de la planta, promedios (cm) para todos los tratamientos	35
Tabla 2. Análisis de varianza ANOVA para altura de la planta	36
Tabla 3. Análisis Tukey para altura de la planta	36
Tabla 4. Diámetro del tallo promedio (cm) para todos los tratamientos ensayados	38
Tabla 5. Análisis de varianza ANOVA para el diámetro del tallo	39
Tabla 6. Análisis Tukey para diámetro del tallo	39
Tabla 7. Números de hojas promedios (cm) para todos los tratamientos ensayados	40
Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA para número de hoja	41
Tabla 9. Longitud de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos	42
Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA para longitud de la hoja	43
Tabla 11. Ancho de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos ensayados	43
Tabla 12. Análisis de varianza ANOVA para ancho de la hoja	44
Tabla 13. Longitud de las raíces (cm) para todos los tratamientos ensayados	45
Tabla 14. Análisis de varianza ANOVA para longitud de las raíces	46
Tabla 15. Porcentaje de germinación	47
Tabla 16. Análisis de varianza ANOVA para porcentaje de germinación de semillas	48
Tabla 17. Análisis Tukey para el porcentaje de germinación	48
Tabla 18. Índice de robustez de la plántula	49
Tabla 19. Índices de proporcionalidad biométrica (IPB)	50
Tabla 20. Energía de germinación	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama y fórmula floral de la familia Sapotaceae	14
Figura 2. Frutos de michino	18
Figura 3. Semillas de michino	19
Figura 4. Mapa de ubicación de la investigación	22
Figura 5. Diseño de la unidad experimental en campo	25
Figura 6. Distribución de los tratamientos ensayados	25
Figura 7. Acondicionamiento del área	26
Figura 8. Recolección y selección de semillas	27
Figura 9. Sustrato para la germinación	28
Figura 10. Inmersión de semillas en agua caliente	29
Figura 11. Siembra de semillas	30
Figura 12. Actividades silviculturales, riego y desyerbo	31
Figura 13. Evaluaciones de las variables en estudio	32
Figura 14. Altura de la planta promedios (cm) para todos los tratamientos	35
Figura 15. Análisis Tukey para altura de la planta	27
Figura 16. Diámetro del tallo promedios (cm) para todos los tratamientos	38
Figura 17. Análisis Tukey para diámetro de tallo	40
Figura 18. Número de hojas promedio (cm) para todos los tratamientos	41
Figura 19. Longitud de la hoja promedios (cm) para todos los tratamientos	42
Figura 20. Ancho de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos	44
Figura 21. Longitud de raíces para todos los tratamientos ensayados	45
Figura 22. Porcentaje de germinación de las semillas	47
Figura 23. Análisis Tukey para porcentaje de germinación	49
Figura 24. Índice de robustez	50
Figura 25. Índice de proporcionalidad biométrica	51
Figura 26. Energía germinativa	52

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo propagar semillas del michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) aplicando tratamientos pre germinativos en Jaén, Cajamarca, Perú. Se aplicó un DCA, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, se realizaron observaciones diarias para verificar la emergencia de las semillas, además se hicieron las evaluaciones semanales, registrando información según las variables en estudio. La germinación de la especie se dio a los nueve meses después de la siembra de las semillas, el tratamiento de lijado de la punta de la semilla (T3) presentó mejores resultados, respecto al porcentaje de germinación (48,89 %), energía germinativa (4,89 %), índice de robustez (4,75), número de hojas (2,03), ancho de la hoja (1,50 cm), altura de la planta (6,03 cm) y longitud de las raíces (10,9 cm); sin embargo, las variables, longitud de la hoja y diámetro del tallo se obtuvo mejores resultados aplicando el tratamiento uno (T1) que consistió en la inmersión de semillas en agua caliente. De acuerdo con el ANOVA, (0,05), se determinó que los tratamientos aplicados en la germinación de la semilla de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), no presentaron diferencia estadística significativa, entre los tratamientos ensayados para ninguna variable evaluada, todos los tratamientos causaron un efecto similar en la germinación de la semilla; según el tiempo de germinación se considera que las semillas de la especie presentan latencia debido a la dureza e impermeabilidad de la testa, además presenta una germinación lenta y heterogénea.

**Palabras clave:** Tratamientos pre germinativos, semillas, porcentaje de germinación.

## ABSTRACT

The objective of this research was to propagate seeds of the michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) applying pre-germinative treatments in Jaén, Cajamarca, Peru. A DCA was applied, with four treatments and three repetitions, daily observations were made to verify the emergence of the seeds, in addition weekly evaluations were made, recording information according to the variables under study. The germination of the species occurred nine months after sowing the seeds, the sanding treatment of the seed tip (T3) presented better results, regarding the germination percentage (48.89%), germination energy (4,89 %), robustness index (4,75), number of leaves (2,03), leaf width (1,50 cm), plant height (6,03 cm) and leaf length roots (10,9 cm); however, for the variables, leaf length and stem diameter, better results were obtained by applying treatment one (T1), which consisted of immersing seeds in hot water. According to the ANOVA, (0,05), it was determined that the treatments applied in the germination of the michino seed (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), They did not present a significant statistical difference between the treatments tested for any variable evaluated, all treatments caused a similar effect on seed germination; According to the germination time, it is considered that the seeds of the species have dormancy due to the hardness and impermeability of the testa, and it also has slow and heterogeneous germination.

**Keywords:** Pregerminative treatments, seeds, germination percentage.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La semilla es la unidad de reproducción de la mayoría de las especies vegetales, la cual es fundamental para garantizar la preservación de las especies, de acuerdo con Solís et al. (2020) indica que, la mayor parte de las plantas son reproducidas a través de semillas; no obstante cuando estas llegan a la etapa de la maduración y son dispersadas no presentan la capacidad de germinación, y en ocasiones la semilla se daña y pierde su viabilidad para alcanzar la germinación, esto va a depender de los factores externos y propios de la semilla y además de la longevidad de la semilla; se ha identificado que en algunas especies forestales que son muy valiosas la viabilidad de las semilla llega a perderse, es por ello que es importante el desarrollo de acciones para solucionar este problema, sumado a la identificación y reconocimiento de individuos que sean superiores morfológicamente para contar con un germoplasma de semillas de buena calidad (p. 3). En ese sentido Varela y Aranda (2011, p. 2) señalan que, existe un alto porcentaje de plantas que tienen semillas que al alcanzar la madurez, no presentan una germinación inmediata a la siembra, entrando en estado de latencia, que se debe generalmente a dos causas, primera, a la impermeabilidad de la testa de la semilla y la segunda a factores internos propios del embrión de la semilla, en algunas semilla se pueden presentar estos dos factores y en otras semillas solo una, la latencia de las semilla puede ser de unas semanas llegando a durar hasta varios años en algunas semillas.

La técnica de reproducción de plantas más utilizada en la actualidad es mediante el germinado de las semillas, según Joseph y Delva (2016) señala que, el método más antiguo usado para la reproducción de plantas es mediante la semilla, siendo una de las formas fundamentales para la propagación sobre todo de especies arbóreas. Este método se considera ventajoso que permite la restauración y conservación de germoplasma, a partir del cual permitirá establecer planes de reforestación garantizando la sobrevivencia de la biodiversidad (p. 32). La FAO (1991) indica que, existen una diversidad de semillas que presentan una germinación rápida y uniforme cuando estas son expuestas a condiciones favorables tanto de la temperatura y humedad; por otra parte existen muchas especies que presentan semillas con cierto grado de latencia; cuando la latencia es fuerte es necesario contar con un tratamiento pre germinativo previo a la siembra de la semilla con el propósito

de conseguir una tasa de germinación alta y reducir el tiempo de germinado (p. 3). Es primordial realizar las evaluaciones respectivas de la semilla como la pureza física y botánica, la viabilidad, la germinación, el vigor, la sanidad, la humedad, el aspecto, la uniformidad, entre otros; estas evaluaciones se debe realizar mediante análisis de las semillas a nivel de laboratorio con el propósito de tener resultados confiables; para determinar el potencial fisiológico y contar con semillas de buena calidad, dado que esto nos permitirá tener éxito en el establecimiento de un determinado cultivo con un alto potencial productivo (Martínez et al., 2020, p. 1).

Existen un alto porcentaje de especies forestales maderables que presentan problemas de propagación ya sea sexual o asexual, teniendo dificultades para las propagación y reproducción de plantas, de acuerdo con las consultas bibliográficas realizadas en relación a la especie estudiada, refiere que las semillas de michino tienen una germinación lenta e irregular y en un largo periodo de tiempo, las semillas tienen bajos porcentajes de germinación, por lo que es necesario contar con tratamientos pre germinativos adecuados para lograr un buen germinado de estas semillas. Conociendo esta problemática se planteó el presente estudio sobre la germinación de las semillas de michino con la finalidad de lograr un alto porcentaje de germinación de forma homogénea y disminuir el periodo prolongado que tarda para germinar; teniendo como objetivo general lo siguiente: Propagar semillas de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) aplicando tratamientos pre germinativos en Jaén, Cajamarca – Perú. Los objetivos específicos fueron: evaluar el proceso de germinación de semillas del michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) luego de la aplicación de tratamientos pre germinativos en Jaén, Cajamarca – Perú; determinar el porcentaje de germinación de semillas del michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) en Jaén, Cajamarca – Perú; determinar el tratamiento pre germinativo más apropiado en la propagación de semillas del michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) en Jaén, Cajamarca – Perú.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Lara (2021) en su investigación se planteó objetivos para determinar tratamientos pregerminativos óptimo para la germinación de semillas de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y *Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh, desarrollado en Ibarra, Ecuador; las semillas fueron analizadas mediante las normas internacionales ISTA, el trabajo en campo se estableció 32 unidades experimentales por especie evaluada, mostrando los siguientes resultados: la especie de para *Morella pubescens* tuvo el 86,78 % de pureza, 5,13 g de peso y 11,88 g en contenido de humedad; el tratamiento que consistió la escarificación con lija, redujo el tiempo de germinación con 10 días, además tuvo un aumento en el desarrollo de las plántula con respecto al diámetro en 0,6 mm y para la altura sin tratamiento con 2,84 cm. Para la especie *Myrcianthes hallii* se obtuvo un porcentaje de pureza de 96,98 %, con 20,59 g de peso y con un contenido de humedad de 19,25 g; los tratamientos que disminuyeron el tiempo de germinación fueron mediante lixiviación y maceración con una disminución de 15 días y el tratamiento que mejor resultados se obtuvo con respecto al desarrollo de las plántulas fue el tratamiento con hormonas con 13,49 cm en la altura y 2,46 mm de diámetro; por lo tanto el autor concluye que la aplicación de los tratamientos pregerminativos ensayados para las dos especies en estudio favorecen en el desarrollo y la uniformidad de las plántulas mostrando un menor tiempo para la germinación y un aumento en el desarrollo de las plantas a nivel de vivero (p. 17).

Quinche (2023) desarrolló una investigación con la finalidad de analizar diferentes métodos para la germinación de semillas de especies maderables, la evaluación se realizó con cuatro especies que fueron el Pachaco, caña fistula, guachapelí y guayacán, se determinó el método para la mayor germinación, la influencia en el menor tiempo para el germinado, además se evaluó la germinación, los tratamientos ensayados fueron el método de siembra directa manteniendo la humedad requerida y el método de remojo el cual consistió en sumergir la semilla en una solución a base de agua y ácido giberélico en proporción de 1ml en 5 litro de agua, dejando sumergidas las semillas por 36 horas para las semillas de guachapelí y caña fistula y 48 horas para pachaco y guayacán. Como resultados se obtuvo lo siguiente: El método del remojo en la solución fue el que se obtuvo mayor efectividad

sobre el porcentaje de germinación alcanzando el 78,33 % en relación con el método directo que se tuvo un 58,92 %. las semillas de guachapelí fue la que presentó la mayor germinación con 74,33 %; el menor tiempo de germinación fue de 18,42 días con el método del remojo, siendo el mejor en comparación con el método directo que alcanzó un tiempo de germinación de 30,58 días; asimismo este método de remojo presentó un mayor vigor, se considera que la giberelina mejora la germinación de las semillas y se tiene un mayor despunte en el crecimiento de las plántulas; con respecto al trasplante se logró un mayor porcentaje con el método del remojo con un 91,67 % y el método directo tuvo un 79,92 % (p. 13).

Viveros et al. (2015) estudiaron sobre análisis de las semillas de la especie *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. aplicando tratamientos pre germinativos y su crecimiento inicial; los tratamientos aplicados fueron los siguientes: lijado de la semilla, inmersión en agua por 96 horas a una temperatura de 20 °C, inmersión de las semillas en agua caliente a una temperatura de 75 °C por cuatro horas y remojo en ácido sulfúrico por un tiempo de medio hora: el sustrato utilizado fue a base de una mezcla de 75 % de arena y 25 % de tierra de monte; por tratamiento se seleccionaron 100 semillas con cuatro repeticiones por tratamiento; las evaluaciones consistieron en la altura y diámetro basal de las plántulas, capacidad germinativa, germinación media diaria, valor pico y germinativo, además se realizó la evaluación a los seis meses de edad, según el análisis estadístico mostraron la existencia de diferencia significativa ( $P < 0.0001$ ) entre los tratamientos ensayados para los parámetros germinativos y de crecimiento. Los tratamientos pre germinativos que se obtuvieron mejores resultados para la germinación de la semilla *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. fueron los tratamientos que consistieron en el remojo en ácido sulfúrico y el lijado de la semilla; no obstante, los tratamientos de lijado y el remojo en agua a temperatura ambiente por 96 horas dieron mejores resultados con respecto al diámetro basal y altura de la plántula.

Angulo y Martínez (2022) su investigación tuvo como objetivo evaluar la germinación de la semilla de la especie de *Tabebuia rosea* Bertol, aplicando tratamientos pre germinativos, los cuales fueron seis tratamientos como el testigo, inmersión en agua a temperatura ambiente por 12,24 y 48 horas, inmersión en agua de *Cocos nucifera* L. por 12 horas, e inmersión en agua destilada por 24 horas. Se registraron datos sobre crecimiento como altura y diámetro, asimismo se obtuvo el potencial germinativo cada ocho horas por un mes, índices de velocidad germinativa, el tiempo promedio y máximo de germinación y coeficiente de uniformidad; el tratamiento dos, mostró el mejor resultado con un potencial

germinativo de del 64,46 %, un IVG de 7,47 plántulas/día, sin embargo no presentaron diferencias estadísticas significativas; para las variables evaluadas crecimiento de las plántulas el tratamiento tres fue el mejor con respecto al diámetro y la altura con 1,31 mm y 9,24 cm, respectivamente, presentando diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para estas variables evaluadas, considerando que este tratamiento presenta una mayor efectividad en la germinación de la semilla de *Tabebuia rosea* Bertol (p. 8).

Solano (2020) evaluó el estímulo en la germinación de las semillas de *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl, aplicando bioestimulantes de crecimiento, los tratamientos fueron el ácido giberélico (400, 800, 1200 ppm), KNO<sub>3</sub> (0.40; 0.60; 0.80 p/v), Evergreen (1,25; 1,87; 2,50 cc/ L-1 agua), Targguss (1,25; 1,87; 2,50 cc/ L-1 agua) y un testigo, evaluándose diversas variables que fueron altura de la planta, diámetro del tallo, longitud y número de las raíces, masa radicular, peso total de la planta; de las cuales se analizó y determinó información como % e índice de germinación, tiempo promedio de germinación, índice de velocidad de germinación, índice de robustez, índice de proporcionalidad biométrica; los resultados mostraron que los tratamientos ensayados tuvieron mejor respuesta en el porcentaje de germinación (p. 6).

Flores et al. (2020) investigaron sobre la germinación de la semilla de *Euterpe precatoria* Mart (huasaí) sometidos a diferentes tratamientos pre germinativos, realizado en la ciudad de Pucallpa, Perú, la puesta en ensayos fueron ocho tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos consistieron en los siguiente: escarificación de las semillas con lija, remojo de las semillas en agua a T° ambiente por tiempos de 24,72 y 120 horas, remojo en agua hirviendo por tiempo de 30, 60 y 90 segundos, escarificación con lija y remojo en agua cubriéndolas en un 20 % a T° ambiente por 24 horas y un testigo. Los resultados logrados fueron los siguientes: los tratamientos que mostraron un mejor resultado con respecto al % de germinación fue el remojo de las semillas en agua a T° ambiente alcanzando valores de 88,76, y 62 % respectivamente, seguido del tratamiento que consistió en la escarificación cuyos valores fueron 44 y 35 %, y el 30 % para el tratamiento control; sin embargo, los tratamientos sometidos a agua hirviendo no mostraron resultados (cero germinaciones). Los parámetros tiempo medio de germinación, mayor uniformidad germinativa y mayor valor germinativo tuvieron mejores resultados con el tratamiento a base de la inmersión en agua a T° ambiente por 72 horas; el autor considera que este tratamiento da buenos resultados para el mejoramiento de la capacidad germinativa de las semillas de *Euterpe precatoria* Mart (huasaí) (p. 1).

Maldonado (2023) en su investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro tratamientos pre germinativos en semillas de nogal (*Juglans neotropica* Diels). Realizado en el vivero de la municipalidad de la provincia de Jaén, las semillas fueron tratadas aplicando cuatro tratamientos pre germinativos que consistieron en: inmersión en agua fría, inmersión en ácido sulfúrico, escarificación mecánica, solarización. Como resultados se logró que las semillas tratadas mediante solarización se obtuvo el mayor porcentaje de germinación con el 60 %; sin embargo, las semillas inmersas en ácido sulfúrico, fueron las que alcanzaron mayores valores con respecto a su altura y diámetro de las plántulas con 20,53 y 0,37 cm respectivamente. En este estudio el autor concluyo que el tratamiento ensayado a base se la solarización fue con el que se logró mejores resultados referente a la germinación y con el tratamiento a base de ácido sulfúrico fue el mejor en cuanto al crecimiento de la plántula (p. 10).

