



Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Carrera de Ingeniería Forestal

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Forestal

Título del Proyecto de Investigación:

Evaluación de distintas condiciones de almacenamiento de semillas de *Albizia saman*
(Jacq) y su influencia en el proceso germinativo.

Autor:

Ariel Ramón Rosero Ante

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Walter García Cox M. Sc.

Mocache – Los Ríos - Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Ariel Ramón Rosero Ante**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluye en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normalidad institucional vigente.

f. _____

Ariel Ramón Rosero Ante

C.C.# 2300825482

CERTIFICACIÓN DE CULMINACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Walter García Cox, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Rosero Ante Ariel Ramón**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Evaluación de distintas condiciones de almacenamiento de semillas de *Albizia saman* (Jacq) y su influencia en el proceso germinativo**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones establecidas para el efecto.

Ing. Walter García Cox, M.Sc.

Director del Proyecto de Investigación

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

El suscrito, **Walter Oscar García Cox**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de distintas condiciones de almacenamiento de semillas de *Albizia saman* (Jacq) y su influencia en el proceso germinativo**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Forestal **Rosero Ante Ariel Ramón**, certifica: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 3%.

Document Information

Analyzed document	Proyecto de Investigación ARIEL ROSSERO-Urkund.docx (D166265149)
Submitted	2023-05-08 17:28:00
Submitted by	José Pedro Suatunce Cunuhay
Submitter email	jsuatunce@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	jsuatunce.uteq@analysis.urkund.com

Ing. Walter García Cox M. Sc.

Director del Proyecto de Investigación

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación de distintas condiciones de almacenamiento de semillas de *Albizia saman* (Jacq) y su influencia en el proceso germinativo”

Presentado a la comisión académica como requisito a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Ing. José Pedro Suatunce C, MS. c.

Presidente del Tribunal

Ing. Edwin Jiménez Romero, MS. c.

Miembro del Tribunal

Ing. José Luis Muñoz, PhD.

Miembro del Tribunal

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado fortaleza y voluntad para alcanzar esta meta, a mi padre Ramón Rosero y mi madre Viviana Ante por el apoyo tanto económico como moral. A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, a la Carrera de ingeniería Forestal.

Un profundo agradecimiento a la Ing. Ivonne Jalca Zambrano, por todo el apoyo, sugerencias, regaños y orientación a lo largo de la presente investigación, a mi director de proyecto el Ing. Walter Gracia Cox Al Ing. Antonio Mendoza y al Ing. Erick García por su ayuda en laboratorio. Al Ing. Horacio Figueroa por su ayuda con las semillas para la investigación. A los docentes de la facultad: Ing. Pedro Suatunce, M. Sc., Ing. Edwin Jiménez, M. Sc., que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que fueron de gran aporte en el proyecto de investigación.

A mis amigos y futuros colegas que me colaboraron en todo este proceso.

DEDICATORIA

A Dios por guiarme y cuidarme en todo momento. A mis padres, hermano y a toda la familia, quienes con su esfuerzo y apoyo incondicional siempre estuvieron presentes en todo el transcurso de la carrera y de mi vida.

A mi enamorada por todo el apoyo emocional a lo largo de la carrera.

Resumen

Las semillas unidades reproductoras de las plantas y a través de estas, la especie a las que pertenecen se pueden multiplicar y propagar por varias generaciones lo que les permite mantener en muchas de las ocasiones su perpetuidad. Por tal razón en la presente investigación se realizó el almacenamiento de semillas de *Albizia saman* (Jacq), a diferentes temperaturas; 26.5, -10, -20, y -50 grados centígrados, con la finalidad de mantener una alta capacidad germinativa en semillas almacenadas, evaluadas en invernadero mediante germinación y prueba física de sales te tetrazolio mediante un diseño completamente al azar, las evaluaciones se realizaron a los 30 y 60 días. Se analizaron las medias de las varianzas mediante la prueba de Tukey con una probabilidad de error del 5% encontrando diferencias significativas en la relación con los días de almacenamiento evaluados, el tratamiento que logró mayor media de germinación fue temperatura 5 °C (97,11 %), mientras que el tratamiento que logró el menor promedio de germinación fue -50 °C (94 %). El resultado obtenido para la viabilidad presento la mejor media en el tratamiento 26.5 °C (96,60%), y el tratamiento que presentó la menor media fue -50 °C (95,19%). El tratamiento -20 °C (54,83) presento la mejor media en los resultados de la energía germinativa, y la menor media la presento el tratamiento -50 °C (44,80). El vigor obtuvo la mejor media en el tratamiento -20 °C (59,04), y la menor media la presento el tratamiento -50 °C (48,81). La información obtenida de este estudio se puede utilizar para continuar el almacenamiento a corto, mediano y largo plazo para confirmar que se mantienen las condiciones especificadas.

Palabras clave: semillas, almacenamiento, viabilidad, germinación

Abstract

Seeds are the reproductive units of plants and through them, the species to which they belong can multiply and propagate for several generations, which allows them to maintain their perpetuity in many occasions. For this reason, in the present investigation, *Albizia saman* (Jacq) seeds were stored at different temperatures; 26.5, -10, -20, and -50 degrees Celsius, with the purpose of maintaining a high germination capacity in stored seeds, evaluated in greenhouse by germination and physical test of tetrazolium salts through a completely randomized design, the evaluations were carried out at 30 and 60 days. Means of variances were analyzed by Tukey's test with an error probability of 5%, finding significant differences in relation to the days of storage evaluated, the treatment that achieved the highest germination mean was temperature 5 °C (97.11%), while the treatment that achieved the lowest germination mean was -50 °C (94%). The result obtained for viability presented the best average in the treatment 26.5 °C (96.60%), and the treatment that presented the lowest average was -50 °C (95.19%). The -20 °C treatment (54.83) presented the best mean in the results of germination energy, and the lowest mean was presented by the -50 °C treatment (44.80). Vigor obtained the best mean in the -20 °C treatment (59.04), and the lowest mean in the -50 °C treatment (48.81). The information obtained from this study can be used to continue short, medium and long term storage to confirm that the specified conditions are maintained.

Key words: seeds, storage, viability, germination, viability, germination.

ÍNDICE

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación proyecto de investigación	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
Código Dublín	xvi
Introducción.....	1
CAPITULO I.....	2
CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Pronostico	3
1.1.3. Formulación del problema.....	3
1.1.4. Sistematización del problema.....	3
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
CAPITULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1. Marco conceptual.....	6
2.1.1. Semillas.....	6

2.1.2. Semillas ortodoxas.....	6
2.1.3. Viabilidad	6
2.1.4. Contenido de humedad de semilla	6
2.1.5. Almacenamiento de semillas	7
2.1.6. Escarificación mecánica	7
2.1.7. Germinación.....	7
2.2. Marco referencial.....	7
2.2.1. Jerarquía taxonómica de <i>Albizia saman</i>	7
2.2.2. Descripción botánica.....	8
2.2.3. Viabilidad y Germinación.....	9
2.2.4. Almacenamiento de semillas	11
2.2.5. Estudios o investigaciones relacionados.....	11
CAPITULO III	14
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.1. Localización.....	15
3.2. Tipo de investigación.....	15
3.3. Método de investigación.....	15
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	16
3.5. Diseño de la investigación.....	16
3.5.1. Variables a evaluar.....	16
3.6. Instrumentos de investigación	18
3.7. Tratamientos de datos	18
3.7.1. Manejo del experimento	19
3.7.2. Materiales Vegetativos	20
3.7.3. Materiales de Campo	20
3.7.4. Materiales de Oficina.....	20
3.7.5. Materiales de Laboratorio.....	21

3.7.6. Equipos	21
3.7.7. Reactivos.....	21
CAPITULO IV.....	22
RESULTADOS	22
4.1. Resultados.....	23
4.1.1.Capacidad germinativa de semillas de <i>A. saman</i> almacenadas a diferentes temperaturas	23
4.1.2. Energía germinativa de semillas de <i>A. saman</i> almacenadas a diferentes temperaturas...	26
4.1.3. Vigor germinativo de semillas de <i>A. saman</i> almacenadas a diferentes temperaturas	28
4.1.4. Viabilidad de semillas de <i>A. saman</i> almacenadas a diferentes temperaturas.....	30
4.2. Discusión	33
CAPITULO V	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones	37
CAPÍTULO VI.....	38
BIBLIOGRAFÍA	38
6.2. Bibliografía.....	39
CAPITULO VII	43
ANEXOS.....	43
7.1. Anexos	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos.....	18
Tabla 2. Peso y masa de las semillas de Albizia saman (Jacq).....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del experimento. UTEQ -Campus La María.	15
Figura 2. Diseño del experimento DCA.....	16
Figura 3. Longitud, cavidades y número de semillas de 80 frutos de <i>A. saman</i>	23
Figura 4. Efecto simple de la temperatura sobre la capacidad germinativa de semillas de <i>A. saman</i> en invernadero.	24
Figura 5. Efecto simple de días sobre la capacidad germinativa de semillas de <i>A. saman</i> en invernadero.	25
Figura 6. Interacción de la capacidad germinativa por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de <i>A. saman</i>	26
Figura 7. Efecto simple de la temperatura sobre la energía germinativa de semillas de <i>A. saman</i> en invernadero.	27
Figura 8. Efecto simple de días sobre la energía germinativa de semillas de <i>A. saman</i> en invernadero.	27
Figura 10. Efecto simple de la temperatura sobre el vigor de semillas de <i>A. saman</i> en invernadero.	29
Figura 11. Efecto simple de días sobre el vigor de semillas de <i>A. saman</i> en invernadero.	29
Figura 12. Interacción del vigor por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de <i>A. saman</i>	30
Figura 13. Efecto simple de la temperatura sobre la viabilidad de semillas de <i>A. saman</i> en laboratorio.....	31
Figura 14. Efecto simple de días de almacenamiento sobre la viabilidad de semillas de <i>A. saman</i> en laboratorio	31
Figura 15. Interacción de la viabilidad por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de <i>A. saman</i>	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Sales de tetrazolio (cloruro de 2, 3, 5-trifeniltetrazolio)	44
Anexo 2.	Peso (g) de Sales de tetrazolio requerido para la solución.....	44
Anexo 3.	Secado de las semillas en estufa.....	44
Anexo 4.	Distribución de tratamientos en invernadero	44
Anexo 5.	Toma de datos	45
Anexo 6.	Riego con bomba manual.....	45

