



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA GERMINACION DE *Jacaranda mimosifolia* D.
DON BAJO EFECTO DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL
CAMPUS YUYUCOCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

Línea de investigación: Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible

Autor: Elvia Alexandra Chirtala Sevillano

Director: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

Ibarra- julio - 2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100384351-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chirtala Sevillano Elvia Alexandra		
DIRECCIÓN:	Alpachaca, Tucán y Guayaquil 30-45		
EMAILS:	eachirtalas@utn.edu.ec / alexitalinda26@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	ninguno	TELF. MOVIL	0995124363

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA GERMINACION DE <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. DON BAJO EFECTO DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CAMPUS YUYUCOCHA
AUTOR:	Chirtala Sevillano Elvia Alexandra
FECHA: AAAAMMDD	2025-07-14
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
DIRECTOR:	Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.
ASESOR:	Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Chirtala Sevillano Elvia Alexandra, con cédula de identidad Nro.100384351-1, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

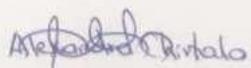
Ibarra, a los 14 días del mes de julio de 2025.

Firma: 
Chirtala Sevillano Elvia Alexandra

CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días, del mes de julio de 2025.

Firma: 
Chirtala Sevillano Elvia Alexandra

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 11 de julio de 2025

Ing. Jorge Luis Cue García, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

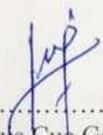
Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



.....
Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.
C.C.:175460870-9

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular **EVALUACIÓN DE LA GERMINACION DE *Jacaranda mimosifolia* D. DON BAJO EFECTO DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CAMPUS YUYUCOCHA** elaborado por Chirtala Sevillano Elvia Alexandra, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



.....
Ing. Jorge Luis Cue García, PhD.
C.C.: 175460870-9



.....
Ing. Mario José Afiasco Romero, PhD.
C.C.: 070157432-9

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi esposo y a mis hijos Danna, Jorge y Emily que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son seres maravillosos que con su cariño me ha impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Agradezco muy profundamente a mi director y asesor y a todos los docentes, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

RESUMEN

La especie *Jacaranda mimosifolia* D. Don posee un alto valor ornamental, cultural, medicinal y social. Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrenta es la escasa información técnica y científica sobre su propagación, especialmente en lo relacionado con los sustratos óptimos para su germinación. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos en la germinación de semillas de *Jacaranda mimosifolia* recolectadas en la parroquia Alpachaca, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando variables de calidad de semilla y germinación en periodos de 30, 45 y 60 días. Las semillas presentaron un contenido de humedad del 34,60%, un porcentaje de pureza del 51,88% y un peso promedio de 1,01 g por cada 100 semillas. Los resultados indicaron que el tipo de sustrato influye significativamente en el proceso germinativo, siendo el tratamiento T3 (compuesto por 16,66% de suelo del sitio, 33,33% de tierra negra y 50% de pomina) el que presentó los mejores resultados. Se concluye que sustratos bien drenados favorecen la germinación de esta especie.

Palabras clave: *Jacaranda mimosifolia*; germinación; calidad de semilla; sustratos; tierra negra; pomina; suelo del sitio.

ABSTRACT

The *Jacaranda mimosifolia* D. Don species has high ornamental, cultural, medicinal, and social value. However, one of the main problems it faces is the scarce technical and scientific information on its propagation, especially regarding optimal substrates for germination. In this context, the present study aimed to evaluate the effect of different substrates on the germination of *Jacaranda mimosifolia* seeds collected in the Alpachaca parish, Ibarra canton, Imbabura province. A completely randomized design with three treatments and four replicates was used, evaluating seed quality and germination variables in periods of 30, 45, and 60 days. The seeds had a moisture content of 34.60%, a purity percentage of 51.88%, and an average weight of 1.01 g per 100 seeds. The results indicated that the type of substrate significantly influences the germination process, with treatment T3 (composed of 16.66% site soil, 33.33% black soil, and 50% pomina) showing the best results. It is concluded that well-drained substrates favor the germination of this species.

Keywords: *Jacaranda mimosifolia*; germination; seed quality; substrates; black soil; pomina; site soil.

LISTA DE SIGLAS

MAATE. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador.

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería

ISTA. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCION

Problema de investigación	14
Formulación del problema	14
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Hipótesis o preguntas de investigación.	16

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Sustratos en la producción de plantas en vivero	17
1.1.1 Definición de sustrato	17
1.1.2 Propiedades físicas de los sustratos	18
1.1.2.1 Porosidad	18
1.1.2.2 Capacidad de retención de aire y agua	18
1.1.2.3 Densidad Aparente	18
1.1.2.4 Estructura de un sustrato	18
1.1.3 Propiedades químicas de los sustratos	19
1.1.4 Tipos de sustratos	19
1.1.4.1 Tierra de sitio	19
1.1.4.2 Tierra negra	19
1.1.4.3 Pomina	20
1.2 Calidad de la semilla	20
1.2.1 Características físicas de la semilla	20
1.2.1.1 Pureza	20
1.2.1.2 Humedad	20
1.2.2 Características fisiológicas	21
1.2.2.1 Viabilidad de las semillas	21
1.2.2.2 Vigor de las semillas	21
1.2.2.3 Latencia	21
1.2.2.4 Edad	21
1.2.2.5 Tegumento o episperma de la semilla	22
1.2.3 Características genéticas de las semillas	22
1.2.4 Características sanitarias	22

1.3	Características de <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	22
1.4	Usos	23
1.4.1	Usos ornamentales	23
1.4.2	Valor económico	23
1.4.3	Beneficio social	23
1.4.4	Servicios ambientales	23
1.5	Resultados de estudios con sustratos	24
CAPÍTULO II		25
MATERIALES Y MÉTODOS		25
2.1	Tipo de investigación según los siguientes criterios:	25
2.2	Ubicación del lugar	25
2.3	Caracterización edafoclimática del lugar	26
2.4	Materiales, equipos y software	26
2.5	Métodos, técnicas e instrumentos.	27
2.5.1	Colecta de frutos en áreas verdes de la parroquia Alpachaca.	27
2.5.1.1	Universo-población	27
2.5.1.2	Tamaño de la muestra	27
2.5.2	Diseño experimental	27
2.5.2.1	Factores y tratamientos de estudio	27
2.5.2.2	Unidad experimental	27
2.6	Operacionalización de las variables	28
2.6.1	Calidad de semilla	28
2.6.2	Germinación	28
2.7	Instalación del experimento.	30
2.7.1	Obtención de la semilla	30
2.7.2	Desinfección de la semilla	30
2.7.3	Preparación de los sustratos	30
2.7.4	Preparación y adecuación de la platabanda	30
2.7.5	Siembra	30
2.7.6	Recolección de información	31
2.8	Procedimiento y análisis de datos.	31
2.8.1	Para la calidad de semilla	31
2.8.2	Para la germinación	31

CAPÍTULO III	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1 Calidad de semilla.	32
3.1.1 Porcentaje de pureza física en semillas de <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	32
3.1.2 Peso de semillas de <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	32
3.1.3 Resultado del porcentaje del Contenido de humedad de las semillas de <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	33
3.2 Efectos de los sustratos en la germinación de las semillas de <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	34
3.2.1 Porcentaje de germinación a los 30,45 y 60 días.	34
3.2.2 Índice de velocidad de emergencia	36
3.2.3 Vigor germinativo	38
3.2.4 Tiempo Medio de Germinación	39
CAPITULO IV	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
4.1 Conclusiones	41
4.2 Recomendaciones	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Materiales, equipos y software que se empleó en la investigación.</i>	26
Tabla 2 <i>Esquema del análisis de varianza.</i>	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Ubicación del lugar del experimento</i>	25
Figura 2 <i>Porcentaje de pureza física de las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don.</i>	32
Figura 3 <i>Resultados del peso de 100 semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don.</i>	33
Figura 4 <i>Resultados del contenido de humedad en semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don.</i>	34
Figura 5 <i>Comportamiento de la germinación de las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos.</i>	36
Figura 6 <i>Comportamiento del índice de velocidad de emergencia en las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos.</i>	38
Figura 7 <i>Efecto del vigor germinativo en las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos.</i>	39
Figura 8 <i>Comportamiento del tiempo medio de germinación en las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos.</i>	40

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

En el Ecuador, a pesar de que las semillas forestales, entre ellas las de jacaranda, constituyen el núcleo de la forestación y reforestación, son muy poco estudiadas. Por lo tanto, la información técnica y científica sobre la calidad de semillas y que sustratos son adecuados para la especie jacaranda son restringidas (Ordoñez et al., 2004).