Núñez (2023) su investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad de tratamientos pre germinativos y las accesiones sobre la germinación de la semilla de la especie *Allophylus densiflorus* Radlk (mote mote), realizado en la provincia de Chota, Cajamarca, para ello se diseñó un DCA en un arreglo factorial (3x3), se estableció como factores, primero las accesiones que fueron Chota, Lajas y Tacabamba, segundo factor fueron los tratamientos, remojo en agua fría por 48 horas, escarificación mecánica, y escarificación mecánica más inmersión en agua por 24 horas, se hicieron cuatro repeticiones y se pusieron a prueba 100 semillas por unidad experimental, los resultados fueron los siguientes: las accesiones no presentaron resultados significativos en las variables evaluadas, sin embargo los tratamientos pregerminativos ensayados mostraron que tuvieron efectos significativos en las variables como el inicio de la germinación la velocidad de la germinación y el poder germinativos, el tratamiento a base de escarificación mecánica fue efectivo con respecto al inicio de la germinación con 17,58 días, asimismo se tuvo mejores resultado con respecto a la velocidad germinativa con 0,21 % semillas germinadas/día y poder germinativo con 5,33 % semillas germinadas. Sin embargo, los tratamientos ensayados no fueron significativos con respecto a la viabilidad y el valor germinativo (p. 14).

Maldonado y Cervantes (2011) investigaron sobre la propagación vegetativa de *Manilkara bidentata* A.DC. evaluando el enraizamiento de estaquillas, para ello utilizaron cámaras de subirrigación, el estudio se llevó a cabo en el distrito Morales, San Marín, en el vivero forestal del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana en San Martín (IIAP),

el trabajo se realizó en tres tipos de sustrato y cuatro dosis de ácido-3indolbutírico (AIB), con doce tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento y seis estaquillas por unidad experimental, el experimento se mantuvo bajo sombra; a los 30 días después de ser sembradas las estaquillas se tuvo como resultados un enraizamiento del 83 % con el tratamiento a base de arena media como sustrato y aplicando 0,8 % de AIB, considerando se el tratamiento que obtuvo mejores resultados (p. 1).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Las semillas**

Las semillas son las estructuras fundamentales para el repoblamiento y conservación de las especies vegetales, Megias et al. (2018, p. 11) indican que la semilla está formada a partir del rudimento seminal, que se encuentra en el ovario de las flores mediante la fecundación de este por el polen; la semilla es la primera fase de la vida de la planta que está mejor adaptada para afrontar y resistir las adversidades del medio ambiente, presentan un metabolismo detenido, debido a que sus tejidos tienen un bajo contenido de humedad; se dice que la semilla es uno de los elementos más eficaces de dispersión de la especie tanto en el espacio como en el tiempo. *“La semilla es el insumo fundamental para el establecimiento y desarrollo de los cultivos, y de su disponibilidad, acceso y uso de semillas de calidad depende la sostenibilidad de los sistemas de producción de un país”* (Pinedo, 2023, p. 1).

Courtis (2013) señala que, *“la semilla es un órgano producto del óvulo fecundado, transformado y maduro; la semilla se forma a través de la embriogénesis cigótica, que comprende los cambios morfológicos, estructurales y de expresión genética que tienen lugar desde la formación del cigoto hasta el final del desarrollo y la maduración del embrión”*. Además, es el órgano de dispersión y perpetuación de las angiospermas y representa la culminación de la evolución reproductiva de las plantas (p. 2). La semilla es el portador de las características genéticas que se expresarán en las generaciones subsiguientes de las plantas que es toda aquella estructura obtenida de una planta que es capaz de producir un nuevo individuo (Vásquez, 2017, p. 2).

### **2.2.2. Calidad de la semilla**

Según la FAO (2019) la calidad de la semilla se basa en que sus atributos de esta se encuentran dentro de los estándares que cumplen con las normas establecidas; las semillas

de calidad son genéticamente puras, presentan un adecuado contenido de humedad, no presentan signo de enfermedad y tienen un alto porcentaje de germinación. Los parámetros de los atributos de la calidad de las semillas son: las características genéticas de la variedad de la semilla, la condición del lote de la semilla, el rendimiento de la semilla y la sanidad de la semilla (p. 18).

### **2.2.3. Características de la calidad de las semillas**

El suministro de semillas de buena calidad de los diversos cultivos es una de las principales operaciones de emergencia de la FAO, para que los agricultores obtengan de forma óptima, con el objetivo de brindar seguridad en materia de semillas asegurando productos alimentarios; en la producción agropecuaria, la calidad de las semillas es crítica; una semilla que no esté óptima, está limitada a obtener un buen rendimiento, reduciendo la productividad del agricultor; sin embargo cuando la semilla presenta cualidades tanto fisiológicas, genéticas y sanitarias de buena calidad, los agricultores tienen mejores perspectivas de contar con alto rendimiento en sus cultivos obtener productos saludables. Por lo que una semilla de alta calidad es un factor primordial, para lograr un desarrollo rápido y adecuado de los cultivos contar con una buena producción, aun cuando los factores ambientales sean adversos (FAO 2011, p. 21).

SNICS (2016, p. 19) refiere que el término calidad de la semilla se define como el conjunto de características apropiadas y deseables, con atributos que contiene la semilla que al ser sembrada y evaluada sus atributos son de óptima calidad, estos están distribuidos en cuatro componentes de calidad.

**Calidad física.** La calidad física está referida a la pureza física de la semilla, o sea que las semillas estén libres de malezas, residuos inertes o que contengan semillas de otras especies, también se debe tener en cuenta que la semilla esté íntegra y en buen estado que sean del tamaño y peso adecuado de acuerdo a su especie. Este componente se evalúa mediante el conteo de las semillas extrañas. Contenido de humedad, peso volumétrico. se expresa como el % del peso de la semilla de la especie relacionado con el peso total de la muestra de un determinado lote.

**Calidad genética.** Mediante esta prueba se determina la autenticidad de la semilla de una variedad a la que pertenece, relacionado a sus características de la variedad liberada por el fitomejorador. La evaluación se realiza haciendo uso de un “*catálogo de descripción*”

*varietal, donde están descritas las características fisiológicas, morfológicas, bioquímicas y agroquímicas especificaciones con las cuales fue liberada la variedad de interés”.*

**Calidad fisiológica.** Consiste en determinar la capacidad que tienen la semilla para originar una planta nueva, se evalúa su viabilidad, capacidad de germinación y vigor de la semilla, para evaluar este parámetro se emplean diferentes pruebas, para cuantificar el nivel de actividad de la semilla, como son: Pruebas de viabilidad con tetrazolio, prueba estándar de germinación y pruebas de vigor (peso seco, crecimiento de plántula, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, entre otras). Y está expresado como % de semillas viables fisiológicamente en relación al total de la muestra de un lote de semillas.

**Calidad fitosanitaria.** En este parámetro se determina la presencia de organismos que causan enfermedades denominados patógenos. Estos organismos se desarrollan dependiendo del manejo y presencia del inoculo y de las condiciones ambientales, para determinar la presencia de estos organismos patógenos en la semilla se realizan pruebas directas, exámenes de embriones, pruebas de papel filtro, agar, crecimiento, pruebas serológicas, entre otras.

#### **2.2.4. Estado de latencia de las semillas**

**Latencia de las semillas.** La latencia esta referida a la incapacidad que tiene la semilla para germinar, siendo un problema para la producción de plantas a nivel de vivero, sobre todo en el sector forestal; la latencia es parte de la formación de la semilla, la cual presenta una función primordial, dado que limita la germinación de la semilla en la planta madre antes de ser dispersa (Varela & Arana, 2011, p. 3). La mayoría de las especies vegetales pasan, por un estado de latencia o dormición, durante un periodo de tiempo dependiendo de la especie. En este estado el crecimiento de la planta queda interrumpido de forma temporal, diferentes órganos de una planta pueden entrar en estado latente, ya sea semillas, yemas, tubérculos, bulbos, dándose generalmente en plantas superiores, generalmente el estado de latencia está acorde con las épocas menos favorables para la germinación de la semilla y desarrollo de la planta, hasta que las condiciones sean apropiadas (Ramírez, 2014, p. 18).

Abubakar y Attanda (2022, p. 3) refieren que la latencia de las semillas es un estado en donde la germinación de las semillas no se produce, aunque estas estén expuestas a las condiciones como temperatura, humedad, oxígeno y luz apropiadas para realizar este

proceso; la latencia se produce dado a la impermeabilidad de la cubierta de la semilla y además otra causa es por la inactividad de la semilla. La latencia de la semilla es considerada un problema importante a nivel económico, dado que se debe establecer procedimientos de tratamientos pre germinativos con el fin de asegurar una buena germinación de las semillas de interés.

Los tipos de latencia son; exógena es debido a propiedades físicas y químicas de las cubiertas seminales, que se vuelven impermeables al agua y a los gases; latencia endógena está determinada por características anatómicas, morfológicas y fisiológicas del propio embrión, en la cual no presenta capacidad para la germinación incluso teniendo las condiciones favorables; asimismo se tiene la latencia morfológica, se da cuando el embrión no ha llegado a su desarrollo total y la latencia fisiológica, debido a la disminución de la actividad embrionaria, esta latencia se puede eliminar mediante un almacenamiento en sitio seco, con tratamiento frío o con tratamiento luminoso (Ramírez, 2014, p. 20).

#### ***2.2.5. Germinación de semillas***

Para el inicio del proceso de germinación de la semilla, en primer lugar, tiene que activar el metabolismo del embrión de la semilla; por lo que la germinación es el proceso de reactivación de la actividad metabólica embrionaria de la semilla una vez que ha llegado a su madurez, como resultado se tiene la presencia o desarrollo del sistema radicular, la plúmula denominado brote, dando lugar a una plántula. El proceso de germinación de la semilla es un proceso muy complejo, dado que involucra diferentes cambios bioquímicos, fisiológicos y morfológicos propias de la semilla. Para dar inicio al proceso de germinación de la semilla se deben dar tres condiciones: primero la semilla tiene que estar viable, ósea que el embrión debe estar vivo y contar con capacidad de germinación; segundo, la semilla debe estar activa, no tiene que presentar latencia y por ultimo las condiciones ambientales deben ser apropiadas, en la etapa inicial de germinación el embrión extrae los nutrientes que necesita del material alimenticio que se encuentran almacenados en los cotiledones, para luego desarrollar brotes u hojas nuevas (Sharma y Srivastav 2004, citado por Kumar, 2019, p. 1).

Choudhury y Karmakar (2020) afirma que los mecanismos de germinación de las semillas pasa por tres fases: 1) imbibición de la semilla que da lugar a la rápida absorción de agua, donde involucran los espacios apoplásticos (espacios extracelulares, como las paredes

celulares y los espacios de aire entre las células) mediante fuerzas internas impulsadas por la propia semilla; 2) determinada como la fase de activación, es cuando se reinicia la actividad metabólica del embrión de la semilla, que da lugar a la síntesis proteica; 3) germinación de la semilla, en esta etapa se produce el alargamiento celular y por ende la emergencia de la radícula con la aparición de los primeros brotes u hojas para dar lugar a una planta nueva (p. 2). En ese mismo sentido (Courtis, 2013) indica que la germinación es un proceso que da lugar a un conjunto de fenómenos, donde el embrión que se encuentra en estado inactivo dentro de la semilla al entrar en contacto con factores que impulsan la activación del metabolismo, se reanuda su crecimiento desarrollándose y formándose una nueva plántula, para dar lugar a la germinación este proceso comprende cuatro etapas: 1) la imbibición de agua; 2) la síntesis y activación de los sistemas enzimáticos; 3) degradación de las sustancias de reserva; 4) elongación de las células del embrión y emergencia de la radícula (p. 8).

#### ***2.2.6. Deterioro de las semillas***

Las semillas presentan características físicas inadecuadas es cuando están deterioradas, para Choudhury y Kumar (2023. p. 1) el deterioro de la semilla se da cuando pierde su vigor y su capacidad germinativa, es decir su viabilidad, siendo el factor primordial en la emergencia de la nueva planta y a su vez del rendimiento reproductivo. Para Kapoor et al. (2010); Farhadi et al. (2012) el deterioro de las semillas significa que ésta, ha perdido su viabilidad y vigor y este acontecimiento puede estar asociado al envejecimiento y además cuando los factores del medio ambiente son adversos como la temperatura, humedad entre otros, asimismo se puede causar el deterioro durante la cosecha a través de la manipulación y post cosecha durante el almacenamiento, siendo un factor importante en el momento de la selección de las semillas para establecer cultivos.

#### ***2.2.7. Tratamientos pre germinativos de la semilla***

Karlsson y Berberyan (2014, p. 4) señalan que los tratamientos pre germinativos a los cuales son sometidas las semillas previo a la siembra, tienen el efecto de estimulación del metabolismo de las semillas, rompiendo la latencia en las que se encuentran permitiendo germinar. Existen diferentes métodos como tratamientos pre germinativos para obtener una buena germinación de las semillas, las cuales se detallan a continuación:

### **a. Métodos físicos**

***Escarificación manual.*** Este método es la más sencilla en realizar, consiste en cortar, o abrir un pequeño orificio en un extremo de la semilla antes de la siembra, se puede realizar con una lija, que mediante abrasión o fricción se reduce el espesor de la cubierta de la semilla, este procedimiento resulta eficaz pero es lento, se debe realizar cuidadosamente para no dañar el embrión de la semilla, este método se usan para semillas de tamaño grande y que son refractarias, este proceso se puede reforzar realizando una inmersión de las semillas en agua por un determinado tiempo antes de la siembra (FAO, 1991, p. 3).

***Escarificación mecánica.*** Cuando se cuenta con cantidades mayores de semillas es recomendable aplicar este tratamiento, se colocan las semillas en un recipiente ya sea con grava o arena, también se puede utilizar material abrasivo como cemento, trozos de vidrio o papel lija (Kemp, 1975, citado por FAO, 1991). En semillas con resina abundante o pulpa no se deben aplicar este método; tener un control cuando se utilice este procedimiento dado que se puede dañar la semilla perjudicando la germinación (FAO, 1991, p. 3).

***Remojado en agua.*** Este método comprende varios tratamientos, inmersión de semillas en agua fría o en agua caliente. Estos tratamientos se pueden combinar a dos efectos primero es ablandar la cubierta de la semilla y también extraer por lixiviación los inhibidores químicos presentes en la semilla. las semillas que no son muy resistentes responden favorablemente al remojado en 24 horas en agua fría. En varias semillas de leguminosas el tratamiento a base de la inmersión en agua caliente ha dado muy buenos resultados; este método consiste en introducir las semillas en un recipiente con agua hirviendo e inmediatamente se retira del fuego, para luego dejar enfriar paulatinamente, dejándolos por 12 horas; las semillas se hinchan por imbibición a medida que el agua va enfriando (FAO, 1991, p. 5).

### **b. Métodos químicos**

***Tratamiento con ácido.*** La sustancia química que más se utiliza para romper la latencia de la cubierta es el ácido sulfúrico concentrado, en algunas especies es más eficaz que el tratamiento con agua caliente (FAO, 1991). Es posible que las semillas que han estado almacenadas durante un período prolongado deban estar más tiempo en el ácido que las semillas frescas, las cuales podrían resultar gravemente dañadas con un tratamiento de esa duración (Kemp, 1975). La duración óptima de la inmersión en el ácido se determina respecto de cada lote tratando pequeñas muestras durante períodos distintos y después

poniéndolas a remojar en agua, a temperatura ambiente, durante 1-5 días (según la especie). La duración de tratamiento que corresponda al porcentaje más alto de semillas hinchadas (por haber tomado agua) sin daños visibles es la adecuada (FAO, 1991, p. 5).

### **c. Métodos biológicos**

En la naturaleza, los animales y microorganismos son un factor importante a la hora de romper la impermeabilidad de la cubierta seminal. Aunque resulta difícil utilizar a esos organismos como un tratamiento previo y controlado de las semillas, en algunos casos se han obtenido resultados satisfactorios. Por ejemplo, las semillas de *Acacia senegal* y *Ceratonia siliqua* a las que se ha hecho pasar por el tracto digestivo de una cabra germinan enseguida cuando se colocan en condiciones favorables, y ello se debe a la acción de los fuertes jugos gástricos del animal (FAO, 1991).

**Tratamientos con giberelinas.** Las giberelinas son un grupo de hormonas vegetales que intervienen de forma significativa en la fisiología de las semillas. Las especies vegetales contienen diferentes tipos de giberelinas en su estado natural, no obstante, el ácido giberélico (GA3) es el más utilizado para activar la germinación de las semillas; esta sustancia se produce mediante cultivos de hongos y es comercial, los tratamientos a base de ácido giberélico activan el proceso fisiológico de las semillas con letargo. El funcionamiento de las GA3 es en base a dos etapas dentro de la germinación, en la inicial consiste en la inducción de las enzimas en los cromosomas y la segunda etapa se activan las sustancias que son fundamentales para la movilización del sistema alimentario. Generalmente la concentración de GA3 utilizada es de 500 ppm; sin embargo, existen un rango que va desde los 200 a 10000 ppm, recomendando una solución amortiguadores para concentraciones mayores a 800 ppm (Arévalo, 1998, p. 24).

La FAO (1991) señala que en diversas semillas que son sometidas a tratamientos con GA3 mejoran el porcentaje de germinación, acelerando el proceso y en muchas ocasiones ha aumentado la velocidad de crecimiento de la plántula como por ejemplo en algunos cítricos (p. 21).

**Calor seco y fuego.** La FAO (1991) reveló que, en los trópicos que son ambientes estacionalmente húmedos y secos, se ha demostrado que el fuego es un elemento natural que se utiliza para eliminar la latencia de las semillas. Este tiene que ser de leve a moderado ya que un fuego fuerte dañaría la semilla por completo, las semillas pueden ser expuesta a la

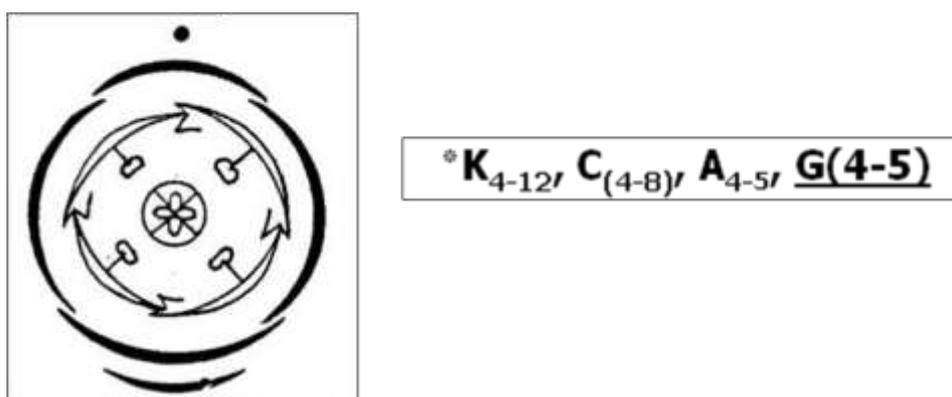
combustión temprana y controlada, reduciendo la impermeabilidad de la cubierta o testa de la semilla estimulando la germinación.