Código Dublín

Título:	Evaluación de distintas condiciones de almacenamiento de semillas de <i>Albizia saman</i> (Jacq.) y su influencia en el proceso germinativo			
Autor:	Ariel Ramón Rosero Ante			
Palabras clave:	semillas	almacenamiento	viabilidad	germinación
Fecha de publicación:				
Editorial:	FCAF; Carrera de Ingeniería Forestal; Rosero A			
Resumen:	Las semillas unidades reproductoras de las plantas y a través de estas, la especie a las que pertenecen se pueden multiplicar y propagar por varias generaciones lo que les permite mantener en muchas de las ocasiones su perpetuidad. Por tal razón en la presente investigación se realizó el almacenamiento de semillas de <i>Albizia saman</i> (Jacq), a diferentes temperaturas; 26.5, -10, -20, y -50 grados centígrados, con la finalidad de mantener una alta capacidad germinativa en semillas almacenadas, evaluadas en invernadero mediante germinación y prueba física de sales te tetrazolio mediante un diseño completamente al azar, las evaluaciones se realizaron a los 30 y 60 días. Se analizaron las medias de las varianzas mediante la prueba de Tukey con una probabilidad de error del 5% encontrando diferencias significativas en los tratamientos evaluados para germinación, el tratamiento que logró mayor media de germinación fue temperatura 5 °C (97.11 %), mientras que el tratamiento. la que logró el menor promedio de germinación fue -50 °C (94 %). La información obtenida de este estudio se puede utilizar para continuar el almacenamiento a corto, mediano y largo plazo para confirmar que se mantienen las condiciones especificadas.			
Descripción:	Hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URI:				

INTRODUCCIÓN

Albizia saman es una especie que se distribuye desde Guatemala a Panamá y se extiende a América del sur (Colombia y Venezuela), para Ecuador se encuentra en estado natural en las costas ecuatorianas en zonas secas en las provincias de; Guayas, Manabí, Machala y Santa Elena, es una especie de importancia comercial y ecológica en razón que su madera presenta excelentes características de dureza los que ha conllevado a la excesiva tala de la especie lo que ha disminuido sus poblaciones. (1).

El almacenamiento de semillas es el principal proceso para su conservación y uso futuro. Si las semillas no se almacenan adecuadamente, pierden rápidamente su potencia, lo que reduce la germinación y la capacidad de crecimiento de la planta. La viabilidad y la calidad de las semillas durante el almacenamiento pueden verse afectadas por varios factores, como la temperatura, la humedad, la presencia de organismos y el tiempo de almacenamiento.

Existen varios métodos para determinar la viabilidad de las semillas, entre ellos métodos colorimétricos, como la prueba de tetrazolio, que se ha aplicado a varias especies y proporciona evidencia de procesos de reducción en células vivas con un indicador internacional, se recomienda una solución acuosa de cloruro o bromuro de 1-tetrazolio. También se utiliza un método directo, o prueba de germinación, cuyo objetivo es conocer el valor de producción de un lote de semillas, conociendo la proporción de plantas efectivas en el número de semillas sembradas (2).

La presente investigación tiene como base evaluar la viabilidad de las semillas almacenadas de *Albizia saman*, mediante la prueba de tetrazolio al 1%, y evaluar los parámetros germinativos correspondientes en invernadero bajo condiciones controladas. El propósito de esta investigación es estandarizar de protocolos adecuados para el manejo almacenamiento y conservación del germoplasma de *A. saman* las cuales se establecerán a través de procesos investigativos que permitan mantener las semillas en las mejores condiciones y así garantizar su viabilidad, calidad en el tiempo y contar con un suministro oportuno y permanente de semillas.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El almacenamiento de semillas es una práctica de conservación importante para las especies forestales, ya que preserva la viabilidad y la calidad de las semillas a lo largo del tiempo. Sin embargo, el almacenamiento de semillas presenta varios desafíos técnicos y científicos que pueden limitar su eficiencia y conducir a la pérdida de biodiversidad y recursos genéticos. Uno de los problemas más apremiantes relacionados con el almacenamiento de semillas es la falta de conocimiento sobre el efecto de las condiciones de almacenamiento en la viabilidad y la longevidad de las semillas de diferentes especies, lo que puede limitar su conservación y utilización

1.1.2. Pronostico

Obtener la temperatura óptima para almacenar semillas de *A. saman*, además, que esta no pierda su viabilidad y mantenga un alto porcentaje en sus parámetros germinativos.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es la mejor temperatura para que las semillas de *A. saman* almacenadas no pierdan su viabilidad y su capacidad de germinar?

1.1.4. Sistematización del problema

¿Cuál es el porcentaje de germinación de las semillas de *A. saman* al primer y segundo mes de almacenamiento?

¿Cuál sería las diferencias en la germinación de las semillas almacenadas a diferentes temperaturas?

¿Qué tan viables serían las semillas de *A. saman* en el último mes de almacenamiento?

1.2. Justificación

Las semillas son una valiosa fuente de recursos genéticos para la conservación de la biodiversidad. El almacenamiento de semillas es una herramienta importante para preservar la diversidad genética de las especies forestales, protegerlas de la extinción y mantener su potencial de adaptación y evolución.

Basado en lo anterior, el propósito de este estudio fue desarrollar estándares de protocolo apropiados para el manejo, almacenamiento y conservación del germoplasma de *A. saman*, los cuales se establecerán a través de un proceso de investigación que permitirán almacenar las semillas en condiciones óptimas y así garantizar su viabilidad, calidad en el tiempo, con suministro oportuno y constante de semillas. Además, proporcionará datos analíticos y comparativos sobre los parámetros de germinación a evaluar durante el proceso de germinación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el almacenamiento de semillas de *Albizia saman* (Jacq) y su influencia en el proceso germinativo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la capacidad y energía germinativa de las semillas de *Albizia saman* (Jacq) almacenadas a diferentes temperaturas.
- Evaluar la viabilidad y vigor de las semillas de *Albizia saman* (Jacq) almacenadas a diferentes temperaturas.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Semillas

La semilla es un óvulo fecundado, transformado y llega a la maduración del embrión. Son estructuras reproductoras de las plantas las cuales se reproducen sexualmente. Estas se forman en las plantas que producen flores “angiospermas” y están en medio de una estructura llamada fruto. La semilla consta de un embrión, el cual guarda una vida pero que se encuentra carente “latente” (3).

2.1.2. Semillas ortodoxas

Son semillas que se las pueden tener un bajo contenido de humedad y resistir a bajas temperaturas durante largos periodos y no perder su viabilidad (1).

2.1.3. Viabilidad

La viabilidad denota el potencial que tiene una semilla para germinar. Es un rasgo importante para evaluar la habilidad de colonización de las especies y por ende está ligado al éxito o fracaso reproductivo de las poblaciones. A su vez es una medida de calidad, que cobra especial importancia en el monitoreo periódico de semillas que se encuentran bajo almacenamiento, con el fin de asegurar el éxito de un programa de conservación (4)

2.1.4. Contenido de humedad de semilla

El contenido de humedad se refiere a la cantidad de agua dentro de la semilla y es muy importante para determinar si esta se cosechó a su debido tiempo, si se manipuló correctamente y si al almacenarla no presenta riesgo de deterioro. Con base en el peso húmedo o seco de la muestra se puede calcular el contenido de humedad y esta se expresa en porcentaje (5).

2.1.5. Almacenamiento de semillas

Se puede definir el almacenamiento como la conservación de semillas viables desde el momento de la recolección hasta que se necesitan para la siembra. Durante el almacenamiento de semillas se debe considerar varios factores como: temperatura, humedad ambiental, contenido de humedad de las semillas, proporción de luz, entre otros factores, los cuales afectarán la capacidad de germinación durante periodos de tiempo (6).

2.1.6. Escarificación mecánica

La escarificación mecánica es un proceso que se utiliza para romper la capa externa dura de las semillas, lo que facilita la germinación. Puede realizarse de varias maneras, incluyendo frotar las semillas con papel lija, cortarlas, sumergirlas en agua caliente o dejarlas en remojo durante varios días en agua (7).

2.1.7. Germinación

La germinación es el fenómeno conducente a la formación de una plántula a partir de una semilla, un proceso cuyo control se sabe está mediatizado por muchos factores. Requiere de un buen abastecimiento de agua, energía, una temperatura óptima, buena disponibilidad de oxígeno y una determinada acción de la luz (8).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Jerarquía taxonómica de *Albizia saman*

Según APG IV (2017), el saman presenta la siguiente nomenclatura.

Renio	:	Plantae
División	:	Angiosperma
Clado	:	Rosid I/ Fabidae
Clado	:	Core eudocots
Orden	:	Fabales
Familia	:	Leguminosae
Subfamilia	:	Fabaceae
Género	:	Albizia
Especie	:	saman
Determinante	:	(Jacq.) Merr.

2.2.2. Descripción botánica

- **Habito**

Árbol que puede crecer hasta una altura de 25 a 40 metros. Tiene una copa ancha y abovedada con ramas extendidas, y su tronco puede tener un diámetro de hasta 2 metros.

- **Tronco**

Es recto y cilíndrico, y puede llegar a tener un diámetro de hasta 2 metros.

- **Corteza**

Es relativamente delgada y se desprende en placas irregulares, lo que permite que la corteza interna se vea expuesta. La corteza interna es de color marrón claro o rojizo y tiene un aspecto fibroso.

- **Hojas**

Son grandes y bipinnadas, lo que significa que están compuestas por hojas secundarias que se dividen en hojas más pequeñas. Cada hoja secundaria tiene aproximadamente de 20 a 26 pares de hojas más pequeñas, con una longitud de 2 a 5 cm y un ancho de 1 a 1.5 cm (9).

- **Flores**

Son pequeñas y de color blanco-rosado, y se agrupan en inflorescencias en forma de pompones que miden de 10 a 20 cm de diámetro. Cada inflorescencia contiene numerosas flores, y cada flor tiene cinco pétalos y numerosos estambres.