Tanto factores naturales como antropogénicos han provocado que los suelos agrícolas pierdan su capacidad productiva, según (FAO, 2012). Los suelos del Ecuador se están deteriorando rápidamente debido a la contaminación, erosión, agotamiento de nutrientes, el sellado del suelo afectando la producción agrícola, lo que imposibilitaría satisfacer la creciente demanda.

Para hacer frente a estos problemas se ha desarrollado nuevas técnicas de producción sin suelo, es decir, usando diferentes tipos de sustratos que permitan dotar de condiciones adecuadas a las plántulas para obtener altas tasas de germinación y propagación, este modo mantener las mismas superficies destinadas a la agricultura, pero usando otros métodos.

Al ser *Jacaranda mimosifolia* una de las especies de importancia comercial con fines de reforestación ornamental en la provincia de Imbabura como lo registraron en su momento Tito (2019) en Antonio Ante, Quiroz (2020) en Urcuquí, Farinango (2020) en Ibarra, y Farinango (2020) en Otavalo. Razón por la cual se requiere conocer los métodos de propagación, con la finalidad de obtener plántulas de calidad; sin embargo, en la actualidad existe un conocimiento deficitario sobre el comportamiento de la especie en vivero y sus requerimientos en cuanto a sustratos.

Formulación del problema

Existe una insuficiente información técnica y científica sobre los sustratos y su relación con la germinación de la especie *Jacaranda mimosifolia*.

Justificación

Entre los beneficios que ofrece *Jacaranda mimosifolia* está su valor medicinal, ambiental, industrial y sobre todo por los diversos usos y beneficios en los sistemas agroforestales, mejora de pastos y restablecimiento, conservación de suelos, refugio para

animales y al ecosistema en general; si bien la especie jacaranda es nativa de Sudamérica, del cono sur en Ecuador es una especie exótica que se puede adaptar a las condiciones ambientales (Pasiiecznik, 2014), como las que se presentan en la provincia de Imbabura.

La importancia ornamental de *Jacaranda mimosifolia* se evidencia en las diversas investigaciones sobre arbolado urbano realizadas en los diferentes cantones de la provincia de Imbabura, cabe mencionar que en los estudios realizados por Tito (2019) y Quiroz (2020) mencionan a esta especie como una de las que se debe emplear para establecer nuevas áreas de arbolado; así también para reemplazar a árboles muertos o eliminados.

Los árboles se plantan en las ciudades por diferentes razones, ya sea por su valor ornamental estético y decorativo, lo que hace que ciertas especies se destaquen por su belleza y armonía en jardines, parques, calles y avenidas. Además del tamaño, características de la copa, color y aspecto del follaje, la distribución de cada árbol contribuye a la construcción del paisaje, son reguladores de factores ambientales, moderan el clima y mejoran la calidad del aire. (Guarnaschelli y Garau, 2009).

Los principales beneficiarios de esta investigación serán los viveristas de la provincia de Imbabura, quienes podrán aplicar los resultados obtenidos para optimizar la producción de *Jacaranda mimosifolia* con estándares de calidad. Asimismo, se generará un impacto positivo en las zonas aledañas que cuentan con áreas verdes, así como en instituciones públicas como el MAG y el MAATE, dado que esta especie presenta un alto potencial para el arbolado urbano y rural. La disponibilidad de plántulas de calidad contribuirá a fortalecer programas de reforestación, restauración ecológica y mejoramiento paisajístico en el territorio, de tal manera que es necesario contar con viveros que produzcan plantas de calidad de esta especie.

En este contexto es necesario conocer las diversas condiciones y factores para la producción de plantas de jacaranda es por lo que se ha visto importante conocer la calidad de la semilla y el poder germinativo de la semilla; así como también investigar sobre los tipos de sustratos y así aportar información respecto a la producción de la especie jacaranda y así disminuir los tiempos de germinación y, en consecuencia, bajar costos en la producción de la especie jacaranda en vivero.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar tres tipos de sustratos en la germinación de *Jacaranda mimosifolia* D. Don en el vivero del Campus Yuyucocha.

Objetivos Específicos

- Determinar la calidad de la semilla de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.
- Evaluar la germinación de *Jacaranda mimosifolia* D. Don en tres tipos de sustratos.

Hipótesis o preguntas de investigación.

H₀: Ninguno de los tres tipos de sustrato incide significativamente en la germinación de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

H_A: Al menos uno de los tipos de sustrato incide significativamente en la germinación de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Sustratos en la producción de plantas en vivero

1.1.1 *Definición de sustrato*

El sustrato es un material físico diferente del suelo, orgánico y mineral, que brinda soporte y nutrientes para el desarrollo inicial de la planta (Schafer y Lerner, 2022). El término sustrato se refiere a todo material poroso que, asociado a un contenedor que provee anclaje y suficientes niveles de agua y oxígeno al desarrollo de las plantas (Avrella et al., 2021).

Un sustrato es aquel material que sirve de soporte, anclaje y, en algunos casos, alimento para la planta durante la fase de desarrollo inicial, la tendencia de hoy en día es utilizar mezclas de varios componentes. La mezcla de estos componentes en variadas proporciones ayuda a obtener características químicas y físicas adecuadas para la producción de distintas especies (Alvariño, 2005).

Es un sistema en el cual se encuentran en interacción constante; el oxígeno, nutrientes y el agua, de esta dinámica depende la uniformidad de la germinación, el desarrollo de la plántula y la densidad de las raíces (Gavrilescu, 2021). La selección de las proporciones y componentes del sustrato dependen de varios factores que afectan del desarrollo de las plántulas, como: capacidad de intercambio catiónico, salinidad, contenido de materia orgánica, pH y factores operativos como costos, facilidad de manejo y disponibilidad (Balliu et al., 2021).

El sustrato es lo más importante en la producción de plántulas en vivero, es todo material natural, mineral y orgánico, que se coloca en un contenedor o bolsas en forma pura o combinada, esto permite el anclaje del sistema radicular de la planta ya que desempeña un papel de soporte (Gonzales et al., 2024). También el sustrato puede intervenir o no en el proceso de la nutrición mineral de la planta, la experiencia dentro de los viveros demuestra que el manejo de un buen sustrato es la clave primordial para la propagación de especies forestales nativas o exóticas (Pratiwi et al., 2021).

Para garantizar sustratos de buena calidad para el desarrollo inicial de las plantas, es necesario conocer las propiedades químicas, biológicas y físicas de los componentes (González et al., 2024). Las características físicas más relevantes son: porosidad, retención de agua, densidad aparente lo que determinan la calidad del sustrato. Dentro de las propiedades químicas

tenemos la capacidad de intercambio catiónico y el valor del pH son las más importantes (Carranza et al., 2024).

1.1.2 Propiedades físicas de los sustratos

Los sustratos poseen propiedades tanto químicas como físicas que determinan la capacidad para sustentar el crecimiento de la planta. Las propiedades químicas relevantes son la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio catiónico y el pH. Las propiedades físicas más importantes son la capacidad de retención de agua y aire, la densidad aparente, la estructura y la porosidad (Pérez et al., 2024).

1.1.2.1 Porosidad

La porosidad es el volumen total no ocupado por las partes sólidas, que está conformado por aire y agua en ciertas proporciones, su valor no deberá ser inferior al 80-85%, los sustratos que poseen menor porosidad pueden ser utilizados ventajosamente en determinados escenarios (Carranza et al., 2024). Los tamaños de los poros establecen la aireación y retención de agua del sustrato, esta debe ser abierta, pues la porosidad ocluida al no estar en contacto con el espacio abierto esta no tiene intercambio de fluido con él y por lo tanto no sirve como almacén para las raíces (Hernández y Herrera, 2000).

1.1.2.2 Capacidad de retención de aire y agua

Un sustrato con una excelente capacidad de retención de aire y agua proporciona el acceso de la planta al agua, mientras que la retención del aire asegura una adecuada oxigenación de las raíces (Hernández y Herrera, 2000).

1.1.2.3 Densidad Aparente

Es la combinación que permite medir el peso del sustrato o suelo por la unidad de volumen que se conoce con el nombre de expresión del nivel de compactación del sustrato, que nos permite estimar el grado de retención del agua y la aireación en el sustrato (Hernández y Herrera, 2000). Según Seidel (2023), menciona que la densidad aparente, o peso por volumen influyen en la estructura del sustrato, en el aire y en la cantidad de agua que pueden retener.