### 2.2.8. *Familia Sapotaceae*

Vásquez y Rojas (2066) indican que las especies de esta familia son Arboles o arbustos en ocasiones con presencia de espinas, látex de color blanco a veces amarillento, tricomas simples y dibraquiados. Hojas simples, alternas, espiraladas o dísticas, enteras, Pinnatinervias en ocasiones pelúcido – punteadas, peciolo u poco abultados en la base con estípulas presentes o ausentes y generalmente caducas. Inflorescencia en racimos, axilares, rameales o caulógenas en fascículos, glomérulos, o a veces flores solitarias a en ocasiones agrupadas en nudos áfilos. Flores bisexuales o unisexuales en plantas monoicas, dioicas o polígamas, actinomorfas, hipóginas, sépalos a mundo desiguales de cuatro a seis libres o ligeramente unidos e imbricados y espiralados o en dos verticilos de (2)3-4, los extremos valvares o solo ligeramente imbricados, corola gamopétala, rotácea, ciatiforme o tubular, 4-6(10)-lobulada, lóbulos imbricados, en 1-13 verticilos enteros, lobulados o divididos, en ocasiones con apéndices petaloides laterales o dorsales; estambres desiguales en número con los pétalos, epipétalo o libres, generalmente alternos con estaminodios, filamentos libres, anteras 2- tecadas, dehiscencia longitudinal; disco redondeado la base del pistilo; pistilo supero, 4- 2 locular, ovulo 1(15) por lóculos, axilares, estilo 1, estigma simple o lobulado. Fruto bacciforme o drupáceo, frecuentemente con el exocarpo suberificado o esclerótico; semillas una a varias, duras nítidas (p. 142).

#### Figura 1

*Diagrama y formula floral de la familia Sapotaceae*



Fuente. (Mostacero et al., 2009)

### **2.2.9. Clasificación taxonómica de la especie *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq. T.D. Penn)**

En [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org) (2024) presenta la clasificación de la especie de acuerdo a la Clasificación de Filogenia de Angiospermas (APG IV del año 2016) de la manera siguiente:

División	: Angiospermae
Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Subclase	: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	: Asteranae Takht.
Orden	: Ericales Bercht. & J. Presl
Familia	: Sapotaceae Juss.
Género	: <i>Manilkara</i> Adans.
Especie	: <i>Manilkara bidentata</i> subsp. <i>surinamensis</i> (Miq. T.D. Penn)

### **2.2.10. Ficha técnica de la especie *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq. T.D. Penn)**

Los ítems que se detallan a continuación están basados en Reynel et al. (2003)

#### **Descripción.**

**Árbol.** Los individuos de esta especie tienen una altura total de 20-35 m, y un diámetro a la altura del pecho de 50 – 150 cm, presenta un fuste de forma cilíndrica, su ramificación nace a partir del segundo o tercer tercio del fuste, en la base del fuste generalmente tiene aletas de tamaño regular.

**Corteza externa.** Su corteza es profundamente agrietada, estas, espaciadas entre ellas de tres a cinco cm, de su color es de marrón rojizo, el ritidoma de consistencia coráceo a suberoso que se desprenden en placas rectangulares.

**Corteza interna.** Presenta corteza interna homogénea, de color rosado pálido, emana un látex cuando es cortada la corteza esta, es de color blanco, pegajoso al tacto y de apariencia espesa que brota en pocas cantidades.

**Ramitas terminales.** Son de aproximadamente seis a ocho mm de diámetro, de sección circular, leñosas, cuando están secas presentan un color marrón claro, con grietas muy delgadas y con abundantes cicatrices foliares generalmente en las partes terminales.

**Hojas.** Sus hojas se disponen en espiral, son simples, alternas y se encuentran agrupadas en la parte apical de las ramitas terminales, miden de 12 a 18 cm de largo por 4,5 a 6,5 cm de ancho, peciolo acanalado de hasta seis cm de largo, láminas enteras, ovadas, de consistencia cartáceo y glabras, base aguda y ápice redondeado, presentan un acumen de hasta 6 mm de largo, nervadura pinnada, presenta más de 30 pares de nervios secundarios, muy delgados, rectos y paralelos, poco notorios.

**Copa.** Presenta una copa de forma redondeada con un denso follaje.

**Inflorescencia.** Se desarrollan en los nudos de las ramitas, dispuestas en fascículos axilares, con flores pequeñas.

**Flores.** Son hermafroditas, de hasta 5 cm de largo, de color blanquecinas o cremas amarillentas, presentan cáliz y corola lobada, con seis sépalos en dos verticilos, ovados y libres, estambres y estaminodios seis; pistilo con ovario supero y globoso, estigma decapitado y el estilo columnar exerto.

**Frutos.** Frutos tipo bayas, elipsoides, globosos cuando jóvenes de color verde y al madurar se tornan de color rojo, con exocarpo o la piel externa lustroso y glabro, miden hasta tres cm de diámetro, con el cáliz y estilo presentes, de sabor dulce, son comestibles.

**Semillas.** Presentan una sola semilla por fruto, ocasionalmente se encuentran dos, de color marrón oscuro cuando aún están frescas y negras lustrosas cuando están secas, está envuelta por una pulpa dulce, gomosa, son comprimidas en los laterales, tienen cicatriz basal y ventral.

## **Observaciones para el reconocimiento de la especie**

Sus hojas, son lustrosas y coriáceas y presenta nervios secundarios abundantes con poca notoriedad; presenta una corteza muy agrietada de color marrón rojizo, que al ser cortada exuda un látex de color blanco, en mínima cantidades

## **Fenología, polinización y dispersión**

En temporada seca, presenta registros de floración, en los meses de julio a setiembre y la fructificación se presenta entre los meses de setiembre a enero en el periodo lluvioso. La polinización aparentemente por murciélagos

La familia Sapotaceae, se caracterizan por no presentar un nectario muy desarrollado, sin embargo la corola tiene un sabor dulce y carnosas; las flores están dispuestas en forma de fascículos a lo largo de las ramitas, las flores se abren durante la noche.

La dispersión es realizada por especies animales como monos, marsupiales y murciélagos y también se consideran como dispersores secundarios de los frutos, a algunos roedores

## **Usos.**

Esta especie presenta una madera de excelente calidad, es dura, pesada y muy durable, presenta con grano recto, de color marrón rojizo, es generalmente utilizada en la carpintería y ebanisterías, asimismo lo usan para construcciones rurales como puentes, para construcciones de viviendas, sus frutos son comestibles (Reynel et al., 2003, p. 386). Por presentar una madera pesada y dura es muy apreciada en la construcción de muelles y embarcaciones marítimas, además lo utilizan para durmientes de ferrocarril, tablones, para pisos, en tornería, para construcciones, para magos de herramientas y para la fabricación de instrumentos musicales; antiguamente utilizaba el exudado de consistencia lechosa para elaborar goma de mascar (López y Montero, 2005, p. 37).

**Distribución.** Esta especie tiene una amplia distribución, desde las Indias Occidentales como Panamá y México hasta el norte de América del Sur, que va desde Colombia, Venezuela, Guyanas, Norte de Brasil y Perú (López y Montero, 2005. p. 37); en el Perú se distribuye en la región Amazónica (Reynel et al., 2003, p. 385). Asimismo, se

encuentra en los departamentos de Loreto, Amazonas y madre de Dios, en este último específicamente en las provincias de Tambopata y Tahuamanu (OSINFOR, 2019, p. 54).

**Hábitat.** Especie registrada en bosque de colina, comparten hábitat con especies como Itauba (*Mezilaurus itauba*), y especies de los géneros *Guatteria*, *Lecythis* y *Eschwweilera*. (López y Montero, 2005, p. 37). También se encuentra en la región Amazónica, generalmente hasta los 700 m s. n. m., es una especie esciófita que se desarrolla en bosques primarios con presencia de suelos fértiles, arcillosos a limosos, con baja pedregosidad y bien drenados; pluviosidad constante y abundante (Reynel et al., 2003, p. 385). Esta especie es encontrada a una altitud de entre los 30 y 100 m s. n. m., en climas tropicales húmedos y muy húmedos, en bosques primarios con tierra firme y en lugares con inundaciones (Rivera-Martin, 2013, p. 385). Ocurre en bosques primarios de tierra firme, bosque primario (OSINFOR, 2019, p. 54).

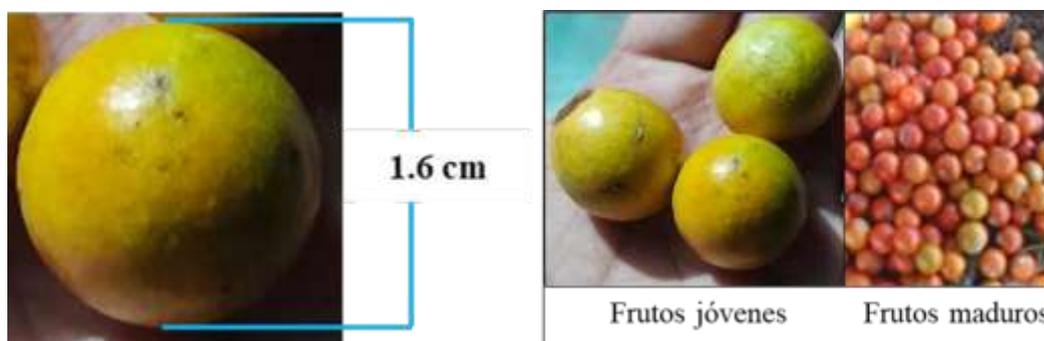
### 2.2.11. Ficha silvicultural

#### Particularidades de frutos y semillas

**Frutos.** Los frutos son bayas, de apariencia lustrosa, carnosos, de color verde cuando recién se forman, volviéndose amarillos cuando son jóvenes y al madurar se tornan de color rojo, son comestibles por los animales por su sabor dulce y agradable (Figura 2), la parte comestible es de color blanquecino con textura gomosa y pegajoso, generalmente contienen una sola semilla por fruto en ocasiones se encuentren dos, en promedio miden 1.6 cm de diámetro

**Figura 2**

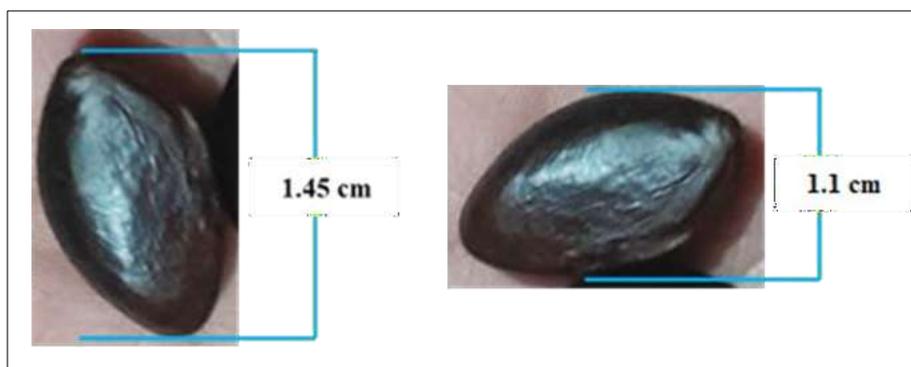
*Frutos de michino*



**Semillas.** Las semillas son de forma elipsoidal, u ovalada, son de color marrón café cuando están frescas y al secarse se tornan de color negro, lustrosas, lisas, su testa es endurecida e impermeable; miden en promedio 1.45 cm de largo y 1.1 cm de diámetro (Figura 3). El número de semillas por kilogramo es de 1527 semillas.

**Figura 3**

*Semillas de michino*



**Poder germinativo.** Las semillas presentan un poder germinativo del 20 %, este suele perderse entre uno a dos meses

**Inicio de germinación.** La germinación de la semilla se presenta de los 40 a 60 días

**Almacenamiento de la semilla.** Presentan un comportamiento intermedio al almacenamiento

**Plantación y crecimiento.** La plantación en campo definitivo de esta especie se realiza entre 8 a 12 meses, después del crecimiento de las plántulas, presenta una supervivencia alta, sin mantenimiento alcanza los 70 – 90 %; después de siete años de establecer la plantación se realiza el primer raleo

**Gremio Ecológico:** Especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios (Metter y Reynel, 2006, p. 12). En bosques tropicales subhúmedos se desarrolla asociada con especies como *Dacryodes excelsa* Vahl, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Buchenavia tetraphylla* (Aublet) R. Howard, *Sloanea berteriana* Choisy, en pendientes superiores está asociada a *Buchenavia tetraphylla*, en la formación siempreverde seca y la arboleda litoral junto a *Roystonea oleracea* Cook, *Prestoea montana* (R. Grah.) Nichols. y *Manicaria saccifera* Gaertn. Se le encuentra también en el bosque estacional siempreverde en la

asociación *Carapa-Eschweilera* y *Peltogyne*. Finalmente, se le encuentra de manera dispersa en el bosque montano bajo pluvial. Alcanzando su mejor desarrollo en el bosque pluvial de tierras bajas o en el bosque montano bajo pluvial Weaver, (1990). Esta especie se encuentra entre los 30 y 1000 m s. n. m. en climas húmedos y tropical. Habita en bosques primarios de tierra firme y zonas con inundaciones ocasionales en la Amazonía (Richter y Dallwitz, 2000, p. 17).

#### **2.2.12. Estado de conservación de *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq. T.D. Penn).**

*Manilkara bidentata* ha sido evaluada por última vez para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN en el año 2018, donde lo reportan como Preocupación Menor (UICN, 2024); sin embargo existen estudios donde determinan que el estado de conservación de esta especie es preocupante Aguirre (2015, p. 2) en su estudio realizado en la provincia de San Ignacio, determinó que esta especie se sitúa en Peligro Crítico “CR”, porque está enfrentando un riesgo extremo en su estado silvestre, dado que se encuentra escasas poblaciones y las que existe se encuentran en zonas altamente expuestas, en el distrito de Huarango se reportó un máximo de 15 individuos/ha y en Namballe solo se han encontrado como máximo a cuatro individuos/ha, en base a esto, si no se toman medidas correctivas inmediatas, esta especie podría pasar a la extinción; actualmente las poblaciones han ido disminuyendo en comparación con décadas anteriores, así mismo SERFOR (2020, p. 9), lo reporta dentro de la categoría Vulnerable (VU). Por ser una especie muy aprovechada, extrayendo grandes volúmenes de madera, es por ello que Klinger (2011, p. 6) propuso una veda inmediata, dado a que las bajas cantidades de poblaciones, su condición de desarrollo y estructura diamétrica ameritan su protección. Según la legislación peruana, conforme a lo descrito en el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, donde aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre la especie *Manilkara bidentata* esta categorizada como Vulnerable.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Semilla.** Material genético que sirve para el repoblamiento de una especie vegetal. Proviene del ovulo fecundado y maduro, cuando encuentra las condiciones favorables da lugar a una nueva planta mediante el proceso de germinación (FAO, 2011, p. 6).

**Almacenamiento.** Proceso de conservación de las semillas sometidas en ambientes controlados, por un tiempo determinado, desde su selección en la cosecha hasta la puesta en germinación y su respectiva siembra en campo definitivo, se realiza con la finalidad de conservar su viabilidad (FAO, 2019, p. 11).

**Deterioro.** Cuando la semilla entra en un estado de pérdida de sus características fisiológicas, perdiendo su calidad y vigor y por ende su capacidad de germinación (FAO, 2011, p. 13).

**Dormancia.** Cuando la semilla está en estado de dormancia cuando su metabolismo se encuentra en reposo debido a mecanismos fisiológicos internos de la propia semilla, aunque esta se encuentre en un ambiente apropiado para su germinación esta no germina. Algunas semillas se mantienen en este estado por periodos de tiempos prolongados en algunas especies, las semillas pueden mantenerse durante varios años en este estado (Megías et al., 2018, p. 13).

**Propagación de semillas.** Es uno de los métodos de reproducción de especies vegetales que se da sexualmente y es el más utilizado por sus buenos resultados y se considera un método fundamental (Osuna et al., 2017, p. 4).

**Tratamientos pre germinativos.** Son métodos en el cual las semillas son sometidas antes de la germinación estos pueden ser químicos o físicos se realiza con la finalidad de ablandar la testa y tener un alto porcentaje de germinación de la semilla en un corto periodo de tiempo y de forma uniforme (Ortiz et al., 2018, p. 5).

**Camas germinadoras.** Son espacios que se utilizan para la producción de plantas, presentan un ambiente protegido y controlado, manteniendo las condiciones adecuadas de luz, sombra, temperatura y humedad para optimizar la reproducción de plantas (Cuellar y Garrido, 2020, p. 13).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en el vivero de la Municipalidad Provincial de Jaén, distrito y provincia de Jaén (Figura 4); ubicada a una altitud de 714 m s. n. m.

**Figura 4**

*Mapa de ubicación de la investigación*



*Nota.* Mapa de ubicación donde se realizó el experimento

### 3.2. Materiales y métodos

**Materiales de investigación.** Semillas de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn).

**Materiales y equipos de campo.** Libreta de campo, lapiceros, plumones indelebles, cinta maskintape, escalímetro, vernier, machetes, palanas, sustrato para germinación, cinta métrica, materiales para construcción de las camas germinadoras, rótulos, malla rasshel para protección, plástico negro, formatos de recolección de datos, cocina, cámara fotográfica, GPS.

**Materiales y equipos de gabinete:** Papel bond A4, lapiceros, plumón indeleble, folder y sobres manila, USB, laptop, impresora.

### 3.3. Tipo y diseño de la investigación

La investigación es de tipo experimental, con un diseño de bloques completamente al azar (BCA); porque se realizó la manipulación de forma intencional de la variable independiente para causar efecto sobre la variable dependiente; asimismo se realizó el análisis estadístico para determinar si existe diferencias significativas entre los tratamientos ensayados.