- **Frutos**

Son vainas planas, alargadas y dehiscentes que miden de 10 a 25 cm de longitud y de 2 a 3 cm de ancho. Cada vaina contiene de 10 a 15 semillas.

- **Semillas**

Semillas de forma ovalada y de color marrón oscuro.

Distribución geográfica

Forma parte de bosques perennifolios y estacionalmente secos, pero en particular de aquellos abiertos de sabana. Muchos de los árboles que se encuentran en pastos pueden ser remanentes de bosques pasados. Es una especie pionera, que coloniza claros y campos abandonados. Se distribuye por toda América Central, desde Guatemala a Panamá y se extiende a América del sur (Colombia y Venezuela) (10).

2.2.3. Viabilidad y Germinación

Viabilidad

La viabilidad de una semilla no latente se refiere a su capacidad para germinar y producir plántulas normales en condiciones ambientales favorables. Si la semilla es viable y no está dormida, germinará cuando se la coloque en condiciones adecuadas de humedad, luz

y temperatura. Por lo tanto, se acepta que la germinación de un lote de semillas es un reflejo directo de su viabilidad (11).

La viabilidad denota el potencial germinativo de la semilla. Esta es una característica importante en la evaluación de la capacidad de colonización de una especie y, por lo tanto, está relacionada con el crecimiento o el fracaso de las poblaciones. Esto, a su vez, es una medida de calidad que es particularmente importante en el monitoreo periódico de semillas almacenadas para asegurar el éxito de un programa de conservación ex situ (4).

Germinación

El inicio de la germinación está determinado por la presencia de agua, que tras su absorción desencadena una serie de cambios metabólicos que incluyen la respiración, la síntesis de proteínas y la movilización de reservas. Además de agua, la semilla necesita oxígeno y una temperatura adecuada para germinar. Sin embargo, estos procesos fisiológicos dependen de varios factores y son específicos de cada especie; por ejemplo, las fluctuaciones en las condiciones de temperatura y la intensidad de la luz pueden causar estrés y estimular la expresión de genes que codifican proteínas para dichos procesos fisiológicos. (12)

Los parámetros germinativos que se evalúan para determinar la calidad son:

- **Capacidad germinativa:** es la cantidad total de semillas en la muestra que ha germinado en un ensayo, más la cantidad de semillas que queda por germinar, pero que son aún sanas al final de la prueba, expresadas en porcentajes (13)
- **Vigor:** Es la interacción de las propiedades bióticas y abióticas lo que afecta a las semillas y determina los niveles de actividad y el comportamiento a lo largo del tiempo, así como las expresiones de viabilidad, la dormancia, germinación y emergencia (14).

- **Energía germinativa:** se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el período energético (15)

2.2.4. Almacenamiento de semillas

Las semillas pierden viabilidad y vigor durante el procesamiento y almacenamiento, principalmente cuando tienen alto contenido de humedad que repercute en la longevidad. Secar las semillas inmediatamente después de la cosecha hasta alcanzar el contenido prescrito de humedad (generalmente de 10% a 14%, de acuerdo con la especie, las condiciones y duración de almacenamiento) (16).

2.2.5. Estudios o investigaciones relacionados

En la investigación de Cué et al., (17), mencionan que la semilla de *C. pubescens* recolectada presentó una pureza de 75,8%; esto se debe al tipo de fruta utilizada, un nopal dehiscente, que redujo las impurezas desde el momento del secado de la fruta hasta el punto de extracción. Se obtuvo un peso de 0.315 g por cada 1000 semillas de, mientras que el contenido de humedad relativa de las semillas fue de 13.6%. La tasa de germinación fue muy baja (12%); comenzó a los 29 días y finalizó a los 36; como resultado, el valor de 0,43 para el vigor germinativo fue insignificante.

La investigación de Urtasun et al., (18), en almacenamiento de tres especies (*Cedrela balansae*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*), a temperaturas de -20, 5, 25 °C , durante 28 meses, dieron resultados de una germinación superior al 74% en todos los casos, independientemente de la temperatura de almacenamiento.

Vargas (19), en su investigación con almacenamiento de las semillas de *Tecoma stans* a diferentes temperaturas (20, 5, -20) y dos contenidos de humedad (7,7 y 4,1 %), durante dos periodos (1 y 3 meses), tuvo como resultado una germinación > 90% en todas las temperaturas alternas bajo luz blanca.

Los resultados de Defossé (20), en su investigación señalan que el almacenamiento de las semillas de *Pinus ponderosa* a temperatura ambiente por tres y cuatro años, con estratificación de 21, 40, 60 días, señalan que la energía germinativa (EG) con 21 de estratificación, fue de 34% y 14% después de tres y cuatro años, con 40 y 60 días incremento la EG al 62% y 59% en los mismos periodos.

La investigación de Duarte, (21), en sus resultados mencionan que las semillas de *H. heptaphyllus* almacenadas a 4°C exhibieron un 100% de germinación después de 30 días; sin embargo, a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, disminuyó su capacidad de germinación y , a los 24 meses de almacenamiento, las semillas se anularon.

Según Patiño et al., (22), para las semillas de *V. stipularis* almacenadas a temperatura ambiente, la germinación disminuye rápidamente después del tercer mes, por debajo del 25 %, el tratamiento de almacenamiento con 6 % CH muestra valores bajos de germinación (2 %) al sexto mes.

Guevara et al., (23), manifestaron en sus resultados sobre el vigor de cuatro variedades de *Psidium guajava* luego de un almacenamiento a -20°C por tres meses con un contenido de humedad del 5%, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos pues en la variedad Palmira ICA I se obtuvo el vigor de 53,99, en Cimpa Pulpa Roja el 49,99, en Manzana 11,1 y en la última variedad CI-0440 se presentó un vigor de 15,77.

Guevara et al., (23), en la viabilidad de las semillas de cuatro variaciones de *Psidium guajava* (Palmira ICA I, Cimpa Pulpa Roja, Manzana, CI-0440) con un promedio de 94,5% en 3 meses de almacenamiento a una temperatura -20 °C.

En la Tesis de Jiménez, (24), la viabilidad inicial (semillas sin almacenamiento) de *Vallea stipularis* variaron entre 41 y 49%. Semillas almacenadas por tres meses a 5 y 10 °C con 6% y 8% de humedad mantuvieron un nivel similar de viabilidad (40%); esta diferencia es significativa cuando se compara con los métodos de almacenamiento a temperatura ambiente.

En el estudio que realizaron Piriz et al., (25), la capacidad germinativa inicial para el primer y segundo estudio de *Araucaria angustifolia* fue de 35 y 40%. En todas las condiciones de prueba , fue posible observar una capacidad germinativa más fuerte que al principio , alcanzando niveles del 95 % para las semillas empaquetadas con EVA y almacenadas a 0 °C entre los 4 y 6 meses de almacenamiento en refrigeración .Después de alcanzar sus niveles más altos de potencial germinativo , las semillas almacenadas a 4 y 10 °C comenzaron a disminuir hasta el final del almacenamiento, mientras que las semillas almacenadas a 0 °C comenzaron a ver un aumento notable en el porcentaje de germinación entre 12 y 20 meses.

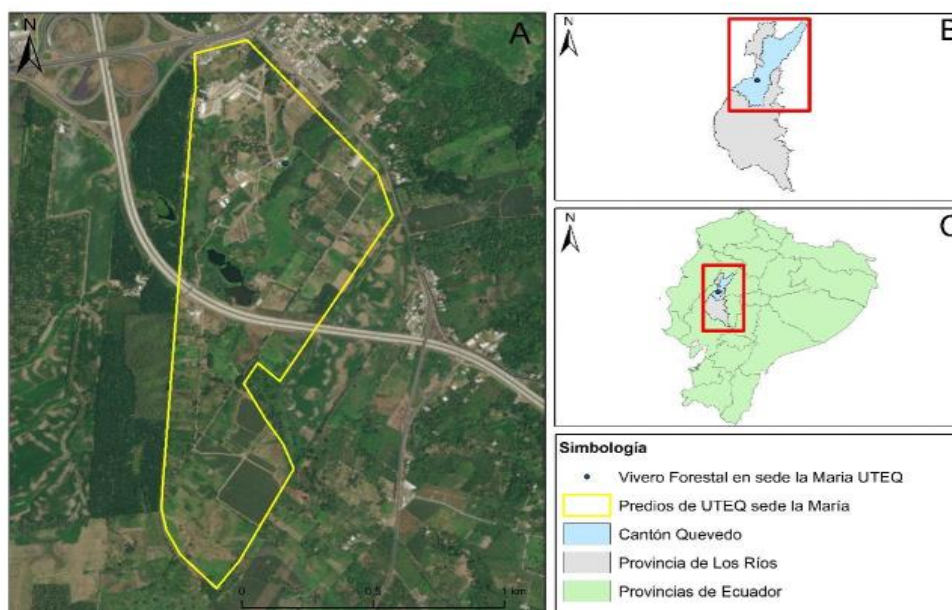
CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se realizó en el campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7 de la Vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas Latitud -1,09249° o 1° 5’33” sur y Longitud -79,50214° o 79° 30’ 8” oeste, a una altitud de 73 msnm con una temperatura media de 25.8 °C, precipitación anual 2295.1mm, humedad relativa 84%. Corresponde a la zona de vida Bosque húmedo tropical (26)

Figura 1. Localización del experimento. UTEQ -Campus La María.



3.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental ya que se establecen diferentes temperaturas para el almacenamiento de semillas, y de tipo descriptiva por que se determina y describe el comportamiento de los parámetros germinativos de las semillas de *A. saman*.

3.3. Método de investigación

En esta investigación se utilizó el método deductivo para determinar los parámetros germinativos de semillas almacenadas de *A. saman* a condiciones de ambiente, refrigeración

y congelación, y el método analítico para evaluar la viabilidad y capacidad germinativa de semillas almacenadas a diferentes temperaturas.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Fuentes primarias: se obtiene información por contacto directo con el sujeto de estudio, por medio de observación y análisis.

Fuente secundaria: se obtuvo información de documentos, artículos de revistas, libros, etc.