1.1.2.4 Estructura de un sustrato

Los suelos minerales son de forma granular que no tiene una forma definida, que se adapta fácilmente a la forma del contenedor o bolsa, dependiendo de las características de las

fibras de las partículas, posee una gran facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando se efectúa el paso del seco a mojado (Ulusoy, 2023).

1.1.3 Propiedades químicas de los sustratos

- a. pH:** El pH afecta la disponibilidad de nutrientes para la planta, la mayoría de las plantas requieren un pH ligeramente ácido o neutro (Camacho, 2024).
- b. Conductividad eléctrica (CE):** indica la concentración de sales disueltas en el sustrato, lo que puede afectar los nutrientes y la disponibilidad de agua para la planta (Schafer y Lerner, 2022).
- c. Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** indica la capacidad del sustrato para retener cationes esenciales para crecimiento y desarrollo de la planta, como el calcio, potasio y el magnesio (Camacho, 2024).

1.1.4 Tipos de sustratos

1.1.4.1 Tierra de sitio

Se refiere a la tierra o suelo del lugar donde se construye o se desarrolla un proyecto, como una vivienda, una parcela, o una infraestructura. Es preciso mencionar que esta clasificación también puede considerar al suelo natural que se encuentra en un sitio previo a una alteración antrópica (Camacho, 2024).

1.1.4.2 Tierra negra

Este tipo de suelo también es conocido como humífero debido a que se forma a partir de la descomposición de restos tanto animales como vegetales, su coloración es tendiente a pardo oscuro producto de la elevada cantidad de materia orgánica que posee. Además, posee una elevada fertilidad y alta capacidad para retener agua, por lo cual es preferido para los cultivos (Schafer y Lerner, 2022).

Es preciso mencionar que, la tierra negra es empleada como sustrato que permite mejorar la calidad del suelo tanto en agricultura como en jardinería, de tal manera que se propicie el cultivo de plantas. Así también es utilizada en macetas y jardineras para proporcionar los beneficios de un sustrato rico en nutrientes y con una buena de retención de humedad (Camacho, 2024).

1.1.4.2.1 Beneficios:

La tierra negra posee numerosos beneficios para el suelo y los cultivos, entre los que se destacan mayor fertilidad y disponibilidad de nutrientes para la planta, alta capacidad de

retención de agua, lo que permite conservar la humedad en los suelos. Así también proporciona una gran cantidad de microorganismos edáficos que son esenciales en los procesos bioquímicos que contribuyen a la fertilidad de los suelos (Schafer y Lerner, 2022).

1.1.4.3 Pomina

La pomina es un material empleado como sustrato proveniente de rocas volcánicas se lo emplean como un componente alternativo para el crecimiento de las plantas. Este material es típico de la Cordillera de los Andes, siendo muy abundante en esta región, por lo cual es una opción común para proyectos de agricultura o jardinería, sobre todo en aquellas áreas donde los suelos no son ideales para el establecimiento de cultivos (Schafer y Lerner, 2022).

1.2 Calidad de la semilla

Los factores que determinan la calidad de la semilla; entre los más comunes esta la procedencia, año semillero, madurez y el tiempo se cosecha, en este sentido la calidad de las semillas estaría formado por cuatro componentes principales como: características fisiológicas, físicas, sanitarias y genéticas (Cisneros et al., 2020). Cabe mencionar que la calidad de semillas es mayormente afectada por la humedad relativa y temperatura, que constituyen los factores externos que la afectan en almacenamiento (Pérez, et al., 2017).

1.2.1 Características físicas de la semilla

1.2.1.1 Pureza

La pureza de las semillas siempre está relacionada con la presencia de algunos elementos en la mezcla de la semilla, esta característica se determina en porcentaje (%) (Yaguana et al., 2016). Lo que indica que las impurezas como a las semillas de otras plantas, así como también forman parte las semillas anormales de la propia especie ya sea pequeña, seca, quebrada y enferma, así como los restos vegetales de tierra, insectos, arena, entre otros (Doria, 2010).

1.2.1.2 Humedad

El reducir el contenido de humedad en ciertos niveles umbrales permiten aumentar la longevidad de las semillas; en este contexto se debe mencionar que esta disminución va a depender del tipo de semillas que se tengan ya sea ortodoxas o recalcitrantes, siendo esta disminución efectiva en las semillas ortodoxas (De Vitis et al., 2020). Las condiciones necesarias para el almacenamiento de las semillas según su tolerancia a la deshidratación pueden ser ortodoxas hasta el 5% intermedias al 10-15% y recalcitrantes al 15-50%, si se

disminuye su contenido de humedad más allá de su nivel de tolerancia las semillas pierden su viabilidad y vigor (Uyaguari et al., 2019).

1.2.2 Características fisiológicas

1.2.2.1 Viabilidad de las semillas

Es la capacidad de germinar y de producir plántulas normales en condiciones ambientales favorables (De Vitis et al., 2020). En las especies forestales se han comprobado una relación entre viabilidad de las semillas y las características fenotípicas de los árboles, siendo directamente proporcional, ya que las mejores características dendrométricas ayudan a obtener una mayor viabilidad en las semillas (Sandoval et al., 2019).

1.2.2.2 Vigor de las semillas

El vigor es el conjunto de propiedades que determinan el nivel de capacidad y actividad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas (De Vitis et al., 2020), el vigor en la semilla posee mayores dimensiones que inciden en el éxito y tiempo de la germinación; incluye la velocidad de germinación, la longevidad de la semilla, el crecimiento de las plántulas y la tolerancia temprana al estrés (Reed et al., 2022). A su vez el vigor es la característica o habilidad que tienen las semillas para producir plantas eficientes y sanas. Doria (2010).

1.2.2.3 Latencia

La latencia permite que las semillas superen periodos desfavorables de tal manera que no germinen en condiciones que no garanticen la sobrevivencia de las plantas. Además, la latencia impide la germinación antes cosecha; existen varios procesos involucrados en la inducción de la transición y latencia del estado latente al germinal (Mokrani y Tarchoun, 2022). La latencia proporciona un mecanismo inherente destinado a la supervivencia de las especies de las plantas que, al soportar las condiciones externas, restringen la germinación de las semillas (Nautival, et al., 2023)

1.2.2.4 Edad

La edad de las semillas es un factor importante para la germinación; esto debido a que a medida que las semillas envejecen generan varios procesos en este caso oxidativos que provocan el deterioro de proteínas, ácidos nucleicos y lípidos. En este sentido Zhou et al. (2020), menciona que entre mayor sea el envejecimiento mayor es la descomposición del

sistema metabólico lo que provoca que las semillas se demoren en germinar o no puedan hacerlo.

1.2.2.5 Tegumento o episperma de la semilla

El tegumento de las semillas tiene efectos negativos y positivos, por una parte, previene el ataque de microbios y hongos inhibiendo el deterioro de la semilla; sin embargo, también puede afectar la germinación limitando la absorción de agua (Zhou, et al., 2020). En este contexto Magnitskiy y Plaza (2007), indican que las coberturas más duras son comunes en las semillas recalcitrantes; mientras que coberturas más suaves y delgadas son típicas de las semillas ortodoxas.

1.2.3 Características genéticas de las semillas

Es necesario contar con un sistema de reparación e integridad de ácidos nucleicos, debido a que el deterioro de la semilla parte de la mano con la degradación de ácidos nucleicos, siendo el ácido ribonucleico el más susceptible, es por ello por lo que la generación de sustancias como las quinazas juegan un papel regulador en la longevidad de las semillas; ya que la rotura de los ácidos nucleicos restringe la germinación Waterworth, et al., (2016). Los genes afines con la regulación hormonal y con la composición estructural de la semilla están involucrados en la regulación de la longevidad de la semilla (Camacho, 2024).

1.2.4 Características sanitarias

Según Doria (2010) menciona para que las condiciones de sanidad de cualquier especie deben cumplir que las semillas estén libres de patógenos; es decir que no tengan enfermedades ni plagas.

1.3 Características de *Jacaranda mimosifolia* D. Don

Es un árbol caducifolio de tamaño mediano a grande, de hasta 20 m de altura, con una atractiva copa extendida. La especie es originaria de Argentina y Brasil, pero se ha introducido como ornamental en muchas partes de los trópicos. *Jacaranda mimosifolia* crece mejor en zonas altas de hasta 2400 m con una precipitación anual de 900-1300 mm, crece bien en suelos franco arenosos bien drenados. Es más conocido por los racimos de llamativas flores azul violáceas en forma de campana que se producen durante la estación seca y que son características de muchas ciudades en países tropicales y subtropicales. *Jacaranda mimosifolia* se puede establecer a partir de semillas o esquejes. La semilla fresca tiene una

capacidad de germinación del 50-92% y generalmente no se requiere pretratamiento de semillas (Pasiiecznik, 2014).