### 3.4. Unidad de análisis

**Población.** La población estuvo conformada por las semillas de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn).

**Muestra.** La muestra estuvo determinada por 30 semillas de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn). Por unidad experimental contando con un total de 360 semillas de esta especie.

### 3.5. Variables estudiadas

**Variable dependiente:**

Semillas de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn).

**Variable independiente:**

- Inmersión de semillas en agua caliente.
- Inmersión de semillas en agua fría.
- Lijado de puntas de semillas.
- Almacigado sin tratamiento.

**3.6. Tratamientos en estudio ensayados**

En el trabajo experimental se ensayaron cuatro tratamientos pre germinativos con tres repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 12 unidades experimentales: los tratamientos en estudio fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T<sub>1</sub>) : Inmersión de semillas en agua caliente.

Tratamiento 2 (T<sub>2</sub>) : Inmersión de semillas en agua fría.

Tratamiento 3 (T<sub>3</sub>) : Lijado de la punta de la semilla.

Tratamiento 4 (T<sub>4</sub>) : Sin tratamiento (testigo).

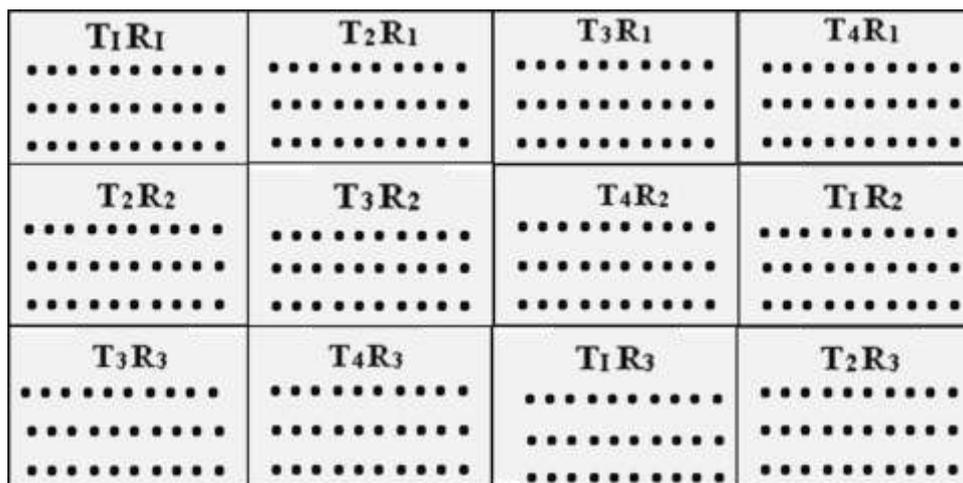
**3.7. Distribución de tratamiento en el campo experimental**

Los tratamientos en el campo experimental se observan en la figura 3, la distribución de tratamientos y repeticiones:

## Figura 5

### *Distribución de los tratamientos ensayados*

Se muestra la distribución de los cuatro tratamientos ensayados y sus tres respectivas repeticiones (Figura 5)

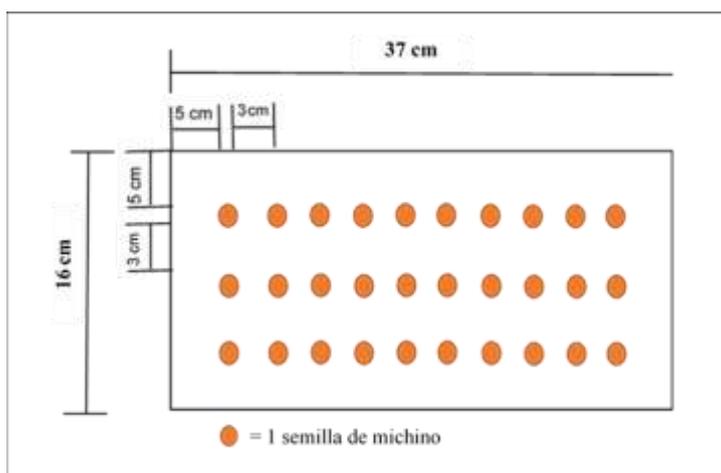


### Diseño de la unidad experimental

El área que abarcó cada unidad experimental es de 0,0592 m<sup>2</sup> (0.37 m x 0.16 m) y con un total de 12 unidades experimentales, abarcó un área total de 0.7104 m<sup>2</sup> (Figura 6).

## Figura 6

### *Diseño de la unidad experimental en campo*



### **3.8. Procedimiento**

#### **3.8.1. Obtención de materiales**

Los materiales para la construcción de la estructura del germinador, como los insumos que se utilizaron como sustrato para la germinación de las semillas se obtuvieron mediante compra; las semillas de michino se obtuvieron mediante cosecha en el bosque natural ubicado en el Centro Poblado El Porvenir, distrito Huarango, provincia San Ignacio, de propiedad del señor Wilmer Flores Zaquinaula.

#### **3.8.2. Acondicionamiento del área experimental**

Se realizó la verificación respectiva del área donde se desarrolló el experimento, posteriormente se hizo una limpieza de área a utilizar (Figura 7); se construyó una estructura a base de listones de madera y guayaquil, circulándolo con malla rasshel, además como techo se colocó el mismo material, con la finalidad de proteger la cama germinadora; asimismo, para aplicar los tratamientos pregerminativos en el ensayo para la germinación de las semillas se construyó una cama germinadora a base de tablas de madera, obteniendo 12 cuadrantes que formaron parte de la unidad experimental.

**Figura 7**

*Acondicionamiento del área*



### 3.8.3. *Obtención y selección de las semillas*

Las semillas fueron obtenidas mediante cosecha del bosque natural en el distrito de Huarango (Figura 8); para la selección de las semillas se tuvieron en cuenta factores como:

*Semillas genuinas:* el lote de semillas responde a la especie y cultivar deseado.

*Semillas puras:* el lote de semillas libre de semillas extrañas, de semillas de malezas u otros cultivares o especies.

*Semillas limpias:* semillas libres de materias extrañas como palillos o tierra.

*Semillas sanas:* semillas libres de plagas y enfermedades.

*Semillas homogéneas:* semillas en tamaño y colores homogéneas.

#### **Figura 8**

*Recolección y selección de semillas*



### 3.8.4. *Preparación y desinfección del sustrato*

El sustrato utilizado para la germinación de las semillas fue uno solo, para todos los tratamientos, que estuvo compuesto a base de arena fina de río, para la desinfección se utilizó Risolex (fungicida), preparando una dilución de cuatro cucharas soperas para una bomba fumigadora de 18 litros esto se hizo con el fin de evitar la propagación de agentes patógenos y que puedan afectar a la germinación y desarrollo de las plántulas (Figura 9).

## Figura 9

*Sustrato para la germinación*



### 3.8.5. *Aplicación de los tratamientos pregerminativos*

#### **Tratamiento 1 (T1): Inmersión de semillas en agua caliente**

En una olla de aluminio se puso a hervir agua lo suficiente de tal manera que cubra a las semillas, posteriormente en otro recipiente se colocaron el número de semillas, considerando el tratamiento y las repeticiones en cada unidad experimental; cuando el agua alcanzó su punto de ebullición (100 °C), se vertió el agua en el recipiente que contenía las semillas, dejando reposar por unos tres minutos aproximadamente, con la finalidad de ablandar la testa de las semillas y absorban agua, transcurrido el tiempo se retiraron las semillas del agua caliente con la ayuda de un colador, colocando en otro recipiente con agua fría con el fin de evitar que las semillas pierdan su viabilidad al deteriorarse el embrión (Figura 10), inmediatamente se realizó la siembra de las semillas en las camas germinadoras.

## **Figura 10**

### *Inmersión de semillas en agua caliente*



### **Tratamiento 2 (T2): Inmersión de semillas en agua fría**

Este tratamiento consistió en la inmersión de las semillas en agua fría, y se dejó por un tiempo de 24 horas, transcurrido ese tiempo se retiraron e inmediatamente se realizó la siembra en la cama germinadora de acuerdo a tratamiento y repeticiones determinados.

### **Tratamiento 3 (T3): Lijado de la punta de la semilla**

Este tratamiento consistió en lijar el extremo de la semilla, esta actividad se realizó con la ayuda de una herramienta apropiada para ello y se hizo con mucho cuidado tratando de no dañar el embrión, posteriormente se realizó la siembra correspondiente.

### **Tratamiento 4 (T4): Sin tratamiento (Testigo)**

En este tratamiento se puso a prueba la germinación de la semilla sin la aplicación de ningún tratamiento pre germinativo.

### 3.8.6. *Almacigado de las semillas*

El almacigado o siembra de las semillas se realizó después de ser sometidas a los tratamientos establecidos, se realizó de forma manual, haciendo un hoyo en la cama almaciguera y colocando la semilla de forma ordenada, posteriormente se cubrió con una capa del sustrato utilizado para todos los tratamientos (Figura 11)

**Figura 11**

*Siembra de semillas*



### 3.8.7. *Actividades culturales*

**Riegos.** Los riegos se realizaron cada vez que el sustrato presentaba un aspecto poco seco, este riego se realizó con la ayuda de una regadera que se construyó manualmente (Figura 12).

**Deshierbo.** Se realizó cada vez que se notaba la presencia de malezas dentro de las camas germinadoras, esta actividad se hizo de forma manual, evitando dañar las plántulas (Figura 12).

**Observación del estado sanitario.** Se hicieron observaciones permanentes, revisando las plántulas, el sustrato, la estructura de la cama germinadora, con la finalidad de eliminar algún agente patógeno como hormigas, caracoles entre otros que pudieran perjudicar a las plantas durante el experimento.

**Control de sombra.** La sombra se controló considerando el desarrollo y necesidades que necesito el proceso experimental.

### **Figura 12**

*Actividades silviculturales de riego y desyerbo*



#### **3.8.8. Evaluaciones y toma de datos de campo**

Las evaluaciones en campo se realizaron diariamente, esta evaluación consistió en realizar observaciones en las unidades experimentales con la finalidad de verificar la presencia de semillas germinadas, cuando éstas se verificaron se procedió a registrar la información correspondiente; la toma de datos se realizó una vez a la semana, luego que las semillas empezaron a germinar, inicialmente se procedió a registrar el diámetro de tallito de la plántula y posterior a la emergencia de las hojas se pasó a registrar los datos correspondientes. El proceso de evaluación fue la siguiente:

***Germinación de las semillas.*** Esta evaluación consistió en verificar cada unidad experimental de cada tratamiento ensayado, realizando el conteo de las semillas que germinaron, esta información fue registrada cada vez que se presencié una semilla germinada.

***Número de hojas.*** Esta evaluación consistió en el conteo de cada una de las hojas de cada plántula en cada unidad experimental, esta información se registró una vez a la semana.

***Longitud de las hojas.*** Para obtener esta medida se utilizó una regla milimetrada, considerando la longitud de la base hacia el ápice de la hoja de la plántula también se registró

el ancho de la hoja, en la parte más ensanchada de cada uno de las hojas, esta información se registró una vez a la semana (Figura 13).

**Altura de la plántula.** Utilizando una regla milimetrada se realizó la medida de cada una de las plántulas, considerando desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la plántula.

**Diámetro del tallo.** La medida de diámetro de los tallitos se tomó con la ayuda de un vernier, colocándolo a la altura de cuello de la raíz (Figura 13)

**Longitud de raíces.** Una vez finalizado el experimento se realizó la medida de la raíz principal de la plántula.

### Figura 13

*Evaluaciones de las variables en estudio*



#### 3.8.9. *Procesamiento y análisis de información*

##### **Porcentaje de germinación (PG)**

Con los datos del número de semillas germinadas, de cada uno de los tratamientos, se realizaron los cálculos del porcentaje de germinación de las semillas para cada tratamiento (Scott et al., 1984), mediante la aplicación de la fórmula:

$$PG = \frac{G}{N} \times 100$$

Donde:

PG = Porcentaje de germinación.

G = Total de semillas germinadas.

N = Total de semillas almacigadas.

### **Cálculo del índice de robustez (IR)**

Se obtuvo mediante la altura de la planta entre el diámetro del tallo (Sáenz et al., 2018), aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{IR} = \text{Altura de la planta} / \text{diámetro del tallo}$$

### **Cálculo de índice de proporcionalidad biométrica (IPB)**

Esta información se consiguió de la relación de la parte aérea de la planta y la parte radicular (Sáenz et al., 2018):

$$\text{IPB} = \text{peso seco de la parte aérea} / \text{peso seco de la raíz}$$

### **Energía de germinación**

Es la relación entre el tiempo que germinan las semillas entre el número total de semillas ensayadas (FAO, 1991), aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{Energía de germinación} = \text{GA} / \text{n} * 100$$

Donde:

GA = Germinación acumulada (tiempo en que germinan las semillas).

n = Número total de semillas en prueba.

### ***3.8.10. Tratamiento y análisis de datos***

El procesamiento y análisis de los datos de campo, se ordenaron en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2016), donde se produjeron tablas y figuras; asimismo, se procesaron estadísticamente, para obtener el análisis de varianza ANVA para demostrar si existe diferencia estadística significativa.

### ***3.8.11. Presentación de la información (texto, tablas, figuras)***

La información obtenida tanto en campo como en gabinete; posteriormente a ser procesada, analizada e interpretadas obteniendo los resultados del estudio; esta información fue redactada y consolidada haciendo uso de una hoja de texto (Microsoft Word); elaborando un documento final, considerando todos los parámetros establecidos por la carrera profesional de ingeniería forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca y sus normas correspondientes.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

En los resultados se presenta el análisis sobre la germinación de las plántulas de la especie de (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), aplicando tratamientos físicos pregerminativos, los cuales se detallan en los siguientes ítems

##### 4.1.1. Evaluación de la variable altura de la planta para todos los tratamientos evaluados

**Tabla 1**

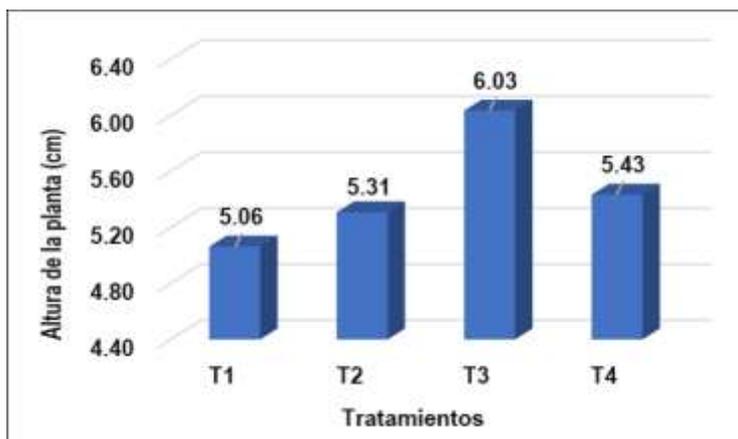
*Altura de la planta promedios (cm) para todos los tratamientos ensayados*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	4,43	5,71	5,90	4,80
R2	5,76	5,21	6,20	5,90
R3	5,00	5,01	6,00	5,60
Promedio (cm)	5,06	5,31	6,03	5,43

*Nota.* Promedios (cm) de alturas de las plantas de todos los tratamientos ensayados

**Figura 14**

*Altura de la planta promedios (cm) para todos los tratamientos ensayados*



*Nota.* Variable altura de las plántulas (cm) de todos los tratamientos ensayados

La tabla 1 y la figura 14 muestran la altura de la planta para todos los tratamientos evaluados, el tratamiento tres (T3) fue el que presentó mayor altura con un promedio de 6,03 cm de alto, seguido del tratamiento cuatro (T4) con 5,43 cm de altura de la planta, el tratamiento dos (T2) tuvo una altura de 5,31 cm en promedio y finalmente el tratamiento uno (T1) presentó un promedio de 5,06 cm de alto de la planta.

**Tabla 2**

*Análisis de varianza ANOVA para la altura de la planta*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	1,5297	3	0,50989	2,212	0,164	4,07	No significativo
Error	1,8442	8	0,23052				
Total	3,3738	11					

*Nota.* Tabla ANOVA para la variable altura de la planta (cm), con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 2 muestra el análisis de varianza ANOVA para la variable evaluada altura de la planta para todos los tratamientos ensayados, los valores de F calculado (2,21) es menor que el valor crítico de F (4,07), además el valor P es mayor que el nivel de significancia (0,05), demostrando que no es estadísticamente significativo, es decir que los tratamientos aplicados causaron un efecto homogéneo en la germinación de las semillas de *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn.