3.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos y 3 repeticiones, logrando un total de 15 unidades experimentales.

Figura 2. Diseño del experimento DCA

T4R3	T1R3	T4R2	T2R1	T5R1	T3R2	T1R1	
T4R1	T3R3	T2R2	T3R3	T5R2	T3R1	T2R3	T5R2

3.5.1. Variables a evaluar

3.5.1.1. Variables independientes.

- **Contenido de humedad (CH).** se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$CH\% = \frac{\text{pérdida de peso (peso inicial - peso final)}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- **Temperatura.** Los tratamientos estarán sometidos a diferentes temperaturas para determinar cuál de estas será la óptima para el almacenamiento de semillas.

3.5.1.2. *Variables dependientes.*

Viabilidad. La viabilidad se calculará con la siguiente formula:

$$\% \text{ viabilidad} = \frac{\text{número de semillas viables}}{\text{número total de semillas}(N)} \times 100$$

Capacidad germinativa

$$CG = \left(\frac{N}{Ss} \right) \times 100$$

CG = capacidad germinativa en %

N = Número total de semillas germinadas

Ss = Semillas sembradas

Energía germinativa. Se calculará la energía germinativa mediante la siguiente fórmula:

$$EG = \frac{N^{\circ} \text{ máximo S}}{N^{\circ} \text{ total de semillas sembradas}} \times CG$$

N° máximo S: Número máximo de semillas germinadas en un tiempo dado.

CG= Capacidad germinativa

Vigor

$$VG = VM \times GDM$$

VM = Al valor máximo que se presenta entre los valores producto de la división de porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se llevará en obtenerse.

GDM= es la germinación media diaria, calculada como la razón entre el porcentaje final de germinación (PG) y el número de días que pasaron para obtener ese valor.

3.6. Instrumentos de investigación

Libreta de campo para llevar registro de los datos tomados en el área de estudio. En una tabla se anotó la germinación diaria hasta el último día.

3.7. Tratamientos de datos

Tabla 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción	Repeticiones	Observaciones
T1	CH 7% + temperatura ambiente (26.5 °C)	3	50
T2	CH 7% + temperatura (5 °C)	3	50
T3	CH 7% + temperatura (-10°C)	3	50
T4	CH 7% + temperatura (-20°C)	3	50
T5	CH 7% + temperatura (-50 °C)	3	50

Análisis estadístico

Se realizará un análisis de varianza (ANOVA) para estimar las diferencias significativas entre los tratamientos y una prueba de Tukey donde se compararán las medias de los tratamientos con una probabilidad de error de 5%. A través del software estadístico IBM SPSS Statistic 23, se obtendrán los respectivos datos.

3.7.1. Manejo del experimento

- **Obtención de las semillas**

Los frutos se recolectaron en la provincia de Santa Elena, en el mes de diciembre.

- **Procesamiento de las semillas**

Se selecciono frutos grandes, medianas y pequeñas para contabilizar el número de semillas por fruto, dando un total de 22 semillas por frutos grandes (16 cm), 15 semillas por fruto mediano (12 cm), y 12 semillas por frutos pequeños (10 cm).

Se aplico un proceso mecánico a los frutos para la extracción de las semillas, luego se pesó cuatro muestras de 20 g y se contabilizo las semillas por muestra, esto para determinar el número de semillas por kilogramo. Se determino el contenido de humedad (CH%) de las semillas, pesando 3 muestras de 5 g, y secándolas en estufas a 100 ° C durante 120 h.

- **Almacenamiento de las semillas**

Se realizo 5 tratamientos con tres repeticiones, cada repetición cuenta con 20 g de semillas puestas en fundas sellables, y estas guardadas en envases acompañado de silical gel. Los tratamientos se almacenaron a diferentes temperaturas: Temperatura ambiente (26,5 °C), refrigerador (5 °C), congelador (-10 °C, -20 °C), Ultra freezer (-50 °C).

- **Viabilidad**

Para comprobar la viabilidad de las semillas, se realizó la tinción con tetrazolio, mediante la inmersión en una solución acuosa de cloruro de 2,3,5 – trifenil tetrazolio, al 1,0 % por dos horas en estufa a 40 °C. Previamente a las semillas se les aplicó escarificación mecánica y sumergidas en agua por 24 horas, luego se colocó 30 semillas con 3 repeticiones por tratamiento en las cajas Petri, con 30 ml de la solución. La solución de tetrazolio al 1,0%

actuó como un indicador de los procesos de reducción que tienen lugar dentro de las células vivas a partir de los cambios de coloración en las diferentes partes de la semilla, para observar la coloración del embrión y de los cotiledones se utilizó un estereoscopio para visualizar correctamente dichas estructuras, y determinar la viabilidad.

La evaluación de la viabilidad se basó en el color que adquirieron los embriones, aquellos que presentaron tinción completa (viables), parcialmente teñidas (poco viables), no teñidas (no viables).

- **Germinación**

Se aplicó remojo en las semillas durante 24 horas. Se preparó las bandejas germinadoras con sustrato (arena (3), tierra (1), abono orgánico (1)). Iniciado el proceso de germinación se registró la germinación diaria durante 20 días, llevando un riego diario (matutino y vespertino).

3.7.2. *Materiales Vegetativos*

- Semillas de Samán
- Agua

3.7.3. *Materiales de Campo*

- Fundas de papel
- Cámara fotográfica
- Etiquetas
- Bandejas
- Cinta métrica y diamétrica
- Bomba de riego manual

3.7.4. *Materiales de Oficina*

- Lapicero
- Libreta
- Hojas A4

- Impresora EPSON L355 Series
- Marcadores

3.7.5. *Materiales de Laboratorio*

- Caja Petri
- Termómetro
- Fundas herméticas
- Silical gel
- Termohigrómetro

3.7.6. *Equipos*

- Estufa
- Balanza analítica
- Refrigerador común
- Ultra freezer
- Laptop “ASUS”
- Software IBM SPSS Statistic 23.

3.7.7. *Reactivos*

- Sales de Tetrazolio al 1,0 %

CAPITULO IV

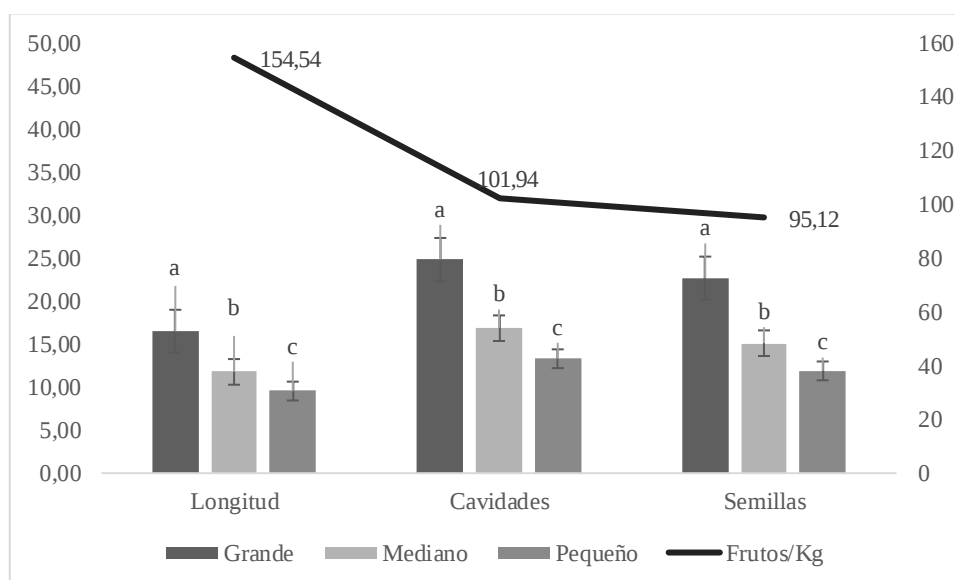
RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Capacidad germinativa de semillas de *A. saman* almacenadas a diferentes temperaturas

El germoplasma evaluado en esta investigación es de procedencia de la provincia de Santa Elena, colectada de cinco individuos en diciembre 2022, con un total de 300 frutos, que se clasificaron en tres categorías de tamaño; grande, mediano y pequeño, como se observa en la Figura 2 la longitud del fruto, cavidades y semillas por frutos mostraron diferencias significativas según su tamaño. Los frutos grandes tienen una longitud promedio de 16.49 cm, medianos 11.77 cm y pequeños 9.55 cm. Las cavidades de los frutos presentaron semillas en 90.12% y el número de semillas según el tamaño fueron; grandes 23 semillas, mediano 15 semillas y pequeño 12 semillas.

Figura 3. Longitud, cavidades y número de semillas de 80 frutos de *A. saman*



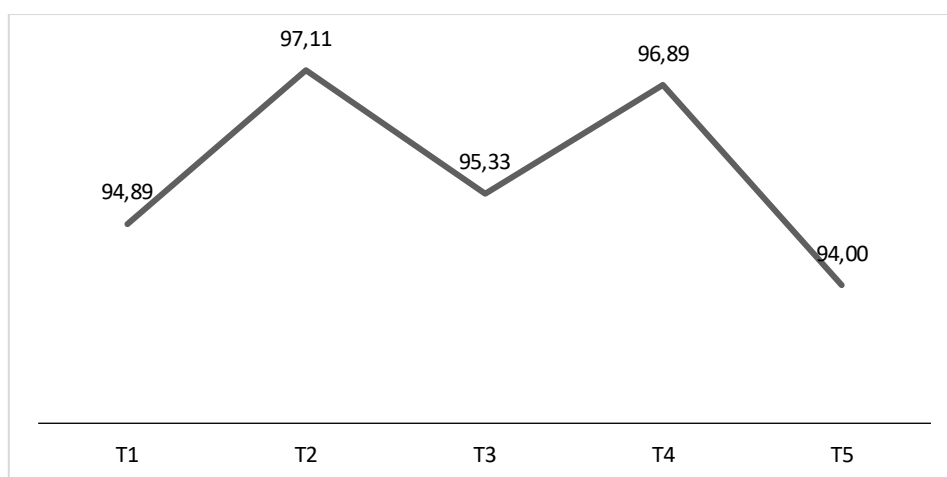
Las semillas almacenadas de *A. saman* no mostraron diferentes tamaños dependiendo del tamaño de frutos, el número de semillas por kilogramos fue 12217 semillas con una pureza del 97% (Tabla 2).