1.4 Usos

1.4.1 Usos ornamentales

La flor de la especie de jacaranda no solo es hermosa, sino que también se ha estudiado para su aprovechamiento en diversas áreas de la salud y la farmacéutica. Esto debido a que la diversidad de sus componentes fitoquímicos presentes en ellas, como las antocianinas y otros flavonoides las hacen atractivas para la industria (Aparicio, 2022).

1.4.2 Valor económico

La madera de *Jacaranda mimosifolia* es de color blanco amarillento, moderadamente pesada, dura y fácil de trabajar, se la utiliza para trabajos de carpintería de interiores y postes, así como para fabricar objetos ya sea pequeños o grandes, como mangos de herramientas y tallas (Pasiiecznik, 2014).

1.4.3 Beneficio social

La especie *Jacaranda mimosifolia* es una fuente que proporciona una agradable sombra abierta y se lo utiliza como cortavientos, pero se cultivan principalmente como ornamentales. La corteza y las raíces de esta especie se utilizan para tratar la sífilis y las infusiones de sus flores se utilizan para tratar la disentería amebiana en México y Guatemala, los extractos de la corteza también se utilizan para inhibir la eclosión de larvas de nematodos en el suelo (Pasiiecznik, 2014).

1.4.4 Servicios ambientales

La especie *Jacaranda mimosifolia* se utiliza como forraje para las abejas y es una excelente fuente de néctar para las abejas africanas en Etiopía ya que sus flores son llamativas y vistosas por su color (Pasiiecznik, 2014)

1.5 Resultados de estudios con sustratos

En el estudio realizado por Niveló, (2020) donde se evaluó el desarrollo de las plántulas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don con diferentes tipos de sustratos en el vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH. Se determinó que el tratamiento con mejor resultado fue el T2 conformado por tierra negra 50%, arcilla 25%, humus de lombriz 25% y el tratamiento pre-germinativo en agua fría 48 horas, se obtuvieron los mayores resultados en promedio: DAC= 1,75mm; altura =5,28 cm; número de hojas 7,9, concuerda con la afirmación realizada por Obando, (2007), en el estudio realizado sobre tipos de Bokashi a diferentes porcentajes utilizados como sustratos en el crecimiento inicial de *Jacaranda mimosifolia* D, Don, se obtuvo como resultado en promedio: DAC=1,6mm; altura 5,26cm; número de hojas 7,24 hojas.

En estudio realizado por Ramírez et al. (2007), en Medellín-Colombia, bajo condiciones de invernadero, se evaluó el efecto de la aplicación de biosólidos en el crecimiento de *Jacaranda mimosifolia* D. Don, con 98% suelo y 2% de biosólidos obteniendo como resultados en promedio a los dos meses: DAC con un promedio de (1,9 mm), altura promedio de (8 cm), número de hojas promedio de (12 hojas). Mientras que Aguirre et al. (2018) en el estudio realizado en el vivero del Puerto Carbonífero de Drummond en el departamento de Magdalena-Colombia sobre el análisis del efecto del sustrato sobre la calidad de plántulas en cinco especies forestales, entre ellas *Jacaranda mimosifolia* D. Don, utilizando suelo+ abono (1:1) para el tratamiento (SA) y características del suelo franco arenosa (S), pH=8; CE=0,80; dSm-1; N=1,9g kg-1; P= 0,41 mg kg-1 y CIC= 19 cmol.kg-1; abono 20g; triple (15-15-15) diluidos en un litro de agua, obteniendo como resultado un DAC promedio de (0,9 mm), altura promedio de (6,9 cm).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación según los siguientes criterios:

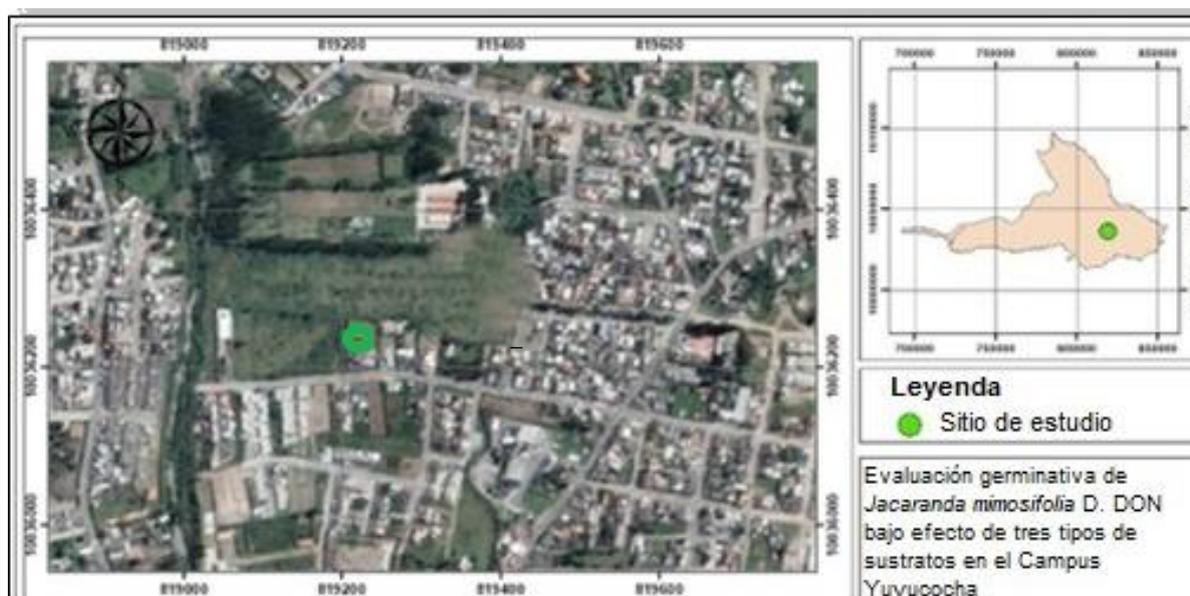
La investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se realizó mediciones y cálculos de las variables objeto de estudio. Según su finalidad es una investigación aplicada ya que se aplicó una teoría, metodologías, técnicas para la solución del problema tanto para la variable de calidad de semilla y germinación. En cuanto a la profundidad es de tipo explicativa, debido a que se evaluó tres tipos de sustratos; su diseño es experimental. En cuanto al tiempo es sincrónica debido a que se realizó la evaluación del proceso de germinación de *Jacaranda mimosifolia* D. Don en contacto directo con el objeto de investigación. Respecto al lugar, se considera que es de campo ya que la investigación se realizó en los predios del Campus Yuvucocha perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

2.2 Ubicación del lugar

- Política: provincia de Imbabura, cantón San Miguel de Ibarra, parroquias Caranqui y Alpachaca.
- Geografía del sitio investigación: coordenadas se encuentra en la latitud $00^{\circ} - 21' - 53''$ N, y longitud $78^{\circ} - 06' - 32''$ W, a una altitud de 2243 msnm.

Figura 1

Ubicación del lugar del experimento.



- Límites: Al norte con viviendas en la calle Armando Hidrobo, al este con la Av. Cap. José Espinoza de los Monteros y la calle Hno. Miguel, al sur con un predio agrícola y la calle Flores Rúaes y al oeste con una quebrada (Guevara y Pozo, 2019).

2.3 Caracterización edafoclimática del lugar

- Suelo: los andisoles son suelos oscuros de origen volcánico, predominan en bosques siempreverdes montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes. Según Jara (2018), estos suelos se distinguen por su estructura estable, excelente capacidad de drenaje y elevada retención de humedad, lo que favorece el desarrollo óptimo de las plantas (Cué et al., 2020).
- Los Mollisoles, según Quevedo y Meneses (2014), Los Mollisoles son suelos de alto contenido mineral y con una superficie muy oscura, ricos en compuestos orgánicos, se encuentran principalmente en un clima húmedo entre frío y templado (Cué et al., 2020).
- Clima: templado con un promedio de 18,4°C, precipitación media de 589,3 mm y humedad relativa en meses secos de 73,9 % (Cué et al., 2020).

2.4 Materiales, equipos y software

Tabla 1

Materiales, equipos y software que se empleó en la investigación.