**Tabla 3**

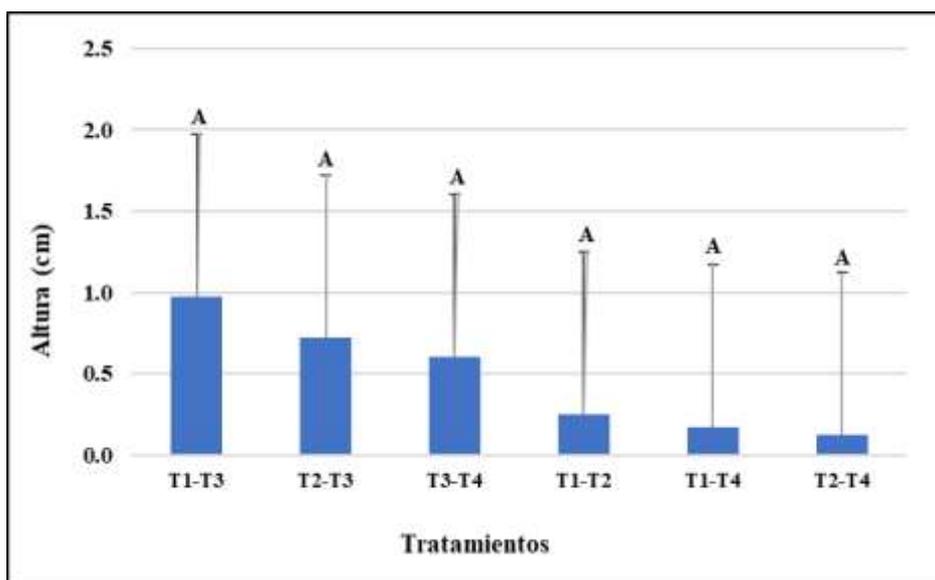
*Análisis Tukey para altura de la planta*

Tratamientos	Diferencia de medias	N	
T1-T2	0,25	3	A
T1-T3	0,97	3	A
T1-T4	0,17	3	A
T2-T3	0,72	3	A
T2-T4	0,12	3	A
T3-T4	0,6	3	A

Nota. Las medias que se representan con una sola letra (A), no tienen significancia estadística

**Figura 15**

*Análisis Tukey para altura de la plata*



Nota. Representación gráfica del análisis de Tukey, para altura de la planta, donde se evidencia que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos ensayados

La tabla 3 y la figura 15 muestran el análisis de la prueba de significancia estadística Tukey, para la altura de las plántulas, según el análisis de los resultados, las comparaciones de las medias de los tratamientos ensayados no presentan diferencia estadística significativa entre sus medias, por lo tanto, se confirma que todos los tratamientos ensayados producen efectos similares en la altura de las plántulas de *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn

#### 4.1.2. Evaluación de la variable diámetro del tallo para todos los tratamientos evaluados

**Tabla 4**

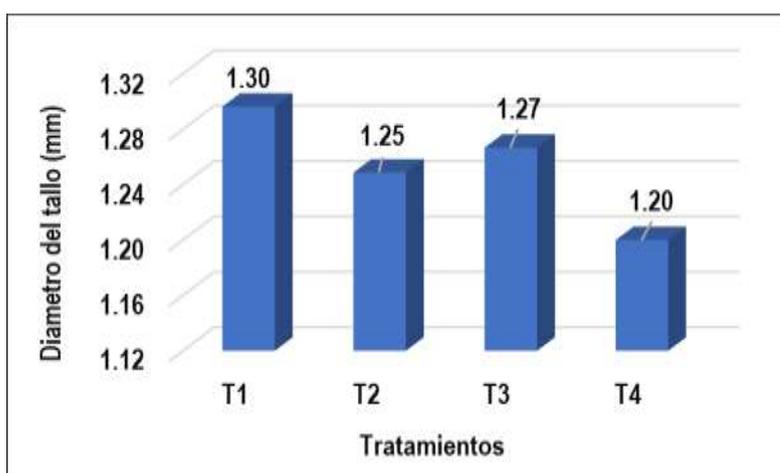
*Diámetro del tallo promedio (mm) para todos los tratamientos ensayados*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	1,30	1,32	1,30	1,20
R2	1,28	1,19	1,20	1,20
R3	1,31	1,23	1,30	1,20
Promedio (mm)	1,30	1,25	1,27	1,20

*Nota.* Datos promedios de la variable diámetro del tallo (mm), de todos los tratamientos ensayados

**Figura 16**

*Diámetro del tallo promedios (mm) para todos los tratamientos ensayados*



*Nota.* Representación grafica de la variable evaluada diámetro del tallo (mm) para todos los tratamientos ensayados

La tabla 4 y la figura 16 muestra el diámetro del tallo para todos los tratamientos aplicados, según los resultados el mayor diámetro del tallo se obtuvo mediante el tratamiento uno (T1) con 1,30 mm de diámetro en promedio, seguido del tratamiento tres (T3) con 1,27 mm de diámetro, para el tratamiento dos (T2) se obtuvo un promedio de 1,25 mm y finalmente el tratamiento cuatro (T4) con 1,20 mm de diámetro del tallo en promedio.

**Tabla 5***Análisis de varianza ANOVA para el diámetro del tallo*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	0,0147	3	0,00489	2,569	0,127	4,07	No significativo
Error	0,0152	8	0,00190				
Total	0,0299	11					

*Nota.* Tabla ANOVA para la variable diámetro del tallo (mm), con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 5 muestra el análisis de varianza ANOVA para la variable evaluada diámetro del tallo para todos los tratamientos ensayados, demostrando que no existe significancias estadísticas entre los tratamientos, dado que F calculado (2,56) es menor que el valor crítico de F (4,07) asimismo el valor P es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo que los tratamientos aplicados produjeron similares efectos en la geminación de la semilla de la especie evaluada.

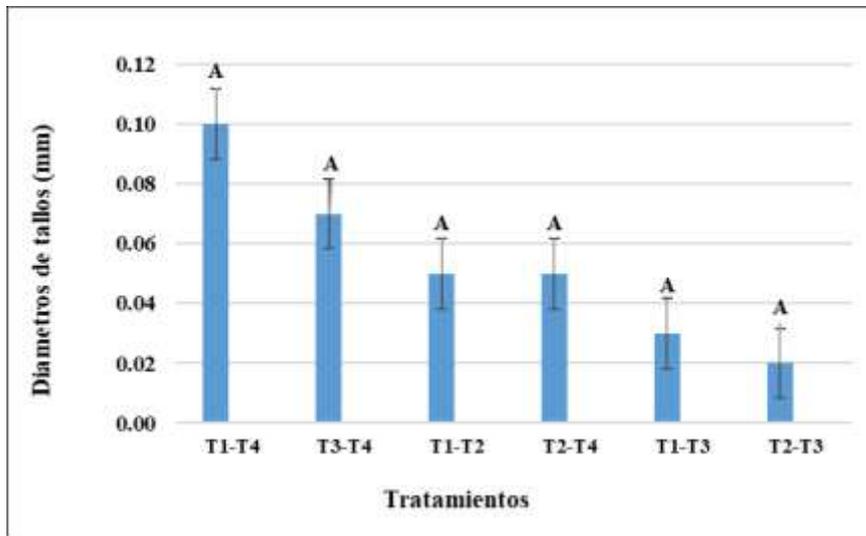
**Tabla 6***Análisis Tukey para diámetro del tallo*

Tratamientos	Diferencia de medias	N	
T1-T2	0,05	3	A
T1-T3	0,03	3	A
T1-T4	0,10	3	A
T2-T3	0,02	3	A
T2-T4	0,05	3	A
T3-T4	0,07	3	A

*Nota.* Las medias que se representan con una sola letra (A), no tienen significancia estadística

**Figura 17**

*Análisis Tukey para diámetro de tallos*



Nota. Representación gráfica del análisis de Tukey, para diámetro del tallo, donde se evidencia que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos ensayados

La tabla 6 y la figura 17 muestran el análisis de la prueba de significancia estadística Tukey, para el diámetro de los tallos, según el análisis de los resultados, las comparaciones de las medias de los tratamientos ensayados no muestran diferencia estadística significativa entre sus medias, por lo tanto, se corrobora que todos los tratamientos ensayados generan efectos iguales en el diámetro de tallo de plántulas de *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn

#### **4.1.3. Evaluación de la variable número de hojas para todos los tratamientos evaluados**

**Tabla 7**

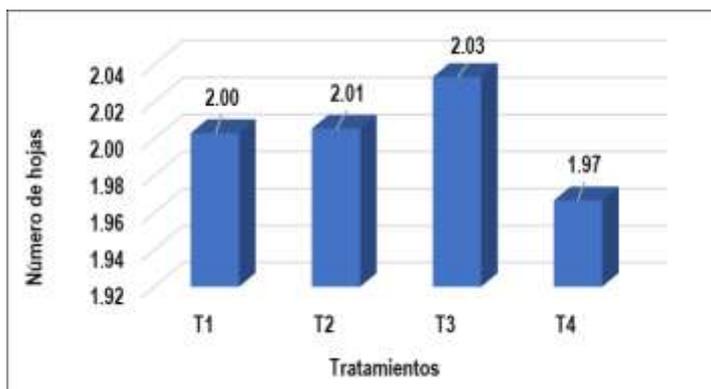
*Número de hojas promedios para todos los tratamientos ensayados*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	1,96	2,08	2,10	1,90
R2	1,96	1,97	2,00	2,00
R3	2,09	1,97	2,00	2,00
Promedio	2,00	2,01	2,03	1,97

*Nota.* Datos promedios del número de hojas, para todos los tratamientos evaluados

**Figura 18**

*Número de hojas promedio para todos los tratamientos ensayados*



*Nota.* Representación gráfica del numero de hojas para todos los tratamientos ensayados

La tabla 1 y figura 18 muestran en número de hojas de la especie michino para todos los tratamientos ensayados, donde se evidencia una ligera variación, donde el mayor número de hojas lo presenta el tratamiento tres (T3), obteniendo un promedio de 2,03 hojas, seguido del tratamiento dos (T2) con un promedio de 2,01 hojas, para el tratamiento uno (T1), se obtuvo 2,00 hojas en promedio y por último el tratamiento cuatro (T4) contó con 1,97 hojas en promedio.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza ANOVA para el número de hojas*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	0,0067	3	0,00224	0,541	0,667	4,07	No significativo
Error	0,0331	8	0,00414				
Total	0,0399	11					

*Nota.* Nota. Tabla ANOVA para la variable número de hojas, con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 8 muestra el análisis de varianza ANOVA para la variable evaluada número de hojas para todos los tratamientos ensayados, con un nivel de significancia de 0,05; los valores de F calculado (0,541) es menor que el valor de F (4,07), además el valor P es mayor que el nivel de significancia (0,05), cuyos resultados son estadísticamente no significativos, es decir los tratamientos pre germinativos aplicados producen efectos similares en el número de hojas de la especie en estudio.

#### 4.1.4. Evaluación de la variable longitud de la hoja para todos los tratamientos evaluados

**Tabla 9**

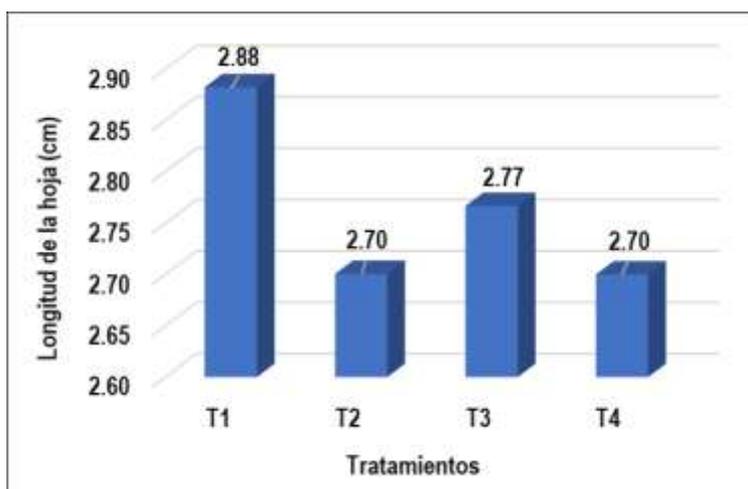
*Longitud de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos ensayados*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	2,87	2,90	2,80	2,60
R2	2,79	2,58	2,80	2,80
R3	2,99	2,63	2,70	2,70
Promedio (cm)	2,88	2,70	2,77	2,70

*Nota.* Datos promedios de la variable longitud de la hoja para todos los tratamientos ensayados

**Figura 19**

*Longitud de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos ensayados*



*Nota.* Representación gráfica de la variable longitud de la hoja (cm), para todos los tratamientos ensayados

La tabla 9 y la figura 19 muestra la longitud de la hoja para todos los tratamientos ensayados, el tratamiento que presentó mayor longitud en las hojas fue el tratamiento uno (T1) con 2,88 cm en promedio, seguido del tratamiento tres (T3) que registró 2,77 cm de largo de la hoja, en el tratamiento dos y cuatro (T2, T4) se obtuvo 2,70 cm de longitud de la hoja en promedio.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza ANOVA para la longitud de la hoja*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	0,0664	3	0,02212	1,693	0,245	4,07	No significativo
Error	0,1045	8	0,01307				
Total	0,1709	11					

*Nota.* Tabla ANOVA para la variable longitud de la hoja (cm), con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 10 muestra el análisis de varianza ANOVA para la longitud de las hojas para todos los tratamientos ensayados, F calculado (1,69) es menor que el valor crítico de F (4,07) y además el valor P es mayor que el nivel de significancia (0,05), evidenciado que no es significativo estadísticamente, es decir que los tratamientos aplicados en la germinación de las semillas tienen el mismo efecto en el crecimiento de la longitud de las hojas.

#### **4.1.5. Evaluación de la variable ancho de la hoja para todos los tratamientos evaluados**

**Tabla 11**

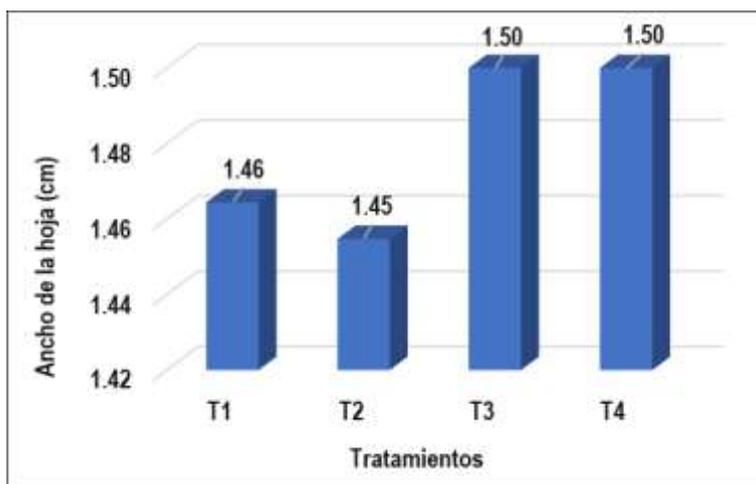
*Ancho de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos ensayados*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	1,41	1,47	1,50	1,50
R2	1,48	1,47	1,50	1,50
R3	1,51	1,42	1,50	1,50
Promedio (cm)	1,46	1,45	1,50	1,50

*Nota.* Datos promedios de la variable ancho de la hoja (cm), para todos los tratamientos ensayados

**Figura 20**

*Ancho de la hoja promedio (cm) para todos los tratamientos ensayados*



*Nota.* Representación gráfica de la variable evaluada ancho de la hoja (cm), para todos los tratamientos ensayados

La tabla 11 y la figura 20 muestran el ancho de la hoja de todos los tratamientos evaluados, los tratamientos tres y cuatro (T3, T4) obtuvieron 1,50 cm de ancho de la hoja en promedio, seguido del tratamiento uno (T1) con 1,46 cm en promedio y finalmente el tratamiento dos (T2) se obtuvo un promedio de 1,45 cm de ancho de la hoja.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza ANOVA para el ancho de la hoja*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	0,0050	3	0,00168	2,113	0,177	4,07	No significativo
Error	0,0064	8	0,00080				
Total	0,114	11					

*Nota.* Tabla ANOVA para la variable ancho de la hoja (cm), con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 12 muestra el análisis de varianza ANOVA para la variable ancho de la hoja para todos los tratamientos ensayados, donde F calculado (2,11) es menor que el valor crítico de F (4,07) y además el valor P (0,17) es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo que no es significativo estadísticamente entre los tratamientos, es decir que los tratamientos aplicados en la germinación de las semillas tienen un efecto similar para el desarrollo del ancho de las hojas.

#### 4.1.6. Evaluación de la variable longitud de raíces para todos los tratamientos evaluados

**Tabla 13**

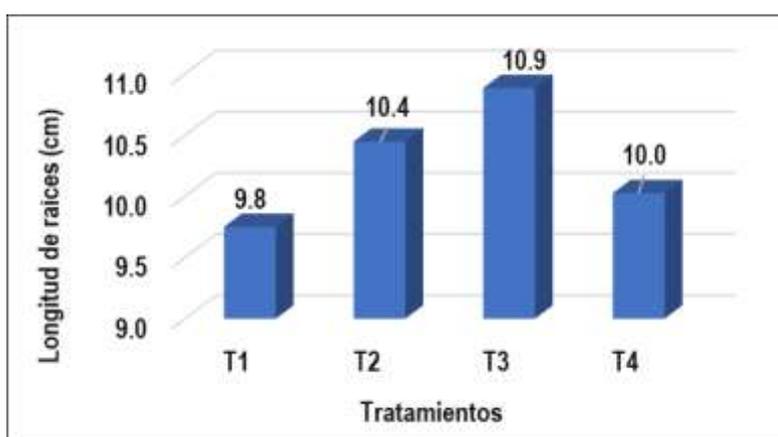
*Longitud de las raíces (cm) para todos los tratamientos ensayados*

Repeticiones	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
R1	9,5	9,4	8,9	9,0
R2	9,1	11,3	12,6	10,1
R3	10,6	10,7	11,1	11,0
Promedio (cm)	9,8	10,4	10,9	10,0

*Nota.* Datos promedios de la variable longitud de las raíces (cm) para todos los tratamientos ensayados

**Figura 21**

*Longitud de raíces para todos los tratamientos ensayados*



*Nota.* Representación gráfica, de la variable longitud de las raíces (cm), para todos los tratamientos ensayados

La tabla 13 y figura 21 muestran la longitud de las raíces para todos los tratamientos ensayados, el tratamiento tres (T3) tuvo la mayor longitud de raíces con 10,9 cm de largo en promedio, seguido del tratamiento dos (T2) que se registró 10,4 cm de largo de las raíces, el tratamiento cuatro (T4) obtuvo 10 cm de largo de raíces y finalmente el tratamiento uno (T1) se obtuvo un promedio de 9,8 cm de longitud de las raíces.

**Tabla 14**

*Análisis de varianza ANOVA para la longitud de las raíces*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	2,21	3	0,737	0,467	0,713	4,07	No significativo
Error	12,63	8	1,578				
Total	14,84	11					

*Nota.* Tabla ANOVA para la variable longitud de las raíces (cm), con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 14 muestra el análisis de varianza ANOVA para la longitud de las raíces para todos los tratamientos ensayados, donde F calculado (0,46) es menor que el valor crítico de F (4,07), además el valor P (0,71) es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo que no existe significancia estadística entre los tratamientos aplicados para la variable longitud de las raíces, es decir que los tratamientos aplicados influyen homogéneamente en el crecimiento de la longitud de las raíces.