Tabla 2. Peso y masa de las semillas de *Albizia saman* (Jacq)

Muestra	Nº Semilla (20 g)	Número semillas/Kg	Pureza (%)
1	241	12050	96.84
2	248	12400	97
3	244	12200	96.98
Promedio	244	12217	97,00

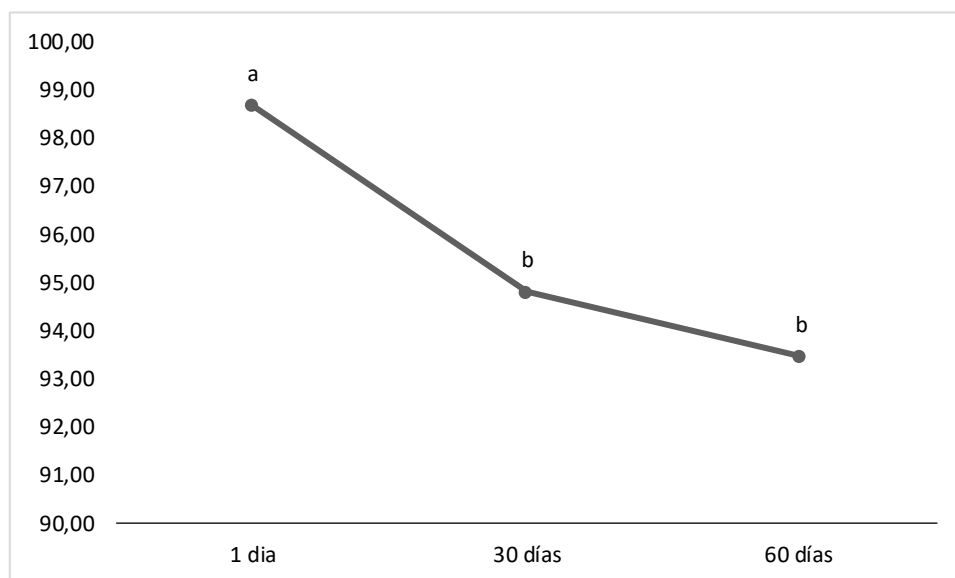
La capacidad germinativa de semillas *A. saman* almacenadas con 7% de contenido de humedad a diferentes temperaturas resultó mayor a 94% (Figura 4), los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con mayor capacidad germinativa fue T2 (5°C) con 97.11%. Estos resultados se justifican con lo mencionado por (27) donde la calidad de la semilla y parámetros germinativos son las manifestaciones de factores externos y endógenos, así como el manejo de las semillas en el momento de la recolección, por otra parte la características morfológicas de la semillas de *A. saman* muestran tener una testa semipermeable que la protege de la desecación lo que le permite el almacenamiento a bajas temperaturas con bajos contenidos de humedad por cortos períodos de almacenamientos.

Figura 4. Efecto simple de la temperatura sobre la capacidad germinativa de semillas de *A. saman* en invernadero.



En la Figura 5, se observa el efecto simple de los días de almacenamiento sobre la capacidad germinativa de semillas de *A. saman* en invernadero, donde se muestran diferencias significativas. Las semillas fueron almacenadas con una capacidad germinativa (CG) de 98.67%, el almacenamiento causó disminución de la CG a los 30 días (94.80%) de manera significativa, sin embargo, esta capacidad siguió disminuyendo hasta los 60 días sin causar significancia. Es importante indicar que el tiempo de evaluación no permite determinar la pérdida gradual de la capacidad germinativa o por lo contrario definir que se muestre significancia a períodos más largos de almacenamiento, se asume que la actividad respiratoria de las semillas almacenadas disminuyó lo que permite un estado posible de latencia de la semilla.

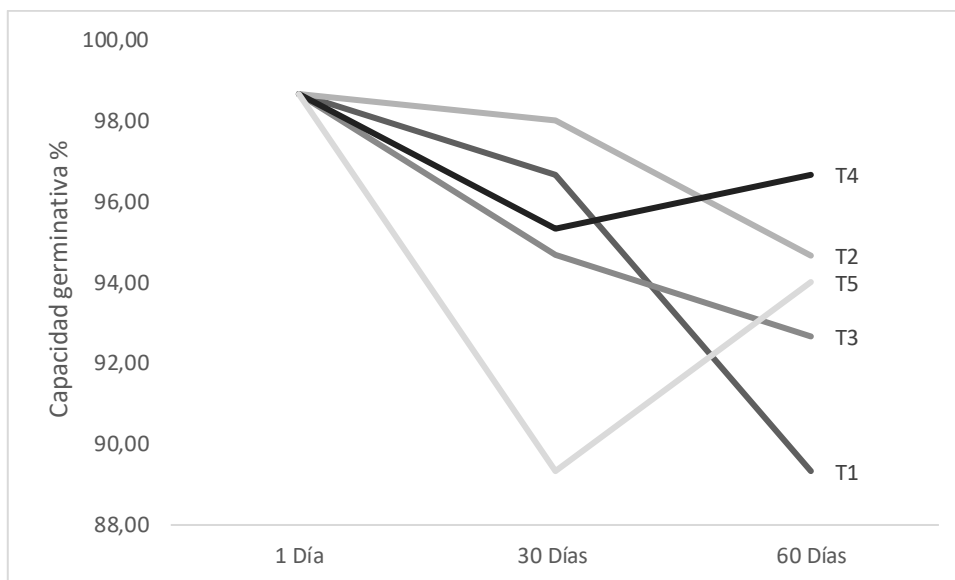
Figura 5. Efecto simple de días sobre la capacidad germinativa de semillas de *A. saman* en invernadero.



Como se puede observar en la Figura 6 la mayor CG en semillas almacenados a diferente temperatura fue T4 (-20°C) con 96.67%, seguido de T2 (5 °C) con 94.67%, los valores de CG se mantienen altos hasta los 60 días para todos los tratamientos por encima del 89.33% de CG, estos resultados son confiables en razón que las semillas fueron germinadas en invernadero. Por otro lado, las temperaturas (-10 ° C, -20°C y -50°C) de almacenamiento corresponden estado de congelación, lo que indica que el proceso de

aclimatación en la investigación fue adecuado para poder germinar las semillas a nivel de invernadero.

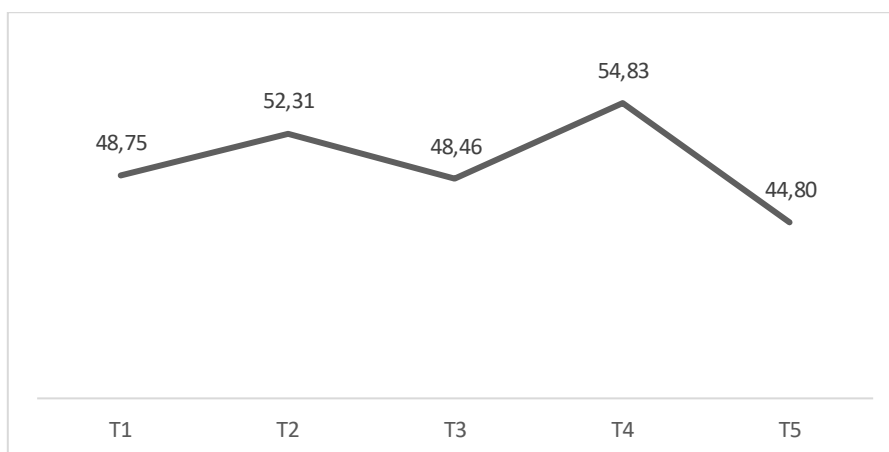
Figura 6. Interacción de la capacidad germinativa por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de *A. saman*.



4.1.2. Energía germinativa de semillas de *A. saman* almacenadas a diferentes temperaturas

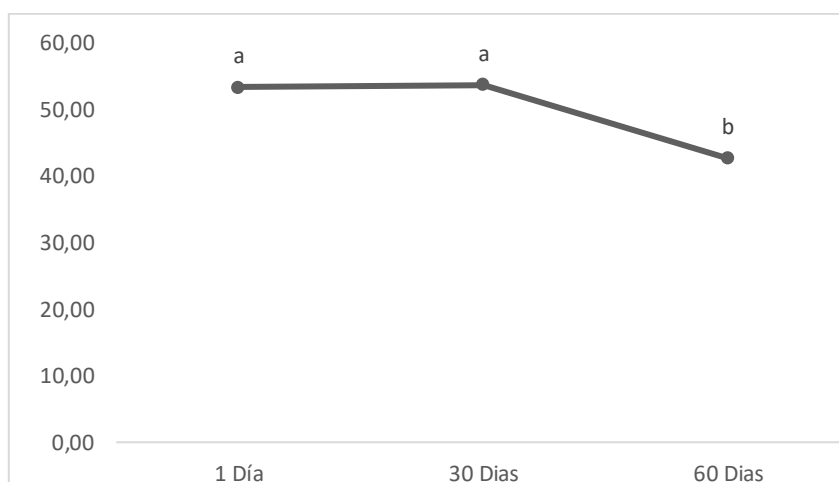
La energía germinativa de semillas *A. saman* almacenadas con 7% de contenido de humedad a diferentes temperaturas resultó mayor a 44 (Figura 7), los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con mayor capacidad germinativa fue T4 (-20°C) con 54.84%. El manejo de las semillas en el momento de la recolección, y las características morfológicas de las semillas de *A. saman* que muestran tener una testa semipermeable que la protege de la desecación lo que les permite el almacenamiento a bajas temperaturas con bajos contenidos de humedad por cortos períodos de almacenamientos.

Figura 7. Efecto simple de la temperatura sobre la energía germinativa de semillas de *A. saman* en invernadero.