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	Equipos	Software
Cinta métrica	Papel filtro	Cámara fotográfica	Microsoft
Hoja de campo	Fundas de papel	Computadora	InfoStat
Útiles de escritorio	Hoja de registro	Estufa	ArcGis 10.4
Fundas de plástico		Balanza	
Tamiz			
Carretilla			
Pala			
Piola			
Zaranda			
Etiquetas para datos de campo			
Semillas			
Vitabax			
Suelo del lugar			
Tierra negra			
Pomina			

2.5 Métodos, técnicas e instrumentos.

2.5.1 *Colecta de frutos en áreas verdes de la parroquia Alpachaca.*

2.5.1.1 Universo-población

En la presente investigación se consideró una población de 17 árboles en la avenida Rafael Miranda, de la Parroquia de Alpachaca, con vistas a la colecta de semillas para la calidad de estas y la instalación del experimento.

2.5.1.2 Tamaño de la muestra

Fueron seleccionados seis árboles con características fenotípicas superiores a partir de una evaluación visual con relación a su altura total, altura de bifurcación, tamaño de copa, forma del fuste y estado sanitario. Se estimó una muestra de seis árboles mismos que fueron seleccionados a partir de los que mostraron mejores resultados de la evaluación.

2.5.2 *Diseño experimental*

- Tipo: Irrestricto al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones.
- Modelo estadístico del experimento: Se empleó el modelo descrito a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Es la observación *i*ésima.

μ = efecto medio global

α_i = El efecto incremental sobre la media causado por nivel *i*

ϵ_{ij} = Error experimental.

2.5.2.1 Factores y tratamientos de estudio

- Factor de estudio: Sustratos
- Niveles: los sustratos que se utilizaron en la presente investigación se basaron en lo propuesto por Cuasapud (2012). S1: Suelo del sitio 50%, tierra negra 33,33% y pomina 16,66%; S2: Suelo del sitio 33,33%, tierra negra 16,66% y pomina 50%; S3: Suelo del sitio 16,66%, tierra negra 33,33% y pomina 50%.

2.5.2.2 Unidad experimental

- Unidad Experimental: 100 semillas
- Tratamientos: 3
- Repeticiones: 4

- Unidades Experimentales totales: 12
- Número de semillas por tratamiento: 400 semillas
- Número de semillas totales: 1200 semillas

2.6 Operacionalización de las variables

2.6.1 Calidad de semilla

a. Pureza de la semilla

Para el análisis de la pureza se procedió con base en las normas ISTA (2016), donde se pesó la cantidad de semilla recomendada de 2g, se separó la semilla de las impurezas y se volvió a pesar la semilla pura y las impurezas. Esta prueba se realizó para determinar el contenido de semilla pura y el contenido de otras partículas o material distinto de las semillas. Para el cálculo de la pureza se utilizó la ecuación 1.

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso de semillas pura}}{\text{peso de semillas originales}} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

b. Peso

Para el cálculo del peso se tomó ocho repeticiones con cien semillas limpias cada una, se procedió a pesarlas por cada repetición, para posteriormente dividir por el número de muestras para obtener un promedio, se utilizó la ecuación 2 (ISTA, 2016).

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

X_i = peso de cada repetición

n = número total de repeticiones.

c. Contenido de humedad

Se determinó utilizando ocho muestras de semillas puras, se procedió a un secado gradual en un horno de estufa a 103 °C, 17 horas y se calculó según la ecuación 3 (ISTA, 2016).

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

2.6.2 Germinación

a. Porcentaje de germinación

Con la disponibilidad de semillas obtenidas se procedió a calcular el porcentaje de germinación a los 30,45 y 60 días con la aplicación de la ecuación 4 (ISTA, 2016).

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas sembradas}} * 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

b. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

El índice de velocidad de emergencia (IVE) se obtuvo a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra, tomando como plántulas emergidas a las que sobresalgan del sustrato y se calculó según la ecuación 5 (González y Orozco, 1996).

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

IVE: Índice de velocidad de emergencia

X_i : Número de plántulas emergidas por día

N_i : Número de días después de la siembra

n : Son los conteos diarios: día 1, día 2 día 3...día x

c. Vigor germinativo

El vigor germinativo se obtuvo a partir de los registros diarios de la germinación se obtuvo mediante la siguiente ecuación 6 (Gómez, 2004).

$$VG = VM * GDM \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

VG: Vigor germinativo

VM: Corresponde al valor máximo que se presenta entre los valores que es el producto de la división del porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó a obtenerse.

GDM= Germinación media diaria, calculada a razón entre el final de la germinación (PG) y el número de días transcurridas hasta llegar a ese valor

d. Tiempo medio de germinación

Se evaluó tomando diariamente los datos de las plántulas germinadas desde el primer día de la siembra y se determinó los días que la especie se tardó en germinar, y se aplicó la siguiente fórmula para obtener los datos (Gómez, 2004).

$$TGM = (T_1N_1 + T_2N_2 \dots T_nN_n)/N \quad (\text{Ecuación 7})$$

Dónde:

T_n : Número de días transcurridos desde el inicio de la germinación hasta el día n ,

N_n : Número de semillas germinadas en el día n

N: Número total de semillas germinadas

2.7 Instalación del experimento.

2.7.1 *Obtención de la semilla*

Se obtuvo los frutos directamente de los árboles, se transportaron en fundas etiquetadas y fueron expuestas al sol durante siete días para ayudar a que las capsulas se abran y así se pudo recolectar las semillas.

2.7.2 *Desinfección de la semilla*

Luego de obtener la semilla limpia se efectuó un control fitosanitario para la desinfección de la semilla. Se utilizó lo recomendado por Niveló (2020), Vitavax 300 WP (carboxim+ thiram), 2 gramos por kilogramo de semilla.

2.7.3 *Preparación de los sustratos*

Para la preparación de los tres tipos de sustratos en este caso: suelo del sitio, tierra negra y pomina se aplicó lo recomendado por Cuasapud, (2012), en primer lugar se recolectó el suelo de sitio en la granja Yuyucocha, la “tierra negra” y la pomina en donde de cada uno de los tres sustratos se debió tener un volumen 10 litros , después se procedió a tamizarlas bien para eliminar las piedras y otros materiales gruesos y así dar mayor soltura la suelo, facilitando la mezcla de los tres sustratos en las distintas proporciones. Después se procedió a mezclar los tres sustratos en las distintas proporciones para así dejarlas listas para ser llenadas en las fundas de 3x5 cm en total se utilizó 1200 fundas. Después de haber transcurrido las 48 horas se procedió al llenado de las 1200 fundas de los tres tipos de sustratos.

2.7.4 *Preparación y adecuación de la platabanda*

Para la desinfección de las platabandas se empleó lo mencionado por Zumba (2020), en donde se mezcló 5 g/l de agua. Se colocó el vitavax en una regadera, la cual tiene una capacidad de 5 litros, después se regó completamente en la platabanda tanto en el interior como el exterior para asegurar la desinfección en el área. Esto se hizo para evitar que algún patógeno dañe a la semilla, se debió esperar 24 horas para la colocación de las fundas.

2.7.5 *Siembra*

La siembra de las semillas se realizó después de haber cumplido con fase de limpieza, desinfección de la platabanda y del llenado de las fundas de los tres sustratos, se procedió a colocar las semillas en las fundas a una profundidad de 0,5 - 1 cm según lo utilizado por Cuasapud, (2012) en total se utilizaron 100 semillas en cada unidad experimental, se regó el

suelo y después se recubrió con sarán para mantener las condiciones de humedad en los tres tipos de sustratos.

2.7.6 Recolección de información

Establecido el ensayo se realizó las mediciones acuerdo a las variables de poder germinativo, índice de velocidad de emergencia, vigor germinativo, tiempo medio de germinación; rigiéndose al cronograma establecido para la determinación de la germinación de jacaranda en los tres tipos de sustratos.

2.8 Procedimiento y análisis de datos.

2.8.1 Para la calidad de semilla

Se realizó la estadística descriptiva (media, error estándar de la media, desviación estándar, coeficiente de variación): para lo cual se empleó el programa estadístico InfoStat. Los resultados se presentaron en figuras y tablas.

2.8.2 Para la germinación

Planteamiento de la comprobación de los supuestos paramétricos: se realizó la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y homocedasticidad (Levene) mediante lo cual se empleó el programa InfoStat. Al no cumplirse con los supuestos no se aplicó un análisis de varianza y prueba de Duncan, a excepción del vigor germinativo a los 60 días; por lo que se aplicó la prueba de Kruskal Wallis con una significancia del 0.05; para lo cual se usó el programa estadístico InfoStat.