#### 4.1.7. Porcentaje de germinación de las semillas para todos los tratamientos evaluados

**Tabla 15**

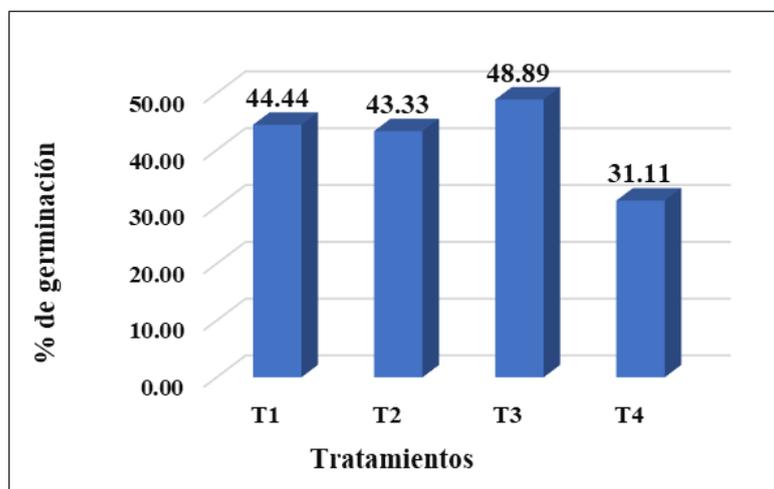
*Porcentaje de germinación de las semillas*

Tratamientos	Total semillas germinadas	Total semillas almacigadas	% de germinación
T1	40	90	44,44
T2	39	90	43,33
T3	44	90	48,89
T4	28	90	31,11

*Nota.* Datos promedios del porcentaje de germinación de las semillas de michino para todos los tratamientos ensayados

**Figura 22**

*Porcentaje de germinación de las semillas*



*Nota.* Representación gráfica del porcentaje de germinación de todos los tratamientos ensayados

La tabla 15 y la figura 22 muestran el porcentaje de germinación para todos los tratamientos ensayados, el tratamiento tres (T3) presentó mayor porcentaje con 48,89 % de germinación de semillas en promedio, seguido del tratamiento uno (T1) con 44,44 % de germinación, el tratamiento dos (T2) tuvo una germinación de 43,33 % y por último el

tratamiento cuatro (T4) contó con un porcentaje de 31,11 % de germinación promedio de las semillas.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza ANOVA para el porcentaje de germinación de las semillas*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F. calculado	Valor P	Valor crítico de F	Significancia
Tratamientos	209,1	3	69,7	0,081	0,96	4,07	No significativo
Error	6848,3	8	856,0				
Total	7057,4	11					

*Nota.* Tabla ANOVA para la variable porcentaje de la germinación, con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ )

La tabla 16 muestra el análisis de varianza ANOVA, para el porcentaje de semillas para todos los tratamientos ensayados; F calculado (0,081) es menor que el valor crítico de F (4,07), por ende, el valor P (0,96) es mayor que el nivel de significancia (0,05), por lo tanto, los tratamientos aplicados en la germinación de las semillas no son significativo estadísticamente, es decir que los tratamientos ensayados influyen similarmente sobre la germinación de las semillas de michino.

**Tabla 17**

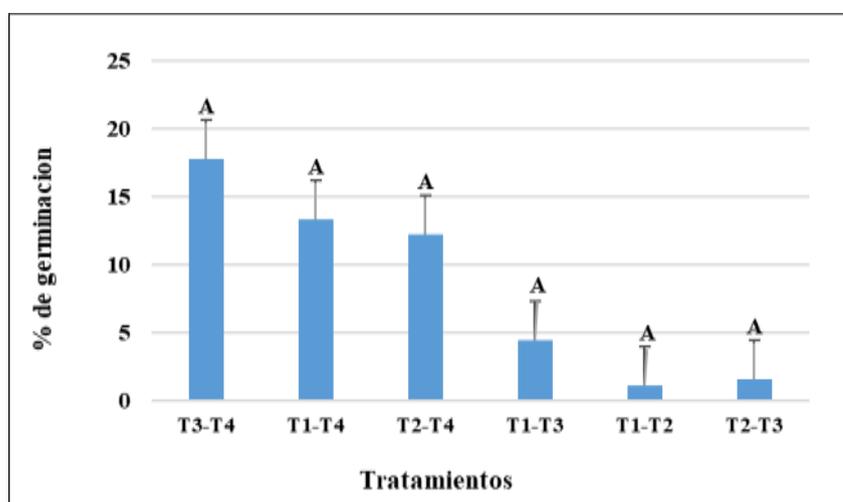
*Análisis Tukey para el porcentaje de germinación*

Tratamientos	Diferencia de medias	N	
T1-T2	1,11	3	A
T1-T3	4,45	3	A
T1-T4	13,33	3	A
T2-T3	1,56	3	A
T2-T4	12,22	3	A
T3-T4	17,78	3	A

*Nota.* Las medias que se representan con una sola letra (A), no tienen significancia estadística

**Figura 23**

*Análisis Tukey para porcentaje de germinación*



*Nota.* Representación gráfica del análisis de Tukey, para % de germinación, donde se evidencia que no existe diferencia entre las medias de los tratamientos ensayados

La tabla 17 y la figura 23, muestran el análisis de la prueba de significancia estadística Tukey, para el porcentaje de germinación de semillas de michino, según el análisis de los resultados, en las comparaciones de las medias de los tratamientos ensayados no tienen diferencia estadística significativa entre sus medias, por lo tanto, se afirma que todos los tratamientos ensayados producen efectos similares en el porcentaje de germinación de semillas de *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn

#### **4.1.8. Índice de robustez de la plántula para todos los tratamientos evaluados**

**Tabla 18**

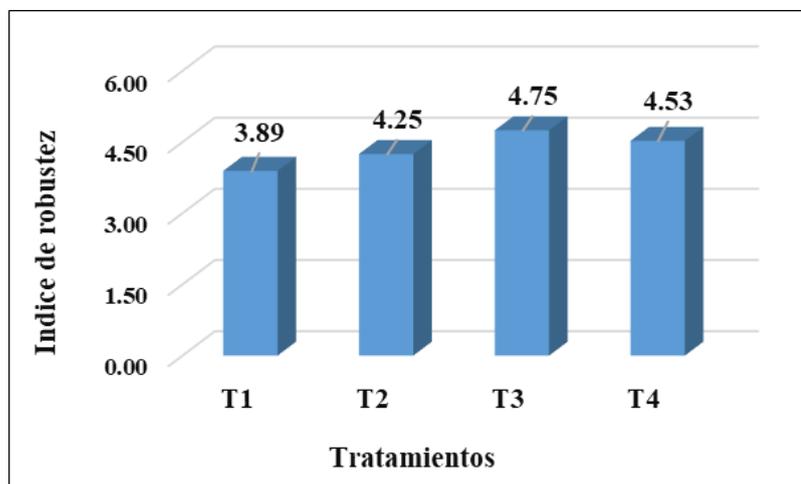
*Índice de robustez de la plántula*

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Índice de robustez
T1	5,06	1,3	3,89
T2	5,31	1,25	4,25
T3	6,03	1,27	4,75
T4	5,43	1,2	4,53

*Nota.* Datos del índice de robustez de las plántulas de michino para todos los tratamientos ensayados

**Figura 24**

*Índice de robustez*



*Nota.* Representación gráfica del índice de robustez, para todos los tratamientos ensayados

La tabla 18 y la figura 24 muestran el índice de robustez de las plántulas para todos los tratamientos evaluados, el mayor índice de robustez de las plántulas lo presentó el tratamiento tres (T3) con 4,75, seguido del tratamiento cuatro (T4) con 5,63, el tratamiento dos (T2) tuvo un índice de robustez de 4,25 y finalmente el tratamiento uno (T1) contó con 3,89.

#### **4.1.9. Índices de proporcionalidad biométrica para todos los tratamientos ensayados**

**Tabla 19**

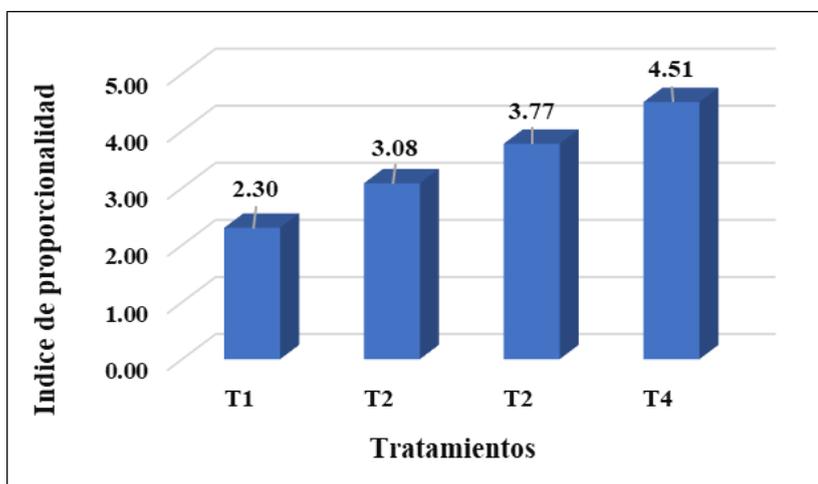
*Índices de proporcionalidad biométrica (IPB)*

Tratamientos	Peso seco-área (g)	Peso seco-raíz (g)	IPB
T1	0,137	0,059	2,30
T2	0,140	0,045	3,08
T2	0,151	0,040	3,77
T4	0,148	0,033	4,51

*Nota.* Datos del índice de proporcionalidad biométrica de las plántulas de michino que fueron puestas en germinación

**Figura 25**

*Índice de proporcionalidad biométrica*



*Nota.* Representación grafica del índice de proporcionalidad biométrica de las plántulas de michino

La tabla 19 y la figura 25 muestran el índice de proporcionalidad biométrica para todos los tratamientos ensayados, el tratamiento cuatro (T4) presenta el mayor índice de proporcionalidad con 4,51, seguido del tratamiento tres (T3) con 3,77, el tratamiento dos (T2) presento un 3,08 y finalmente el tratamiento uno (T1) tuvo el 2,30 de índice de proporcionalidad biométrica.

#### **4.1.10. Energía de germinación para todos los tratamientos evaluados**

**Tabla 20**

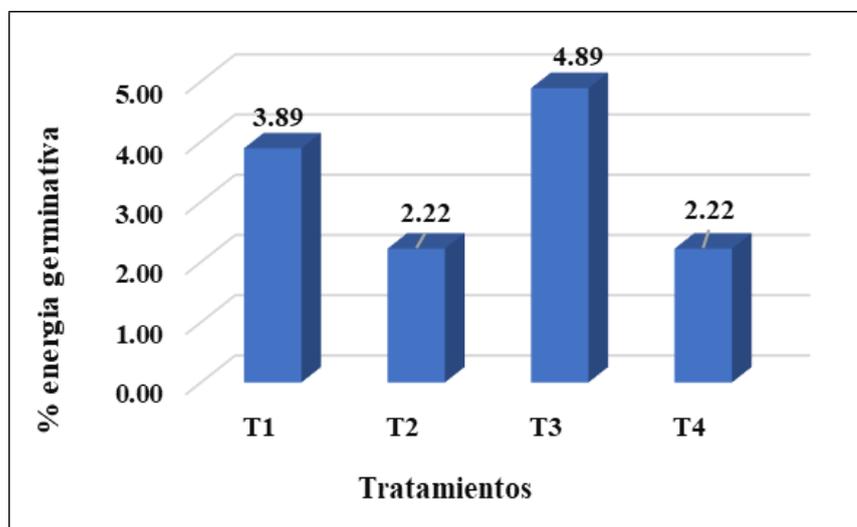
*Energía de germinación*

Tratamientos	N° de semillas en prueba	Germinación acumulada	Energía germinativa (%)
T1	90	3,5	3,89
T2	90	2,0	2,22
T3	90	4,4	4,89
T4	90	2,0	2,22

*Nota.* La tabla muestra datos de la energía germinativa de las semillas ensayadas para todos los tratamientos ensayados

**Figura 26**

*Energía germinativa*



Nota. Representación gráfica de la energía germinativa de las semillas de la especie en estudio, puestas en germinación

La tabla 20 y la figura 26 muestran la energía germinativa para todos los tratamientos ensayados, el tratamiento tres (T3) presentó el mayor porcentaje de germinación diaria alcanzando el 4,89 %, seguido del tratamiento uno (T1) con 3,89 %, los tratamientos dos y cuatro (T2 y T4), presentaron una germinación más lenta con 2,22 % por cada tratamiento.

#### **4.2. Discusión**

El proceso de germinación se desarrolló en camas germinadoras conteniendo como sustrato arena fina, el germinador estuvo ubicado en un ambiente adecuado y bajo sombra, las semillas fueron cuidadosamente seleccionadas de forma manual con la finalidad de eliminar semillas vanas y en mal estado obteniendo semilla de buena calidad para optimizar los resultados sobre la germinación; según la literatura consultada indica que en unas pruebas de corte realizadas a las semillas de la especie (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), mostraron que el 35 % de las semillas se encontraron huecas o vacías (Francis et al., 2000, p. 358); asimismo se realizaron pruebas con semillas recolectadas en la Estación Biológica El Zafire, donde se seleccionaron a 280 semillas previamente secas al sol, determinándose que el 75 % de estas fueron vanas e inviables (Weaver 1990, p. 21).

Esta semilla se requiere de sombra para su crecimiento inicial es por ello que todo el proceso de germinación del presente estudio se mantuvo bajo sombra.

En el presente estudio la especie de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) presentó una germinación lenta y heterogénea, el tiempo para el inicio de la germinación fue de nueve meses después de la siembra de la semilla y el periodo de germinación fue más de dos meses contando desde la aparición de la primera semilla hasta la última semilla germinada, esto se debería probablemente a la dureza e impermeabilidad de la testa de la semilla; no obstante Reynel et al. (2003 p. 386) hace mención que las semillas de esta especie presentan una germinación a los 40 a 60 días. Weaver (1990) señala que la germinación de esta semilla es epigea e irregular a través de un largo periodo de tiempo e inclusive algunas semillas pueden llegar a germinar durante el segundo año, asimismo Rivera et al. (2013, p. 95) menciona que, las semillas pueden presentar algún tipo de latencia es decir que tarda un tiempo prolongado para germinar; esto se debería a la dureza de la testa impidiendo que las semillas germinen con normalidad, afectando su desarrollo en esa etapa. Por otro lado, se ha señalado que la germinación de esta especie en bosques naturales, puede tardar entre 8 y 12 meses. logrando valores de alrededor de 20 % de germinación (Forget et al., 2001, citado por Rivera et al. 2013, p. 96).

En el presente estudio se tuvo un máximo de germinación del 48 % para el tratamiento tres (T3) que consistió en el lijado del extremo de la semilla, no obstante esta germinación se presentó después de nueve meses de sembrado de la semilla por lo que se considera que la semilla de esta especie presenta un estado de latencia prolongado, sin embargo Lugo & Zimmerman (2002, p. 21) refiere lo contrario a lo determinado en el presente estudio; señala que las semillas de esta especie no presenta latencia en la germinación de la semilla que a su vez la semillas presentan un periodo de viabilidad corto, en su estudio realizado en Puerto Rico, indican que estas semillas no presentan dormancia, alcanzando valores de hasta un 42 % del total de semillas viables; en esta investigación se alcanzó valores más altos sobre el porcentaje de germinación en comparación con otros estudio realizados, Francis et al. (2000, p. 358) refiere que aplicando tratamientos pre germinativos, mediante remojo de las semillas en el rajado ligero de la semilla solamente se tuvo una germinación del 10 %; asimismo, menciona que semillas de este especie fueron sometidas a tratamientos, almacenándose a temperatura ambiente y a 4 °C en sacos de papel y en botellas selladas por unos períodos de 1, 2, 3 y 6 meses y un control se sembró inmediatamente y como resultados mostraron que las semillas tratadas fueron prácticamente

de cero, sin embargo las que fueron sembradas de inmediato se tuvo un éxito del 60 %. (Weaver, 1990) señala que las semillas deben sembrarse en hojarasca húmeda, ya que no son capaces de emerger a través del suelo, recomendando la escarificación por abrasión de las semillas y la inmersión en agua 12 horas antes de la puesta a germinación. Trabajos experimentales realizados por el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, mostraron que semillas sembradas en vivero a plena exposición germinaron mejor y alcanzaron una altura 2 veces mayor que los especímenes bajo sombra luego de 10 meses.

La recolección de las semillas, se realizó de árboles desarrollados dentro de cultivos, en zona húmedas, en el distrito de Huarango; se seleccionaron semillas maduras y en buen estado que se encontraron bajo el árbol, para luego ser sometidas a los tratamientos establecidos; durante este proceso se encontraron plántulas de michino producto de la regeneración natural que se desarrollaban en un ambiente cubierto de hojarasca abundante bajo la sombra del árbol materno, por lo que se considera que esta especie requiere de sombra y bajo un ambiente húmedo para su germinación y su crecimiento inicial; concordando con Lugo & Zimmerman (2002, p. 9) quien indica que *Manilkara bidentata* es una especie tolerante a sombra en la etapa de plántula y es considerado árbol de bosque primario; Francis et al. (2000, p. 358) señala que Las plántulas silvestres son capaces de crecer bajo una sombra intensa y en una cobertura herbácea; asimismo You y Petty (1991) refiere que las plántulas de esta especie tiene plántulas que sobreviven por décadas bajo un dosel cerrado y que presentan un crecimiento lento, pero los individuos maduros dominan el dosel, estas características sugieren una estrategia no pionera, sin embargo, *Manilkara bidentata* crece explosivamente después de disturbios, al igual que las pioneras; sin embargo Uriarte et al. citado por Rivera et al. (2013, p. 97) señala el desarrollo de las plántulas presentan una limitante que puede estar relacionado a los bajos niveles de luminosidad, por lo que este autor considera que esta especie requiere de luminosidad intermedia, que puede estar relacionado con aparición de hojas primordiales (cotiledones) y la germinación epigea, que indica una germinación que tiene lugar por encima del suelo. *Manilkara bidentata*, a pesar de ser tolerante a la sombra, presenta un bajo número de plántulas en el sotobosque, lo que sugiere algún tipo de limitación asociada a la germinación (Forget et al. 2001, p. 7).

Del Águila (2012, p. 3) señala que el michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), es de importancia ecológica y económica que requiere de mayores estudios referente a los aspectos silviculturales. Las semillas de este género presentan un comportamiento intermedio al almacenamiento, las semillas no deben secarse

completamente antes del almacenamiento, cuya viabilidad se mantiene hasta por 24 meses cuando son almacenadas secas y a una temperatura de 5 °C (FAO y IPGRI, 1998). Por otro lado, Weaver (1990) manifiesta que la regeneración artificial de quinilla (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn) se alcanza de manera más efectiva mediante la siembra directa de semillas o el trasplante de plántulas en bolsas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

En el presente estudio se realizó la evaluación del proceso de germinación de semillas de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), aplicando cuatro tratamientos pregerminativos físicos; realizando evaluaciones diarias, para verificar la emergencia de las semillas, donde las primeras semillas empezaron a germinar a los nueve meses después de la siembra de las semillas, presentándose un periodo de germinación de las semillas de dos meses y ocho días, considerando que esta especie presenta una germinación lenta y heterogénea.