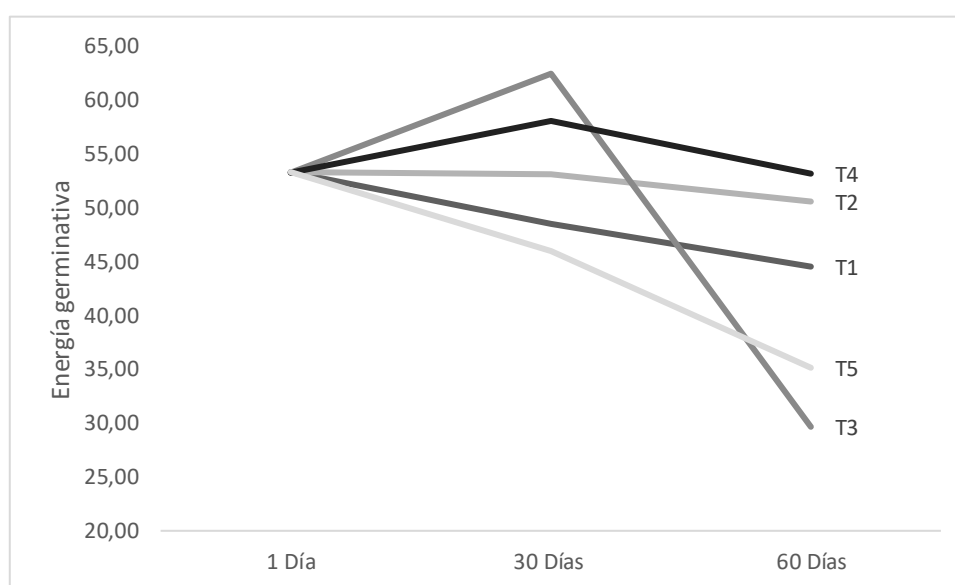
En la figura 8, se observa el efecto simple de los días de almacenamiento sobre la energía germinativa de semillas de *A. saman* en invernadero, donde se muestran diferencias significativas. Las semillas fueron almacenadas con una energía germinativa (EG) de 53.29%, el almacenamiento causó disminución de la EG a los 60 días (42.60%) de manera significativa. Es importante indicar que el tiempo de evaluación no permite determinar la pérdida gradual de la energía germinativa o por lo contrario definir que se muestre significancia a períodos más largos de almacenamiento, se asume que la actividad respiratoria de las semillas almacenadas disminuyó lo que permite un estado posible de latencia de la semilla

Figura 8. Efecto simple de días sobre la energía germinativa de semillas de *A. saman* en invernadero.



Como se puede observar en la Figura 9, la mayor EG en semillas almacenadas a diferente temperatura fue T4 (-20°C) con 53.15%, seguido de T2 (5 °C) con 50.56%, estos resultados son confiables en razón que las semillas fueron germinadas en invernadero. Por otro lado, las temperaturas (-10° C, -20°C y -50°C) de almacenamiento corresponden estado de congelación, lo que indica que el proceso de aclimatación en la investigación fue adecuado para poder germinar las semillas a nivel de invernadero.

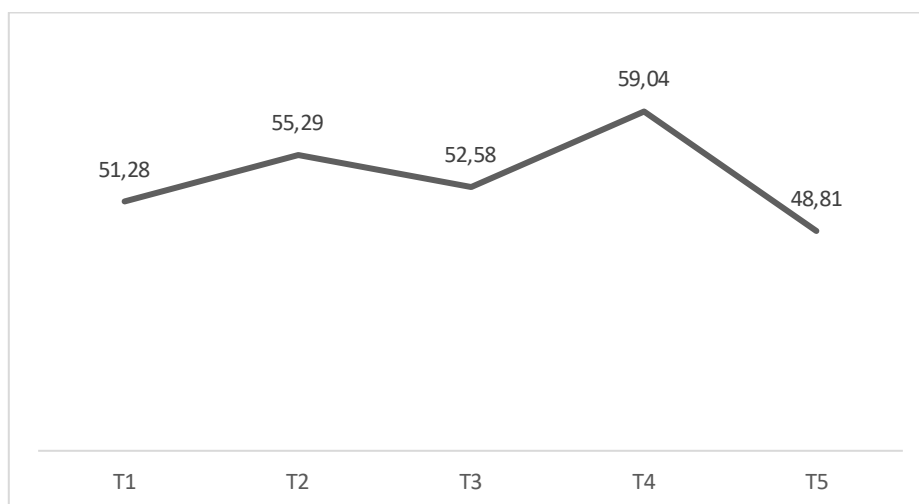
Figura 9. Interacción de la energía germinativa por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de *A. saman*.



4.1.3. Vigor germinativo de semillas de *A. saman* almacenadas a diferentes temperaturas

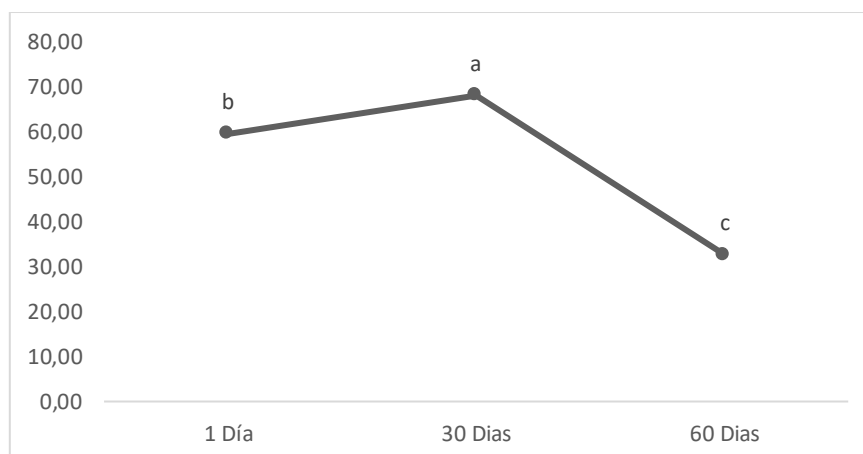
El vigor de semillas de *A. saman* almacenadas con 7% de contenido de humedad a diferentes temperaturas resultó mayor a 48.81 (Figura 10), los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con mayor capacidad germinativa fue T4 (-20°C) con 54.84%. Las características morfológicas de la semilla de *A. saman* muestran tener una testa semipermeable que la protege de la desecación lo que le permite el almacenamiento a bajas temperaturas con bajos contenidos de humedad por cortos períodos de almacenamientos.

Figura 9. Efecto simple de la temperatura sobre el vigor de semillas de *A. saman* en invernadero.



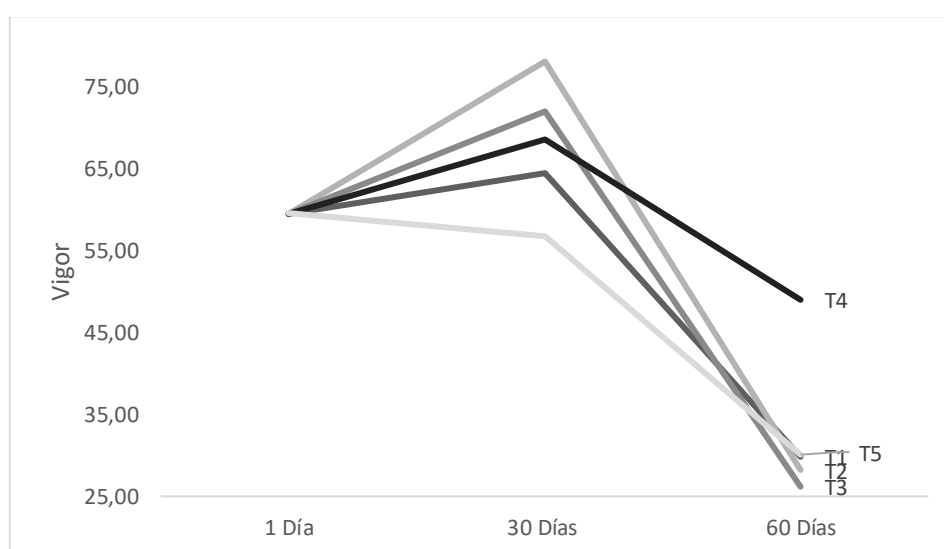
En la figura 11, se observa el efecto simple de los días de almacenamiento sobre el vigor de semillas de *A. saman* en invernadero, donde se muestran diferencias significativas. Las semillas fueron almacenadas con un vigor de 59.57, el almacenamiento causó disminución del vigor a los 60 días (32.67) de manera significativa. Es importante indicar que el tiempo de evaluación no permite determinar la pérdida gradual del vigor o por lo contrario definir que se muestre significancia a períodos más largos de almacenamiento, se asume que la actividad respiratoria de las semillas almacenadas disminuyó los que permite un estado posible de latencia de la semilla.

Figura 10. Efecto simple de días sobre el vigor de semillas de *A. saman* en invernadero.



Como se puede observar en la Figura 12, el mayor vigor en semillas almacenadas a diferente temperatura fue T4 (-20°C) con 48.99, seguido de T5 (-50 °C) con 30.10, estos resultados son confiables en razón que las semillas fueron germinadas en invernadero. Por otro lado, las temperaturas (-10° C, -20°C y -50°C) de almacenamiento corresponden estado de congelación, lo que indica que el proceso de aclimatación en la investigación fue adecuado para poder germinar las semillas a nivel de invernadero.

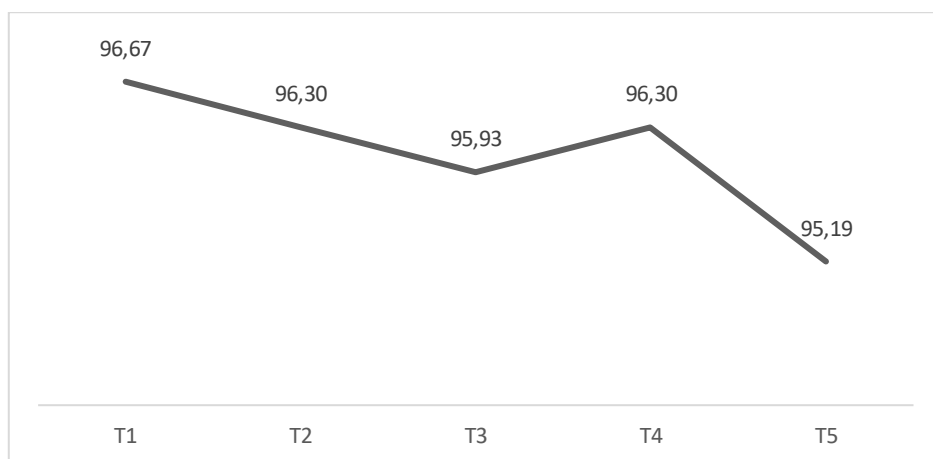
Figura 11. Interacción del vigor por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de *A. saman*.