Si se cumplen los supuestos se aplicó un análisis de varianza y prueba de Duncan, significancia 0.05; caso contrario se aplicó la prueba de Kruskal Wallis con una significancia del 0.05; para lo cual se utilizó el programa estadístico InfoStat. Los resultados se presentaron en tablas y figuras. Para el análisis de varianza se aplicó la siguiente tabla de Adeva.

Tabla 2

Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados Libertad
Tratamientos (sustratos)	$3-1=2$
Error	$3*2=6$
TOTAL	8

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

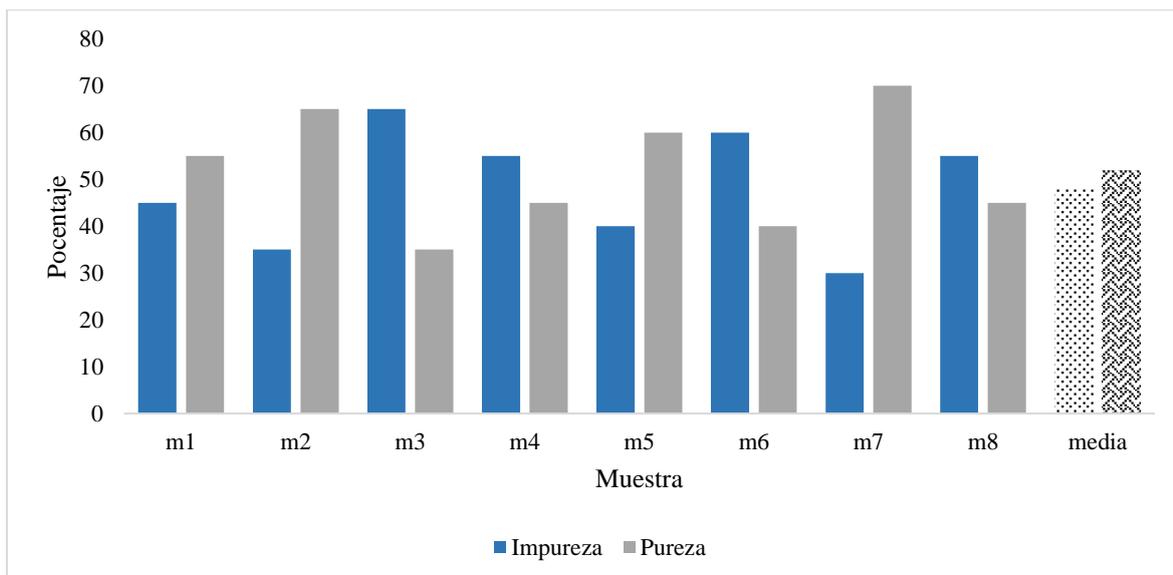
3.1 Calidad de semilla.

3.1.1 Porcentaje de pureza física en semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don

Se determinó una pureza media de 51.88%, con una desviación estándar de 12.52% que permite inferir que los datos están agrupados; así como un coeficiente de variación fue de 24.13% que evidencia una relativa homogeneidad en las muestras evaluadas. Los resultados de purezas e impurezas se presentan en la figura 2, donde se aprecia que los valores de pureza van desde el 35 al 70%, siendo la muestra 7 la que menor impurezas presentó.

Figura 2

*Porcentaje de pureza física de las semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don*

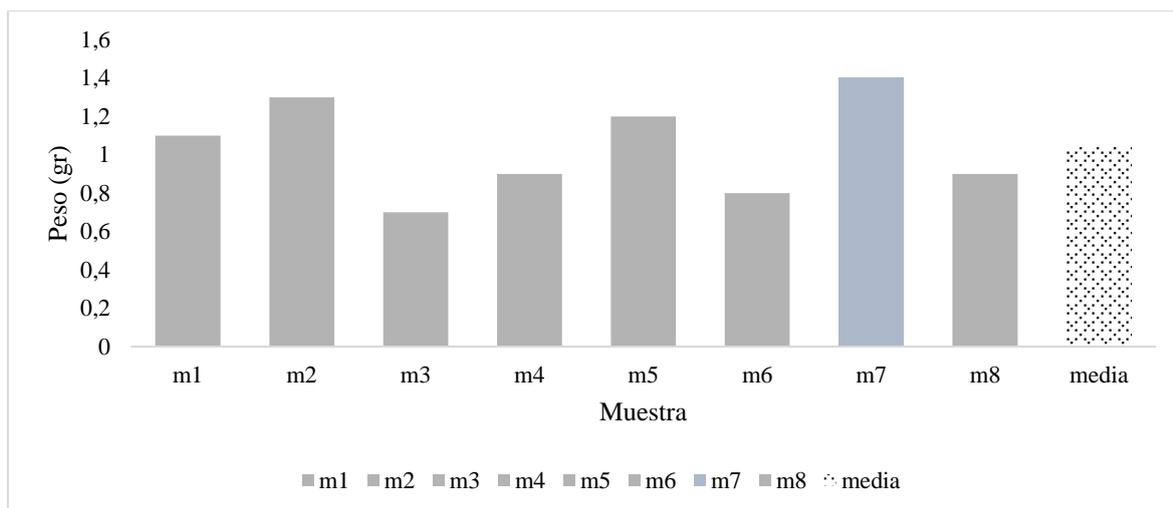


3.1.2 Peso de semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don

Las ocho muestras de 100 semillas, se determinó un peso promedio de 1.04 g, con una desviación estándar de 0.25g, es decir que los datos se encuentran agrupados. En cuanto al coeficiente de variación de 24.13%, permite inferir que las muestras son relativamente homogéneas. En cuanto al peso de 100 semillas que se presenta en la figura 3, se observa que la muestra m7 es la que mayor peso de semillas registra.

Figura 3

*Resultados del peso de 100 semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.*

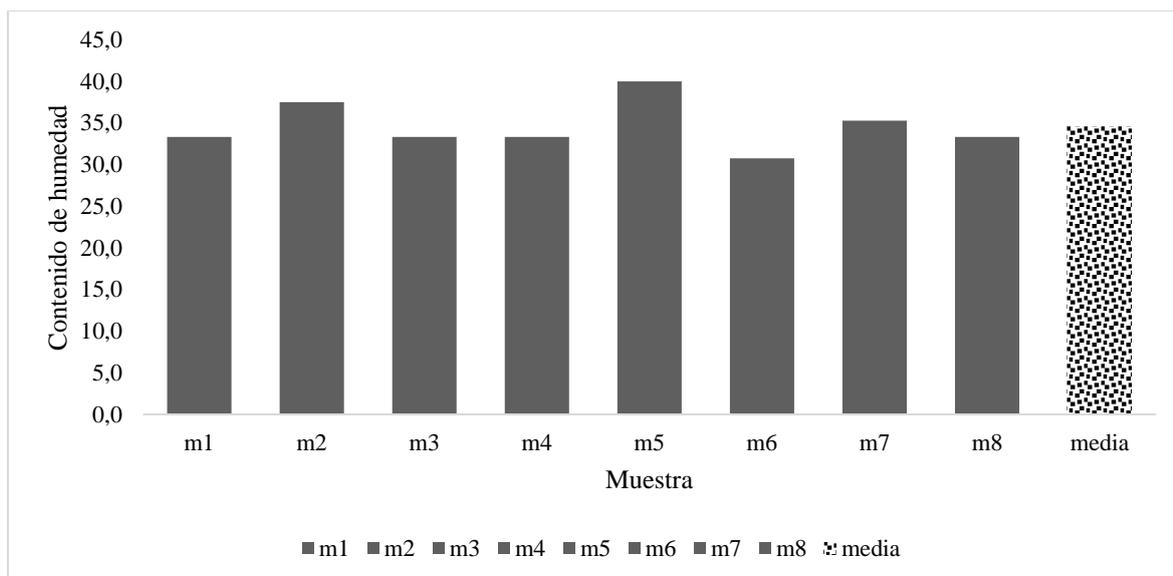


3.1.3 Resultado del porcentaje del Contenido de humedad de las semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don

Se determinó una media de peso húmedo de 1.55g en 100 semillas mientras que la media de peso seco de 1.01g, en ambos casos se obtiene una desviación estándar de 0.32 y 0.21 respectivamente; en lo que respecta a los coeficientes de variación, estos son bastantes similares ya que se diferencian únicamente por 0.34% con un valor de 20.40% y 20.74% lo que demuestra que las muestras son respectivamente homogéneas. Por su parte, el contenido de humedad (CH) promedio fue de 34,60%, con valores comprendidos entre 30,8 y 40%, tal como se aprecia en la figura 4. Se obtuvo una desviación estándar de 2,91% lo que permite inferir que los datos están agrupados; mientras que el coeficiente de variación de 8.40%, indica que los datos son homogéneos.