El tratamiento tres (T3). consistió en lijando de la parte del ápice de la semilla, fue con el que se logró mejores resultados con respecto al porcentaje de germinación de la semilla, energía germinativa, índice de robustez de las plántulas, altura de la planta, número de hojas, ancho de la hoja y longitud de raíces en comparación con los demás tratamientos ensayados; sin embargo las variables evaluadas como la longitud de la hoja y diámetro del tallo se obtuvo mejores resultados aplicando el tratamiento uno (T1), que consistió en la inmersión de la semilla en agua caliente.

Según el análisis de varianza ANOVA, con un nivel de significancia de 0,05, se determinó que los tratamientos aplicados en la germinación de la semilla de michino (*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn), no presentaron diferencia estadística significativa, entre los tratamientos ensayados para ninguna variable evaluada, es decir que todos los tratamientos evaluados causaron un efecto similar en la germinación de la semilla de la especie *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn

#### 5.2. Recomendaciones

Continuar con el desarrollo de estudios sobre germinación de la semilla de esta especie *Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn, aplicando diferentes tratamientos pre germinativos, dado que mediante el desarrollo del presente estudio se considera que esta semilla presenta una latencia prolongada, con la finalidad de encontrar un tratamiento que cuyos resultados sea una germinación rápida y homogénea.

En estudios posteriores se recomienda que la semilla para ser germinada sea seleccionada mediante el fruto maduro, que se encuentre en el árbol, cuando la testa de la semilla aún no ha llegado a su endurecimiento total y que la siembra sea inmediatamente, evitando el almacenamiento.

Desarrollar estudio utilizando diferentes sustratos para la germinación de la semilla como hojarasca, entre otros con la finalidad de determinar el medio más adecuado para obtener una germinación óptima.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abubakar, M.; Attanda, M. (2022). *Factores que causan inactividad de las semillas*. En libro: Actualizaciones sobre biología de semillas. 15. p. [https://www.researchgate.net/publication/363940563\\_Factors\\_That\\_Causing\\_Seed\\_Dormancy](https://www.researchgate.net/publication/363940563_Factors_That_Causing_Seed_Dormancy)
- Angulo, A. Y.; Martínez, C. Y. (2022). *Evaluación de tratamientos pre germinativos en semillas de *Tabebuia rosea* Bertol en el municipio de San Andrés de Tumaco*. Trabajo de Grado, requisito para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. 34 p.
- APG IV (Angiosperm Phylogeny Group). (2016). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV*. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1-20. <http://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Arévalo, J. P. (1998). *Tratamientos para mejorar la germinación de semillas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y algarrobo (*Prosopis spp.*)*. Investigación como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Honduras. 43 p. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f7c994ad-d66e-480f-a6ad-73ba10ee87b6/content>
- Choudhury, A.; Karmakar, S. (2020). *Germinación: la forma de entrar en una nueva vida*. AgriCos e-Newsletter. Volumen 01. Issue: 06. 5 p. <https://www.researchgate.net/publication/346972044>
- Choudhury, A.; Kumar, S. (2023). *Concepto de deterioro de semillas: motivo, factores, cambios durante el deterioro y preventivos, medidas para superar la degradación de las semillas*. 17 p. Article in American International Journal of Agricultural Studies. <https://www.researchgate.net/publication/372783642>
- Courtis, A. C. (2013). *Germinación de semillas. Gua de estudio*. Catedra de fisiología vegetal. 22 p. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>

- Cuellar, J. E.; Garrido, J. G. (2020). *Manejo de vivero forestal*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Primera edición. 30 p. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual\\_Manejo\\_Vivero\\_Forestal.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Manejo_Vivero_Forestal.pdf)
- Decreto Supremo N° 043. 2006 – AG. (2006). *Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre*. Normas legales peruanas. Publicación en el Diario oficial el peruano. 13 p.
- Del Águila, J. (2012). *Crecimiento inicial de "quinilla" Manilkara bidentata en plantaciones con diferentes distanciamientos de siembra*. Puerto Almendras, Loreto, Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/1780/T-634.99-D53.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Roma <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (1991). *Tratamiento previo de la semilla*. Capítulo 8. Roma. <https://www.fao.org/3/ad232s/ad232s10.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2019). *Materiales para capacitación en semillas*. Módulo 6: Almacenamiento de semillas. Roma. 120 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2011). *Semillas en emergencia*. Manual Técnico. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Roma. 83 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura). (2019). *Materiales para capacitación en semillas*. Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas. Roma.

- FAO/IPGRI (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (International Plant Genetic Resources Institute) (2010) *Jatropha: A smallholder bioenergy crop, the potential for pro-poor development*. Intetrated Crop Management. Vol. 8. Rome. doi: Diversity and distribution of genus *Jatropha* in Mexico. Roma. <http://www.fao.org/docrep/012/i1219e/i1219e.pdf>
- Farhadi, R., Rahmani, M.R., Salehi, B.M., & Sadeghi, M. (2012). *The effect of artificial aging on germination components and seedling growth of basil (*Ocimum basilica* L.) seeds*. *Journal of Agriculture and Food Technology*, 2, 69-72. Retrieved from [https://www.textroad.com/pdf/JAFT/J.%20Agric.%20Food.%20Tech.,%202\(4\)69-72,%202012.pdf](https://www.textroad.com/pdf/JAFT/J.%20Agric.%20Food.%20Tech.,%202(4)69-72,%202012.pdf)
- Flores, M. A., Ortega, E., Ortega, A. (2020). *Evaluación de tratamientos pre germinativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) en la ciudad de Pucallpa Perú*. *Revista peruana de Ciencias Forestales* 8(1): 88-103. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8128182>
- Forget, P-M., Rankin-De Merona, J. & Julliot, C. (2001). *The effects of forest type, harvesting and stand refinement on early seedling recruitment in a tropical rain forest*. *Journal of Tropical Ecology* 17: 593-609.
- Francis, K.; Lowe, C. A., Trabanino, S. (2000). *Bioecología de Arbóreas Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*. Gen. ech. Rep. IITF-15. Río Piedras, Puerto Rico: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. 582 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/[https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/Bioecologia\\_gtr15.pdf](https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/Bioecologia_gtr15.pdf)
- Joseph, A., Delva, J. (2016). *Respuesta germinativa de cuatro especies forestales nativas del Macizo de Cajas*. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26131/1/Tesis.pdf>
- Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Amir, A., & Kumar, H. (2010). *Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated aging*. *Asian Journal of Plant Science*, 9(3), 158–162. <https://doi.org/10.3923/ajps.2010.158.162>

- Karlsson, S.; Berberyan, A. (2014). Directrices para el tratamiento de semillas previa a la siembra: estratificación y escarificación. 12 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biodivers-southcaucasus.org/uploads/files/GIZ%20Stratification%20Guideline%20ENGLISH.pdf
- Kemp, R.H. (1975c). *Seed pretreatment and principles of nursery handling*. En Report on FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling Vol. II. FAO, Roma.
- Klinger, B. (2011). *Orientaciones para el manejo de las especies forestales amenazadas Chanul y Níspero basado en su estado de conservación en el Consejo Comunitario Mayor de Istmina, Chocó, Colombia*. Revista Bioetnia 8(2): 121-130.
- Kumar, R. (2019). *Propagación de plantas y manejo de viveros*. Conferencia No. 11. Facultad de Horticultura,
- Lara, J. E. (2021). *Determinación de tratamientos pre germinativos en semillas de Morella pubescens (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y Myrcianthes hallii (O. Berg) McVaugh, Ibarra, Ecuador*. Trabajo de titulación. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ciencias Agrarias. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11891/2/03%20FOR%20336%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- López, R; Montero, I. M. (2005). *Manual de identificación de especies forestales en bosques naturales con manejo certificable por comunidades*. Publicación del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y la Fundación Chemonics-Colombia. 128 p.
- Lugo, A. E. & Zimmerman, J. K. (2002). *Ecological life histories*. Pp. 191-213. En: Vozzo, J. A. (Ed.). Tropical tree seed manual. Agricultural Handbook 721. USDA Forest Service, Washington, D. C., USA.
- Maldonado, N. N. (2023). *Efecto de cuatro tratamientos pre germinativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels), Jaén, Cajamarca*. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6530711>

- Maldonado, S. D.; Cervantes, D, D. (2011). *Propagación vegetativa de quinilla (manilkara bidentata, a.dc.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación en el distrito de Morales, San Martin*. Universidad Nacional de San Martin. Facultad de Ciencias Agrarias. Tarapoto. 10 p.
- Martínez, M. A., Gomes, J. F., Arango, P. M., Gallo, C. (2020). *El análisis de calidad de semillas en un nuevo escenario tecnológico. Para mejorar la producción*. 59 - INTA EEA OLIVEROS. 8 p.  
[https://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8484/INTA\\_CRSantaFe\\_EEAOliveros\\_Martinez\\_MA\\_El\\_an%C3%A1lisis\\_de\\_calidad\\_de\\_semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8484/INTA_CRSantaFe_EEAOliveros_Martinez_MA_El_an%C3%A1lisis_de_calidad_de_semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Megias, M., Molist, P., Pombal, M. (2018). *Órganos vegetales La Semilla*. Atlas de Histología Vegetal y Animal. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. 19 p.  
<https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/o-v-semilla.pdf>
- Mostacero L. Mejía C. Gamarra T. (2009). *Fanerógamas del Perú – Taxonomía, utilidad y Ecogeografía*. Universidad nacional de Trujillo. Edición. CONCYTEC. Primera edición. Edit. Graficart. Trujillo - Perú. 1331 p.
- Núñez, F. O. (2023). *Evaluación de tratamientos pre germinativos y accesiones sobre la germinación de semillas de mote mote (Allophylus densiflorus Radlk) en la provincia de Chota, Cajamarca*. Tesis para optar el título de profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental. Universidad Autónoma de Chota. 86 p.
- Ortiz, V., Ordaz-Chaparro, V. M., Aldrete, A., Escamilla-Prado, E., Sánchez-Viveros, G., & López-Romero, R. M. (2018). *Tratamientos pre germinativos en semillas de dos especies del género Coffea*. 11(4), 68-73
- OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre). (2019). *Fichas de Identificación de especies forestales maderables, de la provincia de Tahuamanu, Departamento de Madre de Dios, Perú*. Sexta edición. Lima-Perú. 59 p.
- Osuna, H. E., Osuna, A. M., Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma

Metropolitana. 91 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\_plantas.pdf

Pinedo, R. (2023). *Dinámica de los sistemas de semillas en el Perú*. Volumen 41. N° 1. Pp. 71-83 IDESIA (Chile). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v41n1/0718-3429-idesia-41-01-71.pdf.

Quinche, M. S (2023). *Análisis de diferentes métodos de germinación de semillas de árboles maderables como parte de plan de reforestación* trabajo experimental. presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. 73 p.

Ramírez, D. (2014). *Caracterización de la germinación y de la latencia de semillas de fique furcraea sp., bajo condiciones controladas de laboratorio*. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín. 38 p. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.elpoli.edu.co/server/api/core/bitstreams/bd25a427-4387-458c-98f8-981ce2b89509/content

Reynel C., Pennington T., Flores C., Daza A. (2003). *Árboles Útiles de la Amazonía Peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. 509 pp. ISBN: 9972-9733-1-X. Tarea Gráfica Educativa, Perú.

Richter, H.G., and Dallwitz, M.J. (2000). *Onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25th June.

Rivera-Martin, L.E., Peñuela-Mora, M.C., Jiménez-Rojas, E.M. & Vargas-Jaramillo, M. (2013). *Ecología y silvicultura de especies de la amazónicas: Abarco (Cariniana micrantha Ducke), Quinilla (Manilkara bidentata (A. DC.) A. Chev.) y Violeta (Peltogyne paniculata Benth)*. Universidad Nacional de Colombia (Sede Amazonas) - Instituto Amazónico de Investigaciones, IMANI. 180 p.

Sáenz, J. T., Muñoz Flores, H. J., Pérez D., C. M. Á., Rueda Sánchez, A., & Hernández Ramos, J. (2018). *Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 5(26), 98-111.

- Scott, S. J., Jones, R. A., & Williams, W. A. (1984). *Review of Data Analysis Methods for Seed Germination*. Universidad de California, 24(1), 1129-1199.
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). (2020). *Ficha técnica de estado de conservación. Bosques de colina baja – Noaya*. Departamento de Madre de Dios. 24 p. Perú. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1502704/FT-MDD-03\\_Bosque\\_de\\_Colina\\_Baja\\_-\\_NoayaFFFF.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1502704/FT-MDD-03_Bosque_de_Colina_Baja_-_NoayaFFFF.pdf)
- Sharma, R. R; Srivastav, M. (2004). *Propagación de plantas y gestión de viveros*. (primera edición 2004). International Book Distributing Co. Lucknow 226 004 U.P. (INDIA).
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). (2016). *Reglas para la Certificación de Semillas*. México. 21 p.
- Solano, K. J. (2020). *Tratamientos pre germinativos en semillas de Lagenaria siceraria (Molina) Standl*. Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias.
- Solís-Sandoval, S., Gómez-Romero, M., Velásquez-Becerra, C. (2020). *Viabilidad y germinación de semilla de Cordia elaeagnoides A. DC*. Polibotánica N° 48 México. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682019000200121](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682019000200121)
- UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza). (2024). *Lista roja de especies amenazadas*. <https://www.iucnredlist.org/species/46413452/2984968#assessment-information>
- Valera, S., Aranda, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre germinativos*. Grupo de Ecología Forestal, INTA EEA. Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, INTA EEA Bariloche. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_latencia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf)
- Vásquez, F. (2017). *Sistemas de semillas locales, sus limitantes y posibilidades en la legislación guatemalteca*. 13 p. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/faoweb/plant-](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/plant-)

treaty/submissions/Microsoft\_Word\_Sistemas\_de\_semillas\_locales\_en\_Guatemala.pdf

- Vásquez, R., Rojas, R del P. (2006). *Plantas de la Amazonia Peruana. Clave para identificar las familias Gymnispermae y Angiospermae*. Missouri Botanical Garden. Revista ARNALDOA 13 (1). 9 – 259 p. Ed. 2. Edit. ISSN: 1815-8242. Trujillo. Perú.
- Viveros, H., Hernández, J. D., Velasco, M. V., Robles, R., Ruiz, C., Rentería, A. A. Martínez, M., Hernández, J., Hernández, M. L. (2015). *Análisis de semilla, tratamientos pre germinativos de Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol.6 (30): 52-65
- Weaver, P. (1990). *Manilkara bidentata (A. DC.) Chev. Ausubo, balata*. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 455-460.
- You, C.; Petty, W. H. (1991). *Effects of Hurricane Hugo on Manilkara bidentata, a primary tree species in the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico (Efectos del huracán Hugo en la especie Manilkara bidentata, una especie primaria de árbol del Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico)*. Biotrópica. 23(4a): 400-406.

## CAPÍTULO VII

### ANEXO

#### Anexo 1. Glosario de términos

**Almacenamiento.** Es un proceso de conservación de las semillas en ambientes apropiados para conservar su vialidad, se realiza desde la recolección hasta el momento de la siembra de las semillas.

**Cotiledones.** Son parte del embrión y cuando la semilla es germinada se convierten en las dos primeras hojitas, consideradas una de las características muy importantes para la clasificación de las plantas.

**Dispersión de semillas.** Es el transporte de la semilla una vez que se ha desprendido de la planta madre y dependen de varios vectores de dispersión ya sea por el viento, agua o por animales.

**Dormancia.** Es cuando la semilla entra en un estado de reposo a pesar de contar con un ambiente adecuado para su germinación, esto se debe a mecanismos internos de la semilla; se dicen que es un mecanismo de protección a su sobrevivencia.

**Elongación.** Es cuando las células embrionarias aumentan de tamaño, denominado también proceso de alargamiento de las células.

**Embrión.** Es el estadio temprano de desarrollo de una planta, está formado por un pequeño eje embrionario que se encuentra unido ya sea a uno o dos cotiledones.

**Escarificación.** Es un tratamiento que se le hace a las semillas antes de ponerlas a germinar con la finalidad de minimizar de eliminar su latencia para obtener un alto porcentaje de germinación.

**Fruto.** Es un órgano vegetal, producto del ovario fecundado y que ha llegado a su madurez, es el que envuelve protegiendo a las semillas.

**Germinación.** Es un conjunto de procesos que presenta la semilla cuando existe las condiciones adecuadas, se inicia cuando el embrión empieza a desarrollarse hasta cuando la plántula se ha formado y tiene auto sobrevivencia.

**Imbibición de la semilla.** Es el proceso mediante el cual la semilla absorbe agua y presenta una apariencia de hinchada, el agua penetra en el interior de la semilla activando al embrión y comienza la germinación.

**Inmersión.** Consiste en sumergir en este caso la semilla en agua o en alguna sustancia por un tiempo determinado con la finalidad de ablandar la testa.

**Latencia de la semilla.** Es la incapacidad de la semilla para iniciar su proceso de germinación por falta de condiciones adecuadas, sin perder su viabilidad y el poder germinativo de la semilla.

**Plántulas.** Es una planta en su primera etapa de desarrollo, iniciándose desde la germinación hasta el nacimiento de sus primeras hojas verdaderas.

**Remojo.** Es la acción de colocar algún objeto en agua y mantenerlo por un determinado tiempo con la finalidad de ablandar su estructura.

**Semillas.** Es una estructura biológica compleja determinada como unidad reproductiva, desarrollada a partir del ovulo fecundado, formándose un embrión dando origen a una nueva planta, es una característica de las plantas superiores vasculares.

**Testa.** Es la envoltura o la cubierta externa de la semilla, generalmente es de consistencia dura y muy resistente que protege a la semilla.