4.1.4. Viabilidad de semillas de *A. saman* almacenadas a diferentes temperaturas

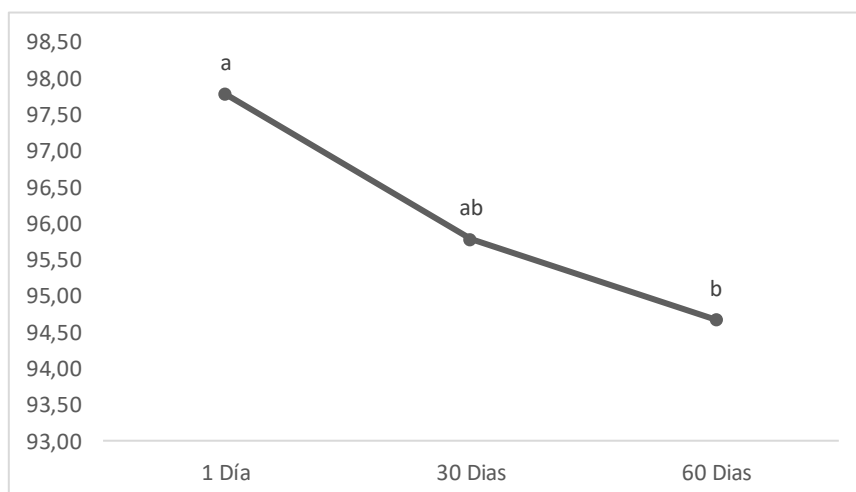
La viabilidad de semillas de *A. saman* almacenadas con 7% de contenido de humedad a diferentes temperaturas resultó mayor a 95.19% (Figura 13), los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con mayor viabilidad fue T1 (26.5 °C) con 96.67%. Las características morfológicas de la semilla de *A. saman* que muestran tener una testa semipermeable que la protege de la desecación lo que le permite el almacenamiento a bajas temperaturas con bajos contenidos de humedad por cortos períodos de almacenamientos.

Figura 12. Efecto simple de la temperatura sobre la viabilidad de semillas de *A. saman* en laboratorio.



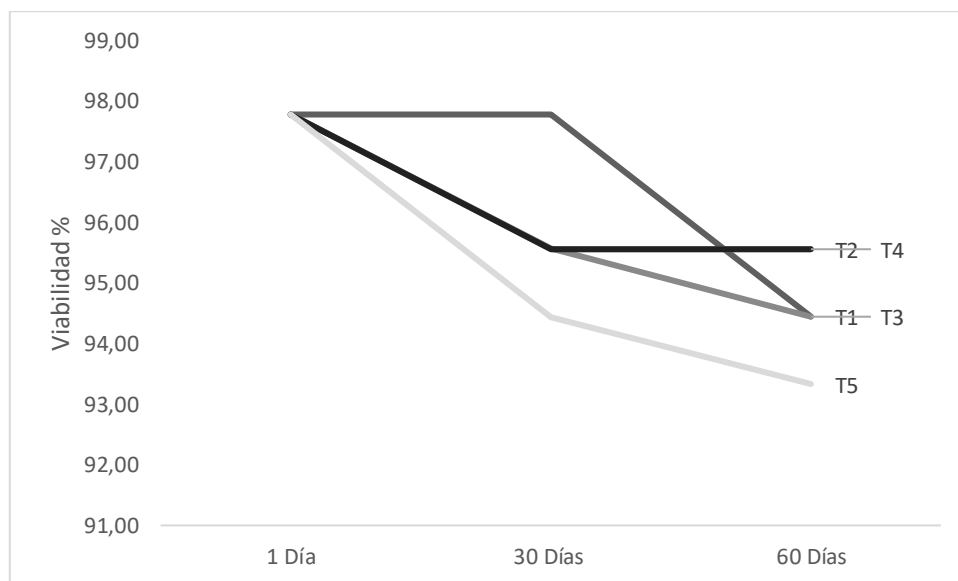
En la figura 14, se observa el efecto simple de los días de almacenamiento sobre la viabilidad de semillas de *A. saman* en invernadero, donde se muestran diferencias significativas. Las semillas fueron almacenadas con una viabilidad de 97.78%, el almacenamiento causó disminución de la viabilidad a los 60 días (94.67%) de manera significativa. Es importante indicar que el tiempo de evaluación no permite determinar la pérdida gradual de la viabilidad o por lo contrario definir que se muestre significancia a períodos más largos de almacenamiento, se asume que la actividad respiratoria de las semillas almacenadas disminuyó lo que permite un estado posible de latencia de la semilla.

Figura 13. Efecto simple de días de almacenamiento sobre la viabilidad de semillas de *A. saman* en laboratorio



Como se puede observar en la Figura 15, la mayor viabilidad en semillas almacenadas a diferente temperatura fue T4 (-20°C) y T2 (5 °C) con un 95.56%, seguido de T1 (26.5 °C) con 94.45%, estos resultados son confiables en razón que las semillas fueron evaluadas en laboratorio. Por otro lado, las temperaturas (-10 ° C, -20°C y -50°C) de almacenamiento corresponden estado de congelación, lo que indica que el proceso de aclimatación en la investigación fue adecuado para realizar el correcto proceso de tinción.

Figura 14. Interacción de la viabilidad por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento de semillas de *A. saman*.



4.2.Discusión

El tamaño de frutos recolectados para el proyecto de investigación concuerda con los reportados por Delgado et al., (28), en su investigación, donde indica que los frutos miden de 8 a 20 cm de largo, y CATIE, (29), concuerda con el número de semillas/kg evaluados en la investigación, pues este número varía entre 4400 a 7900 semillas/kg.

Los resultados obtenidos en el efecto simple de la temperatura sobre la capacidad germinativa (CG) de las semillas de *Albizia saman* concuerdan con los resultados obtenidos por Vargas, (19), en su investigación de almacenamiento de las semillas de *Tecoma stans* a diferentes temperaturas (20, 5, -20) y dos contenidos de humedad (7,7 y 4,1 %), durante dos periodos (1 y 3 meses), obteniendo como resultado una germinación > 90%, de igual forma los resultados en el efecto simple de los días sobre la CG muestran similitud con los resultados de la investigación de Duarte, (21), el cual menciona que las semillas de *H. heptaphyllus* almacenadas a 4°C exhibieron un 100% de germinación después de 30 días; sin embargo, a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, disminuyó su capacidad de germinación. Los resultados de la interacción de CG por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento difieren con los resultados presentados por Patiño et al., (22), ya que las semillas de *V. stipularis* almacenadas a temperatura ambiente, después del tercer mes la germinación disminuye rápidamente, por debajo del 25 %, y al sexto mes con un 6 % CH muestra valores bajos de germinación (2 %).

El efecto simple de la temperatura y los días sobre la energía germinativa (EG) muestra resultados parecidos con los obtenidos por Defossé, (20), en su investigación, pues señala que la energía germinativa en el almacenamiento de las semillas de *Pinus ponderosa* a temperatura ambiente fue de 34%, después de tres y cuatro años, incremento la EG al 62%, y Rodríguez, (30), en los resultados de su tesis, las semillas de la especie *Jatropha curcas* L. almacenadas 75 días a una temperatura de 8 °C, presentaron una energía germinativa de 40.83%. Los resultados de la interacción de EG por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento concuerdan con Velasco et al., (31), donde reportan que la EG de las semillas de *Cedrela odorata* L., almacenadas en congelación con N₂L (Nitrógeno) presenta los mejores resultados en los tratamientos de semillas sin encapsular (desnudas), sin

deshidratar o deshidratadas. Los contrarios al tratamiento con las semillas encapsulas que presentaron una disminución significativa.

Los resultados obtenidos en el efecto simple de la temperatura y los días sobre el vigor de las semillas de *Albizia saman* concuerdan con los obtenidos por Guevara et al., (23), sobre el vigor en cuatro variedades de *Psidium guajava* luego de un almacenamiento a -20°C por tres meses con un contenido de humedad del 5%, la variedad Palmira ICA I ° obtuvo el vigor de 53,99, en Cimpa Pulpa Roja el 49,99, en Manzana 11,1 y en la última variedad CI-0440 se presentó un vigor de 15,77, y con los resultados de Valverde et al., (12), en el almacenamiento de *Crescentia alata*, pues al ser una semilla ortodoxa, a los 14 meses de almacenamiento en temperatura de 22-24 °C, presenta un vigor alto, esto se debe a las bajas temperaturas las cuales disminuyen el metabolismo de las semillas. Los resultados de la interacción del vigor por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento difieren de Muñoz et al., (32), con respecto al almacenamiento de semillas de la especie *Prosopis laeviagata*, pues mencionan que estas semillas almacenadas a una temperatura ambiente entre 15 y 18 °C, a los 10 años pierden hasta el 50% de su vigor.