Figura 4

*Resultados del contenido de humedad en semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don*



Ceballos y Ríos (2008) en Caldas Colombia determinaron para *Jacaranda mimosifolia* un contenido de humedad entre 22 -45%; mientras que la pureza fue del 50.45%. Mientras que las semillas de *Jacaranda micrantha cham*, presentaron un contenido de humedad de aproximadamente 22,3% (Bovolini et al., 2015). Según Martins et al. (2008) en el estudio realizado sobre condiciones climáticas, características del fruto y sistema de cosecha sobre la calidad fisiológica de las semillas de jacarandá, las semillas fueron extraídas, limpiadas y evaluadas para contenido de agua, germinación y vigor (primer conteo de la prueba de germinación, longitud del brote y radícula de las plántulas y porcentaje de emergencia). Para obtener semillas de jacarandá con la mejor calidad fisiológica, los frutos deben ser cosechados en el árbol marrón, abierto o cerrado y con un contenido de humedad de 24.4%. Mientras que Fan et al., (2012) en el estudio sobre la germinación de semillas de *Jacaranda mimosifolia* tratadas con ácido indol acético (AIA) y ácido naftil acético (AAN). El peso de mil semillas de *J. mimosifolia* fue de 9,039 g.

3.2 Efectos de los sustratos en la germinación de las semillas de *Jacaranda mimosifolia*

D. Don

3.2.1 Porcentaje de germinación a los 30,45 y 60 días.

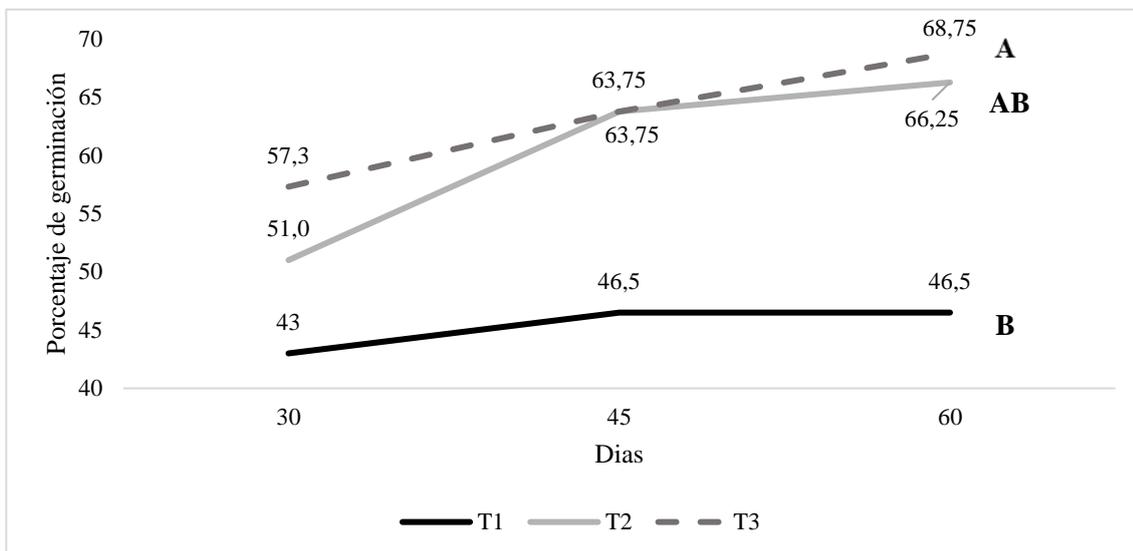
Al momento de realizar la verificación de los supuestos estadísticos par el análisis del porcentaje de germinación a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, en la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se registró valores de $p = 0,128$; $0,122$ y $0,243$, respectivamente, lo que indica que los datos tienen una distribución normal. Sin embargo, la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene arrojó p - valores de $0,002$; $0,002$ y $0,023$ en el mismo

orden, siendo altamente significativos en los días 30 y 45 y significativo a los 60 días. Estos resultados evidencian el incumplimiento del supuesto de homocedasticidad, como se detalla en el anexo 3.1. En vista de que no se cumplió con todos los supuestos para realizar del análisis paramétrico, se procedió a realizar un análisis de varianza no paramétrico mediante la prueba de Kruskal-Wallis, con la finalidad de comparar el porcentaje de germinación entre tratamientos. Los resultados presentados en el anexo 3.2, obtuvo un valor de $p = 0,049$, significativo al nivel del 5% de probabilidad. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, indicando que al menos uno de los tratamientos difiere significativamente en cuanto al porcentaje de germinación.

Los resultados específicos indican que el tratamiento T3 compuesto por 16,66% de suelo del sitio, 33,33% de tierra negra y 50% de pomina, presentó el mayor porcentaje de germinación en los tres momentos evaluados: 57,3% a los 30 días, 63,75% a los 45 días y 68,75% a los 60 días (Figura 5). Esto confirma que el sustrato T3 favorece significativamente el proceso germinativo de *Jacaranda mimosifolia* D. Don durante todo el periodo de evaluación.

Figura 5

Comportamiento del porcentaje de germinación de las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos



Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), T1 (Suelo del sitio 50%, tierra negra 33,33% y pomina 16,66%; T2 (Suelo del sitio 33,33%, tierra negra 16,66% y pomina 50%; T3 (Suelo del sitio 16,66%, tierra negra 33,33% y pomina 50%).

Según Huallpa, (2016) en el estudio realizado en la comunidad de Rio Blanco a una distancia de 150 km del centro de la ciudad de Bolivia, donde se evaluó la germinación y

desarrollo inicial de *Jacaranda mimosifolia* D. Don bajo efecto de tres niveles de sombra y dos densidades de siembra 266 y 400 semillas por m^2 . Se determinó un porcentaje de germinación de 81,45% al 50% de luz. Mientras que Niveló, (2020), evaluó dos tratamientos pre-germinativos y cuatro sustratos para la reproducción sexual de *Jacaranda mimosifolia* D. Don en Chimborazo. El porcentaje de germinación fue del 75% en promedio. Según el estudio realizado por De Viana, (2008) sobre tolerancia experimental de las especies *Nicotiana glauca*, *Jacaranda mimosifolia*, *Tecoma stans*, *Medicago sativa* y *Spinacea oleracea* al boro, en Argentina. La especie *Jacaranda mimosifolia* obtuvo un porcentaje de germinación del 38%.

Según Vargas et al. (2015) en el estudio realizado sobre germinación de semillas con cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical en Colombia, evaluó el efecto de la luz y la temperatura en la germinación de dos especies de Fabaceae y dos de Bignoniaceae, donde se utilizaron niveles de calidad lumínica, combinados con tres niveles de temperaturas alternadas (20/25, 20/30 y 25/30 °C-16/8h). También utilizaron dos niveles de contenido de humedad y dos tipos de almacenamiento de 1 y 3 meses. La variable de respuesta para ambos experimentos fue el número de semillas germinadas, *Samanea saman* y *Jacaranda caucana* obtuvieron el 60 y el 90 % en el porcentaje de germinación.