**Tratamientos pre germinativos.** Son procedimientos que se le da a las semillas previa a ser sembradas, estos pueden ser físicos o químicos con el propósito de obtener un alto porcentaje de germinación y además que esta sea en corto tiempo y de forma homogénea.

**Viabilidad de la semilla.** Son las semillas que están vivías y que presentan la capacidad de germinar cuando se presentan las condiciones adecuadas y produce plantas.

**Vivero.** Es un espacio que reúne las condiciones para ser destinado para la reproducción de plantas ya sea mediante semillas o de órganos vegetales, y permanecen hasta ser trasplantados a un espacio definitivo.



Tratamiento 1: (T1 R2)

Tratamiento 1: (T1 R3)

Tratamiento 2: (T2 R1)



Tratamiento 2: (T2 R3)

Tratamiento 3: (T3 R1)

Tratamiento 3: (T3 R2)

Tratamiento 3: (T3 R3)

Tratamiento 4: (T4 R1)

Fecha de evaluación	T4R1																																												
	1					2					3					4					5					6					7					8									
	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH					
9/12/2023																																													
16/12/2023																																													
23/12/2023																																													
30/12/2023						Germinó										Germinó															0	2.2	1.0	0.0	0.0	Germinó									
6/01/2024						0	3.9	0.9	0.0	0.0	Germinó					2	2.0	0.9	2.4	1.0						Germinó					1	2.5	1.0	2.3	1.0	2	3.8	1.0	2.8	1.2					
13/01/2024	Germinó					1	4.0	1.0	2.4	1.1	2	5.7	1.0	2.5	1.0	2	2.3	1.1	2.4	1.0						2	4.5	1.0	2.6	1.2	2	2.6	1.1	2.3	1.0	2	4.0	1.1	2.8	1.2					
21/01/2024	2	4.8	1.0	2.1	0.9	1	4.2	1.0	2.4	1.3	2	5.7	1.0	2.6	1.1	2	2.4	1.1	2.6	1.2						2	4.5	1.0	2.6	1.3	2	2.6	1.1	2.5	1.3	2	4.0	1.1	2.8	1.4					
27/01/2024	2	4.8	1.0	2.3	1.0	2	4.2	1.1	2.5	1.3	2	5.8	1.0	2.6	1.1	2	2.5	1.1	2.7	1.3	Germinó					2	4.7	1	2.8	1.3	2	2.9	1.2	2.5	1.3	2	4.3	1.2	2.9	1.5					
3/02/2024	2	5.0	1.0	2.3	1.0	2	4.2	1.2	2.5	1.3	2	5.9	1.1	2.6	1.3	2	2.5	1.2	2.7	1.3	2	5.2	0.9	2.4	1.0	2	5.0	1.1	2.8	1.3	2	3.0	1.2	2.5	1.5	2	4.6	1.3	2.9	1.5					
10/02/2024	2	5.0	1.1	2.3	1.0	2	4.5	1.2	2.5	1.4	2	5.9	1.1	2.7	1.4	2	2.5	1.2	2.7	1.3	2	5.5	0.9	2.5	1.1	2	5.0	1.2	2.8	1.5	2	3.2	1.2	2.7	1.5	2	4.6	1.3	2.9	1.5					
17/02/2024	2	5.2	1.2	2.5	1.3	2	4.8	1.3	2.6	1.6	2	5.9	1.2	2.8	1.4	2	2.7	1.3	2.7	1.5	2	5.9	1.0	2.5	1.1	2	5.3	1.2	3.0	1.6	Murio					2	4.9	1.3	3.0	1.7					
24/02/2024	2	5.3	1.3	2.6	1.3	2	4.8	1.3	2.6	1.6	2	6.2	1.2	2.8	1.5	2	2.8	1.3	2.8	1.5	2	6.1	1.0	2.5	1.3	2	5.7	1.2	3.0	1.7						2	5.2	1.3	3.0	1.7					
2/03/2024	2	5.3	1.3	2.6	1.5	2	5.0	1.3	2.6	1.8	2	6.2	1.3	2.8	1.7	2	2.9	1.3	2.8	1.7	2	6.1	1.2	2.5	1.4	2	6.0	1.3	3.0	1.7						2	5.2	1.4	3.1	1.9					
9/03/2024	2	5.3	1.3	2.6	1.6	2	5.2	1.4	2.6	1.8	2	6.3	1.3	2.9	1.8	2	3.3	1.3	2.8	1.8	2	6.1	1.2	2.7	1.5	2	6.0	1.3	3.1	1.8						2	5.6	1.4	3.1	1.9					
16/03/2024	2	5.6	1.4	2.7	1.6	2	5.2	1.4	2.7	1.9	2	6.6	1.3	3.0	1.8	2	3.3	1.4	2.9	2.0	2	6.4	1.3	2.8	1.5	2	6.4	1.4	3.1	1.9						2	5.8	1.5	3.1	2.0					
23/03/2024	2	5.6	1.4	2.8	1.8	2	5.8	1.5	2.7	2.0	3	6.8	1.4	3.0	1.8	2	3.5	1.4	2.9	2.0	2	6.4	1.3	2.8	1.5	2	6.6	1.5	3.1	1.9						2	6.1	1.5	3.2	2.1					
30/03/2024	2	5.8	1.4	2.8	1.8	2	6.0	1.5	2.7	2.0	3	6.8	1.4	3.0	1.9	2	3.7	1.4	2.9	2.1	2	6.4	1.3	2.8	1.7	2	7.1	1.5	3.1	2.1						2	6.1	1.4	3.2	2.2					
Promedio	2.0	5.2	1.2	2.5	1.3	1.7	4.8	1.2	2.4	1.5	2.2	6.2	1.2	2.8	1.5	2.0	2.8	1.2	2.7	1.5	2.0	6.0	1.1	2.6	1.4	2.0	5.6	1.2	2.9	1.6	1.6	2.7	1.1	2.1	1.1	2.0	4.9	1.3	3.0	1.7					

Tratamiento 4: (T4 R2)

Fecha de evaluación	T4R2																																																																
	1					2					3					4					5					6					7					8					9					10					11														
	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH															
23/12/2023																																																																	
30/12/2023											Germinó																				Germinó																																		
6/01/2024	Germinó										0	0	0.0	1.9	1.2						Germinó										2	6.2	1.0	2.7	1.0						Germinó					Germinó																			
13/01/2024	0	6.0	1.0	0.0	0.0	Germinó					2	6.3	1.0	2.2	1.2						2	5.0	1.0	2.7	1.1						Germinó					2	6.5	1.0	2.7	1.0	Germinó					2	3.9	0.9	2.5	1.0	0	6.6	0.9	0	0										
21/01/2024	2	6.0	1.0	2.9	1.0	2	6.0	0.8	2.5	1.1	2	6.6	1.0	2.2	1.4	Germinó					2	5.0	1.0	2.7	1.1						0	1.9	1.0	0.0	0.0	2	6.5	1.1	2.7	1.3	2	5.8	1.0	2.9	1.2	2	3.9	1.0	2.7	1.0	2	6.6	1.0	2.6	1.1										
27/01/2024	2	6.2	1.0	2.9	1.0	2	6.3	0.9	2.7	1.2	2	6.9	1.0	2.5	1.5	2	4.8	0.9	2.0	0.9	2	5.2	1.0	2.9	1.2						2	2.0	1.0	2.5	1.2	2	6.7	1.2	2.9	1.3	2	5.9	1.0	2.0	1.2	2	4.3	1.0	2.7	1.1	2	6.8	1.1	2.7	1.3										
3/02/2024	2	6.5	1.2	3.0	1.2	2	6.3	1.0	2.7	1.2	2	6.9	1.2	2.6	1.5	2	5.0	1.0	2.0	1.0	2	5.4	1.0	2.9	1.3	Germinó					2	2.4	1.0	2.6	1.2	2	6.9	1.2	2.9	1.3	2	6.0	1.0	3.0	1.4	2	4.3	1.0	2.9	1.3	2	6.9	1.1	2.9	1.3										
10/02/2024	2	6.9	1.2	3.0	1.3	2	6.5	1.0	2.8	1.4	2	6.9	1.2	2.6	1.5	2	5.0	1.1	2.3	1.0	2	5.4	1.2	2.9	1.4	2	5.0	0.8	2.3	1.0	2	2.5	1.1	2.8	1.4	2	6.9	1.2	2.9	1.4	2	6.0	1.1	3.0	1.4	2	4.5	1.1	2.9	1.4	2	6.9	1.1	2.9	1.5										
17/02/2024	2	6.9	1.2	3.0	1.4	2	6.7	1.2	2.9	1.5	2	7.0	1.2	2.9	1.6	2	5.4	1.1	2.5	1.3	2	5.8	1.2	3.0	1.4	2	5.0	0.8	2.4	1.2	2	2.8	1.1	2.8	1.5	2	7.3	1.2	3.0	1.6	2	6.3	1.2	3.0	1.4	2	4.8	1.1	2.9	1.4	2	6.9	1.2	3.0	1.6										
24/02/2024	2	6.9	1.3	3.1	1.4	2	6.7	1.2	2.9	1.5	2	7.0	1.3	2.9	1.7	2	5.4	1.2	2.5	1.3	2	5.9	1.3	3.0	1.4	2	5.3	1.0	2.5	1.3	2	3.0	1.1	2.8	1.5	2	7.5	1.3	3.0	1.7	2	6.4	1.2	3.1	1.6	2	4.8	1.2	3.0	1.6	2	7.0	1.3	3.0	1.6										
2/03/2024	2	7.2	1.3	3.1	1.4	2	6.9	1.2	2.9	1.6	2	7.2	1.3	2.9	1.8	2	5.7	1.3	2.5	1.4	2	5.9	1.3	3.0	1.6	2	5.7	1.0	2.5	1.4	2	3.0	1.2	2.9	1.6	2	7.5	1.4	3.0	1.7	2	6.4	1.3	3.2	1.6	2	5.0	1.3	3.0	1.6	2	7.0	1.3	3.1	1.8										
9/03/2024	2	7.4	1.4	3.1	1.6	2	7.1	1.3	3.0	1.7	2	7.2	1.4	3.0	1.8	2	5.9	1.3	2.7	1.4	2	6.1	1.3	3.1	1.7	2	5.9	1.0	2.5	1.4	2	3.3	1.2	3.0	1.8	2	7.7	1.4	3.2	1.7	2	6.8	1.3	3.2	1.7	2	5.0	1.3	3.0	1.7	2	7.1	1.4	3.1	1.8										
16/03/2024	2	7.4	1.4	3.2	1.7	2	7.1	1.4	3.0	1.9	2	7.4	1.5	3.0	2.0	2	6.0	1.3	2.8	1.4	2	6.3	1.3	3.1	1.7	2	6.0	1.1	2.6	1.6	2	3.7	1.2	3.0	1.8	2	7.9	1.4	3.2	1.8	3	7.1	1.5	3.3	1.8	2	5.1	1.4	3.1	1.9	2	7.2	1.4	3.3	1.9										
23/03/2024	2	7.5	1.5	3.2	1.8	2	7.3	1.4	3.0	2.0	2	7.7	1.6	3.0	2.2	Murio					2	6.4	1.4	3.1	1.8	2	6.2	1.2	2.6	1.8	2	4.1	1.3	3.0	2.0	2	8.0	1.5	3.2	2.0	3	7.1	1.5	3.3	1.8	2	5.3	1.4	3.1	1.9	2	7.2	1.5	3.3	1.9										
30/03/2024	2	7.6	1.4	3.3	2.0	2	7.3	1.5	3.0	2.1	2	7.7	1.5	3.0	2.2						2	6.4	1.4	3.1	1.9	2	6.6	1.2	2.6	1.8	2	4.4	1.3	3.0	2.0	2	8.2	1.6	3.3	2.1	3	7.5	1.5	3.3	1.9	2	5.3	1.4	3.1	2.0	2	7.2	1.4	3.3	2.1										
Promedio	1.8	6.9	1.2	2.8	1.3	2.0	6.7	1.2	2.9	1.6	1.8	6.5	1.1	2.7	1.7	2.0	5.4	1.2	2.4	1.2	2.0	5.7	1.2	3.0	1.5	2.0	5.7	1.0	2.5	1.4	1.8	3.0	1.1	2.6	1.5	2.0	7.2	1.3	3.0	1.5	2.3	6.5	1.2	3.0	1.5	2.0	4.7	1.2	2.9	1.5	1.8	7.0	1.2	2.8	1.5										

Tratamiento 4: (T4 R3)

Fecha de evaluación	T4R3																																																	
	1					2					3					4					5					6					7					8					9									
	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH	NH	HP	DT	LH	AH					
2/12/2023																																																		
16/12/2023																																																		
23/12/2023						Germinó																																												
30/12/2023	Germinó					2	6.1	0.9	2.4	1.1						Germinó																																		
6/01/2024	2	5	1.1	2.6	1.0	2	6.2	1.0	2.5	1.3	Germinó										Germinó															Germinó														
13/01/2024	2	5	1.1	2.7	1.1	2	6.3	1.0	2.5	1.3	2	2.1	0.8	1.8	1.3	Germinó					0	6.2	1.0	0.0	0.0	2	5.9	1.0	2.6	1.1	Germinó										0.0	4.8	1.0	0.0	0.0					
21/01/2024	2	5.3	1.2	2.9	1.3	2	6.5	1.0	2.7	1.4	2	2.4	1.0	2.0	1.3						2	6.2	1.0	2.4	1.0	2	6.3	1.0	2.6	1.1	2	5.9	1.0	2.1	0.9	Germinó					2	5.0	1.0	2.3	1.0					
27/01/2024	2	5.5	1.3	2.9	1.5	2	6.5	1.2	2.8	1.5	2	2.4	1.0	2.0	1.3	0	2.9	1.0	0.0	0.0	2	6.5	1.1	2.6	1.0	2	6.3	1.0	2.9	1.2	2	6.3	1.0	2.3	1.0	2	4.8	0.9	2.6	1.0	2	5.0	1.1	2.5	1.2					
3/02/2024	2	5.5	1.3	2.9	1.5	2	6.5	1.2	2.8	1.5	2	2.5	1.0	2.0	1.4	2	3.0	1.0	2.5	1.2	2	6.8	1.1	2.6	1.2	2	6.6	1.0	2.9	1.3	2	6.3	1.0	2.3	1.0	2	4.8	1.0	2.7	1.1	2	5.2	1.1	2.5	1.2					
10/02/2024	2	5.5	1.3	3.0	1.5	2	6.7	1.3	2.8	1.6	2	2.5	1.0	2.1	1.5	2	3.0	1.0	2.5	1.2	2	7.0	1.2	2.8	1.4	2	6.8	1.1	2.9	1.3	2	6.3	1.1	2.3	1.3	2	5.0	1.0	2.7	1.2	2	5.3	1.2	2.5	1.3					
17/02/2024	2	5.7	1.4	3.0	1.7	2	6.7	1.3	3.0	1.7	2	2.5	1.1	2.3	1.6	2	3.3	1.1	2.7	1.4	2	7.0	1.2	2.8	1.5	2	6.8	1.2	3.0	1.5	2	6.5	1.3	2.5	1.4	2	5.3	1.1	2.9	1.2	2	5.3	1.3	2.6	1.3					
24/02/2024	2	5.7	1.4	3.0	1.7	2	6.7	1.4	3.0	1.7	2	2.7	1.2	2.6	1.7	2	3.3	1.1	2.9	1.4	2	7.4	1.3	2.8	1.5	2	7.2	1.2	3.0	1.5	2	6.9	1.3	2.5	1.5	2	5.3	1.1	2.9	1.4	2	5.3	1.3	2.7	1.5					
2/03/2024	2	5.8	1.4	3.2	1.8	2	6.9	1.4	3.0	1.8	2	2.9	1.2	2.6	1.8	2	3.6	1.1	2.9	1.5	2	7.5	1.3	3.0	1.7	2	7.2	1.3	3.1	1.7	2	6.9	1.3	2.5	1.7	2	5.6	1.3	3.0	1.4	2	5.7	1.4	2.7	1.7					
9/03/2024	2	6.0	1.5	3.2	1.8	2	7.1	0.5	3.0	1.8	2	3.3	1.2	2.7	1.8	2	3.9	1.2	2.9	1.6	2	7.5	1.4	3.0	1.7	2	7.5	1.3	3.1	1.7	2	6.9	1.4	2.8	1.8	2	5.7	1.3	3.0	1.5	2	5.7	1.4	2.7	1.7					
16/03/2024	2	6.0	1.5	3.3	2.0	2	7.1	1.5	3.1	2.1	2	3.5	1.3	2.7	2.0	2	3.9	1.2	3.0	1.7	2	7.6	1.4	3.0	1.8	2	7.8	1.3	3.2	1.8	2	7.0	1.4	2.9	1.9	3	5.7	1.3	3.0	1.7	2	5.9	1.5	2.8	1.8					
23/03/2024	2	6.2	1.5	3.3	2.1	2	7.1	1.5	3.1	2.2	2	3.7	1.3	2.8	2.1	2	4.0	1.2	3.0	1.8	2	7.7	1.5	3.1	1.8	1	8.0	1.5	3.3	1.9	3	7.3	1.4	2.9	1.9	3	6.0	1.4	3.1	1.8	2	5.9	1.5	2.9	1.9					
30/03/2024	2	6.2	1.5	3.5	2.1	2	7.1	1.6	3.1	2.4	2	4.0	1.3	2.8	2.2	2	4.2	1.2	3.0	1.8	2	7.7	1.4	3.1	2.0	1	8.0	1.5	3.3	2.1	3	7.4	1.5	3.0	2.0	3	6.3	1.4	3.1	1.8	2	5.9	1.5	2.9	2.0					
Promedio	2.0	5.6	1.3	3.0	1.6	2.0	6.7	1.2	2.8	1.7	2.0	2.9	1.1	2.4	1.7	1.8	3.5	1.1	2.5	1.4	1.8	7.1	1.3	2.6	1.4	1.8	7.0	1.2	3.0	1.5	2.2	6.7	1.2	2.6	1.5	2.3	5.5	1.2	2.9	1.4	1.8	5.4	1.3	2.4	1.4					

#### Anexo 4. Panel fotográfico



Foto 1. Acondicionamiento del germinador



Foto 2. Llenado de sustrato



Foto 3. Recolección de semillas



Foto 4. Tratamientos pre germinativos



Foto 5. Germinación de semillas



Foto 6. Desarrollo de plántulas