La semilla de *Albizia saman* al ser ortodoxa, presentan características morfológicas que ayudan a no perder su viabilidad, esto lo vemos reflejado en los resultados del efecto simple de la temperatura y días sobre su viabilidad, que concuerdan con los resultados obtenidos por Guevara et al., (23), en la viabilidad de las semillas de cuatro variaciones de *Psidium guajava* (Palmira ICA I, Cimpa Pulpa Roja, Manzana, CI-0440) con un promedio de 94,5% en 3 meses de almacenamiento a una temperatura -20 °C. Por contrario los resultados difieren con Jimenéz, (24) quien obtuvo (40%) de viabilidad en semillas de *Vallea stipularis* almacenadas durante 90 días a 5 y 10 °C con 6% y 8%. Los resultados en la interacción de la viabilidad por efecto simple de temperatura sobre días de almacenamiento, concuerdan con Ríos et al., (33), donde las especies *Cochlospermum vitifolium* y *Quararibea funebris* a los cero meses presentaron un promedio de viabilidad de 99.6 y 99.33 %, y a los 12 meses la viabilidad disminuyo a 72.33 y 71.33 % respectivamente, esto ocurre por las características morfológicas de las semillas que les permiten mantener su viabilidad a diferentes temperaturas, durante un tiempo prolongado.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las semillas de *A. saman* sin proceso de secado se pueden almacenar a refrigeración a temperatura de 5 °C con una germinación buenas mayor a 98 %, y condiciones de congelación a temperaturas de -10 °C, -20 °C y -50 °C, con una media de 93%.
- El almacenamiento a 5°C y -20°C aumentó la viabilidad de las semillas de *Albizia saman*, lo que se tradujo en una mayor tasa de germinación. Sin embargo, las semillas almacenadas al ambiente (26.5 °C), -10°C y -50°C mostraron una disminución en su viabilidad y tasa de germinación
- Las condiciones óptimas para el almacenamiento de semillas de *A. saman* con CH propio de la especie, es a temperatura 5 °C, donde el vigor de la semilla durante 30 días se mantiene muy similar a la fecha de almacenamiento.
- En cuanto a la germinación en vivero, se observó que el porcentaje de germinación de las semillas almacenadas a 5 °C y -20 °C fue mayor que la de las semillas almacenadas a temperatura ambiente y a -10 °C. Sin embargo, la germinación de las semillas almacenadas a -50 °C no fue tan alta como se esperaba, lo que puede indicar que la exposición prolongada a bajas temperaturas también puede afectar la viabilidad de las semillas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda determinar un proceso de desecación natural, o secado que permita reducir el contenido de humedad de las semillas de *A. saman* sin reducir la energía y el vigor de las semillas antes de su almacenamiento.
- Evaluar las semillas de *A. saman* con su CH propio de la especie a temperatura 5 °C, no menor a 12 meses.
- Se recomienda realizar más investigaciones sobre el almacenamiento y germinación de semillas de *Albizia saman* (Jacq.), incluyendo la evaluación de diferentes métodos de almacenamiento y su impacto en la viabilidad de las semillas, así como la determinación de las mejores prácticas para la germinación y establecimiento de plántulas en campo.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.2. Bibliografía

1. Sacande M, Parfondry M, Cicatiello C. LA RESTAURACIÓN EN ACCION CONTRA LA DESERTIFICACIÓN: Manual de restauración a gran escala para apoyar la resiliencia de las comunidades rurales de la Gran Muralla Verde de África Roma: Food & Agriculture Org; 2020.
2. Álvarez O, Pérez C, Bonilla M. Evaluación de la viabilidad en semillas de *Pinus tropicales* Morelet con diferente tiempo de almacenamiento. *Avances*. 2020; 22(1).
3. Courtis A. GERMINACIÓN DE SEMILLAS. Cátedra de Fisiología Vegetal. Guia de estudio. Universidad Nacional del Nordeste, Bilogía.
4. Mancipe C, Calderón M, Pérez L. Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio. *Caldasia*. 2018; 40(2).
5. Tadeo M, Espinosa A, Lopez C. PRODUCCIÓN Y TECNOLOGIAS DE SEMILLAS. MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, CIENCIAS AGRICOLAS.
6. Amaguaña S. POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. Y *Cedrela pubescens* W. Palacios sp.nov.ined EN LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FOUNDATION. Tesis. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.
7. Marinas M. Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería. MF0520. 1st ed.: TUTOR FORMACIÓN; 2020.
8. Cabello M, Ruiz T, Devesa J. Evaluación de la viabilidad y germinación de *tempisque* [*Sideroxylon capiri* (A.DC.) Pittier Sapotaceae]. *Phyton* (Buenos Aires). 1998; 84(1).
9. Macías V, Badrán R, Rodríguez J, Silva H. Metabolitos secundarios, actividad biológica y etnobotánica de plantas de Santa Marta. 1st ed.: UNIMAGDALENA; 2021.

10. Cordero J, Boshier D. Samanea samán. En Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas.: Bib. Orton IICA / CATIE; 2003.
11. Pérez F, Pita J. VIABILIDAD, VIGOR, LONGEVIDAD Y CONSERVACIÓN DE SEMILLAS. Universidad Politécnica de Madrid, Biología Vegetal.
12. Valverde K, Morales C, García E. Germinación de semillas de *Crescentia alata* (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento. *Revista de Biología Tropical*. 2019; 67(2).
13. Torres R, Renison D. Capacidad germinativa y longevidad en semillas de dos especies arbóreas nativas del bosque serrano en el Centro Argentino. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*. 2020; 28(1).
14. Navarro M, Flebes G. Manual metodológico: evaluación del vigor de las semillas a través de indicadores del crecimiento y el desarrollo inicial Cuba: Editoria Universitaria (Cuba); 2020.
15. Sánchez A, Rosendo A, Vargas M, Rosales F, Platas E, Berrecil C. Energía germinativa en guaje (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) con diferentes métodos de escarificación de la semilla. *Agrociencia*. 2018; 52(6).
16. AfricaSeeds. F. Materiales para capacitación en semillas: Módulo 3: Procesamiento de semillas, equipo y prácticas Roma; 2019.
17. Cué J, Cuasque Y, Vallejos H, Añazco M, Palacios W, Carrión A. Métodos de almacenamiento de semillas *Cinchona Pubescens* Vahl., Imbabura, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 2020; 8(3).
18. Urtasun M, Giamminola E, De vaina M. Tolerancia al ultrasecado y a la temperatura de almacenamiento en semillas de tres especies nativas del Noroeste Argentino. *Lhawet*. 2015; 4(1).
19. Vargas J, Torres A. Germinación y conservación de semillas de una especie pionera, *Tecoma stans* (Bignoniaceae), del bosque seco tropical de Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 2018; 66(2).

20. Defossé G, Pasquini N. Effects of storage conditions and pre-chilling periods on germinability of *Pinus ponderosa* seeds from Patagonia, Argentina: preliminary study. *Bosque*. 2012; 33(1).
21. Duarte A, Sansberro L. EFECTO DE LA TESTA SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Handroanthus heptaphyllus* TRAS DISTINTOS TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO. *CIENCIAS AGRONÓMICAS*. 2014; 24.
22. Patiño C, Jiménez J, Marín F, Palomeque X. Respuesta de semillas de tres especies nativas altoandinas a diferentes condiciones de almacenamiento. *MASKANA*. 2019; 10(2).
23. Guevara J, Cardozo C, Santos L. Tolerancia a la desecación y almacenamiento de la semilla de guayaba (*Psidium guajava*). *Agronomía Costarricense*. 2019; 43(2).
24. Jiménez J, Patiño C. Germinación, desarrollo inicial y supervivencia de plántulas bajo diferentes condiciones de almacenamiento de semillas de tres especies nativas de bosques del Parque Nacional Cajas. Tesis de grado. UNIVERSIDAD DE CUENCA, Facultad de ciencias Agropecuarias.
25. Piriz V, Fassola H, Mugridge A. Almacenamiento refrigerado de semillas de *araucaria angustifolia* (bert.) O. Kuntze: conservación del poder germinativo. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 2004; 33(2).
26. INAMHI. Condiciones meteorológicas. [Online].; 2019..
27. Mantilla. Desarrollo y germinación de las semillas. *ResearchGate*. 2008.
28. Delgado D, Hera R, Orta Y. *Samanea saman*, árbol multipropósito con potencialidades como alimento alternativo para animales de interés productivo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2014; 48(3).
29. CATIE. *Samanea saman* (Jacq) Merr. [Online].; 2003..
30. Rodríguez J. VIGOR GERMINATIVO DE LAS SEMILLAS BOTÁNICAS DEL PIÑÓN BLANCO (*Jatropha curcas* L.), EN TARAPOTO – SAN MARTÍN. Tesis.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO, FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS.

31. Velasco M, Hernández D, Muñoz L, Castillo C, Vallejo M, Gracia F. Crioconservación de semillas de *Cedrela odorata* L.: germinación y establecimiento temprano en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 2022; 13.
32. Muñoz L, Ríos J, García D, Hernández C. Efecto del almacenamiento sobre la calidad fisiológica de semillas de *Prosopis laevigata* (H. & B.) Johnst. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 2022; 9(2).
33. Rios C, Orantes C, Moreni R, Farrera Ó. Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de dos especies arbóreas tropicales. *Ecosistemas y recur. agropecuarios*. 2018; 15(13).

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos



Anexo 1. Sales de tetrazolio (cloruro de 2, 3, 5-trifeniltetrazolio)



Anexo 2. Peso (g) de Sales de tetrazolio requerido para la solución



Anexo 3. Secado de las semillas en estufa



Anexo 4. Distribución de tratamientos en invernadero



Anexo 5. Toma de datos



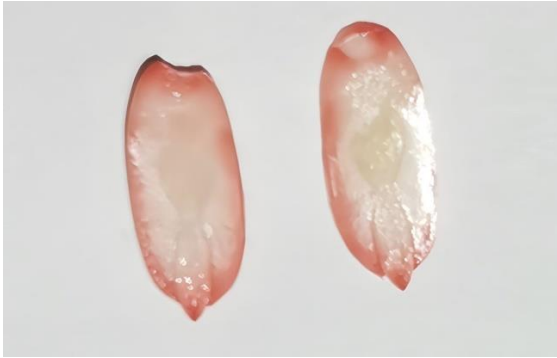
Anexo 6. Riego con bomba manual



Anexo 8. Prueba de tetrazolio, semilla viable



Anexo 7. Prueba de tetrazolio, semilla poco viable



Anexo 9. Prueba de tetrazolio, semilla no viable

capacidad germinativa

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
5,0	9	94,000
1,0	9	94,889
3,0	9	95,333
4,0	9	96,889
2,0	9	97,111
Sig.		,699

Energia germinativa

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
5,0	9	44,8000
3,0	9	48,4578
1,0	9	48,7511
2,0	9	52,3067
4,0	9	54,8267
Sig.		,357

Vigor

HSD Tukey^{a,b}

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
5,0	9	48,8111
1,0	9	51,2816
3,0	9	52,5776
2,0	9	55,2896
4,0	9	59,0362
Sig.		,826