3.2.2 Índice de velocidad de emergencia

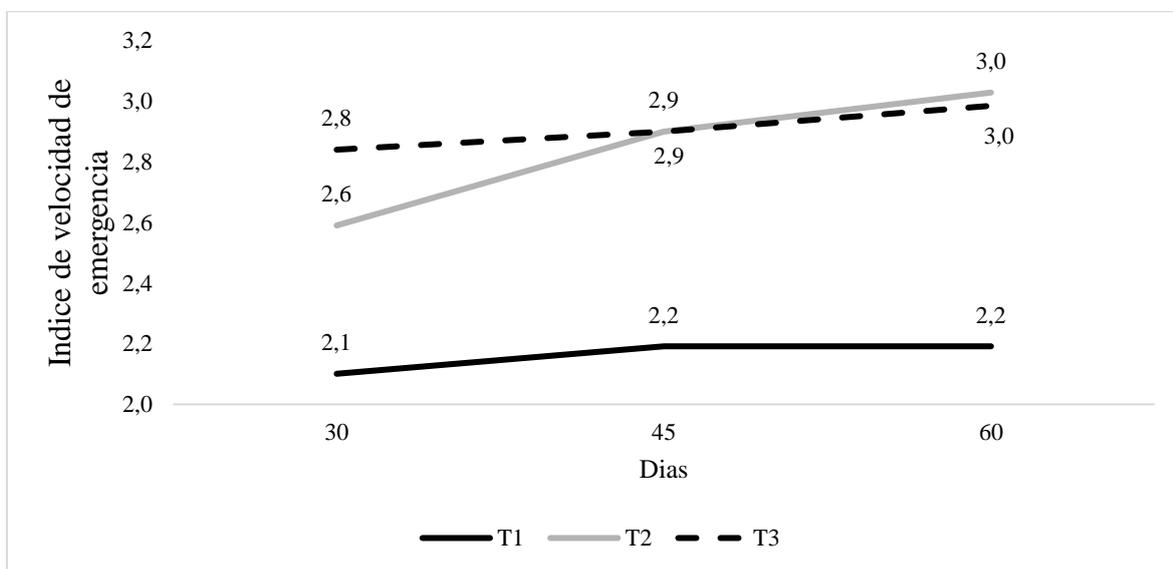
En la verificación de los supuestos estadísticos para el análisis del índice de velocidad de emergencia (IVE) a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó p-valores de 0,130; 0,070 y 0,080, respectivamente, indicando que los datos no difieren significativamente de una distribución normal. Sin embargo, la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas presentó un p-valor $< 0,001$, altamente significativo, lo que evidencia un incumplimiento del supuesto de homocedasticidad. Estos resultados se detallan en el Anexo 3.3.

Dado el incumplimiento de los supuestos para aplicar un análisis paramétrico, se procedió con un análisis de varianza no paramétrico mediante la prueba de Kruskal-Wallis para el IVE a los 60 días después de la siembra. Según los resultados presentados en el Anexo 3.4, se obtuvo un estadístico $H = 3,23$ con un p-valor de 0,211, el cual no es significativo al nivel del 5% de probabilidad. Por tanto, se rechaza la hipótesis alternativa, concluyéndose que no existen diferencias estadísticamente significativas en el IVE entre los tratamientos evaluados.

A pesar de ello, los valores más altos de IVE en las tres mediciones correspondieron al tratamiento T3 compuesto por 16,66% de suelo del sitio, 33,33% de tierra negra y 50% de pomina, con valores de 2,80; 2,90 y 3,01 a los 30, 45 y 60 días, respectivamente (Figura 6). Estos resultados, aunque no son estadísticamente significativos, sugieren una tendencia favorable de este sustrato para promover una emergencia más rápida de las plántulas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

Figura 6

Comportamiento del índice de velocidad de emergencia en las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos.



Nota: T1 (suelo de sitio 50%, tierra negra 33.33%, pomina 16.66%), T2 (suelo de sitio 33.33%, tierra negra 16.66%, pomina 50%), T3 (suelo de sitio 16.66%, tierra negra 33.33%, pomina 50%). IVE (índice de velocidad de emergencia).

Según Bovolini et al. (2015) en el estudio realizado sobre influencia de la temperatura y el sustrato en la germinación y vigor de *Jacaranda michantra Cham.*, registraron para la variable índice de velocidad de germinación a diferentes temperaturas de (25, 30 y 25-30) °C combinada con los sustratos, arena y papel Germitest, adecuados para la germinación de semillas de *Jacaranda micrantha Cham.*, valores del 34.9%. Según Maciel et al. (2013). Evaluación de temperaturas y sustratos en la germinación de semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don, en el coeficiente de variación para la velocidad de germinación fue del 22,04% y el coeficiente de variación para la longitud de la plántula fue del 12,3%.

En el estudio realizado por Scalón et al. (2006). Almacenamiento y tratamientos pregerminativos en semillas de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. El experimento se realizó en una factorial de cinco periodos de almacenamiento y dos temperaturas por cuatro tratamientos pregerminativos. Aunque el IVE no varió entre tratamientos a los 150 días en las semillas, bajo refrigeración obtuvo un promedio de 0,82 a temperatura ambiente, el valor más alto se observó en las semillas tratada con agua caliente y GA 250 mg. L-1 (0,41).

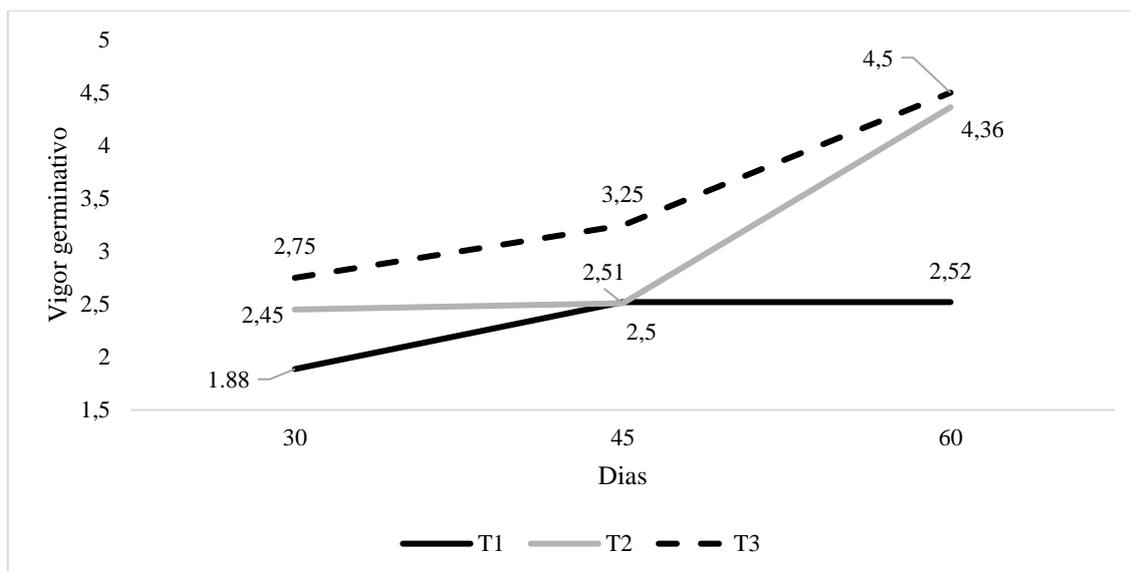
3.2.3 Vigor germinativo

En la comprobación de los supuestos estadísticos para el vigor germinativo mediante la prueba de Shapiro-Wilk a los 30, 45 y 60 días después de la siembra se obtienen p-valores de: 0,053; 0,010 y 0,264, respectivamente valores no significativos. En tanto, para la prueba de Levene muestra p-valores de: 0,392; 0,407 y 0,011, valores no significativos para homocedasticidad, por lo que se cumplen los supuestos, así como se observa en el anexo 3.5. Al realizar el análisis de varianza para la variable vigor germinativo a los 60 días, que se presenta en el anexo 3.6, se determinó un p-valor de 0.378 no significativo y un Fisher calculado para la fuente de variación de tratamientos con 1.08, valor no significativo al nivel del 5% de probabilidad estadística; por lo que se acepta la hipótesis nula de que los tratamientos son estadísticamente similares.

Dado que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas a los 60 días, no se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan. No obstante, al analizar gráficamente el Vigor Germinativo (VG), como se muestra en la figura 7, se observó que el tratamiento T3 registró los valores más altos en cada uno de los periodos evaluados: 2.75 a los 30 días, 3.25 a los 45 días y 4.5 a los 60 días.

Figura 7

*Efecto del vigor germinativo en las semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don bajo el efecto de tres sustratos*



Nota: T1(suelo de sitio 50%, tierra negra 33.33%, pomina 16.66%), T2(suelo de sitio 33.33%, tierra negra 16.66%, pomina 50%), T3(suelo de sitio 16.66%, tierra negra 33.33%, pomina 50%).

Ceballos y Ríos (2008) en Medellín registraron un vigor germinativo de 4.7 a los 45 días. Mientras que, Missio et al. (2016). Vigor y germinación de semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. tras el tratamiento y almacenamiento; los tratamientos se organizaron en un diseño completamente aleatorizado en un esquema de tres factores (4x4x2), representados por tiempo de almacenamiento 0, 4, 8, 12 meses, productos biológico, químico, control y polímero con cuatro réplicas. En cada punto de tiempo, se evaluó el porcentaje de germinación, la prueba de vigor y la longitud de la plántula. Hubo una respuesta de las semillas de *J. mimosifolia* tratadas y almacenadas, donde aquellas con *Trichoderma sp.* tuvieron vigor y germinación superiores en comparación con los otros tratamientos. Los resultados de la prueba de vigor mostraron que las semillas tratadas con el microorganismo presentaron una germinación del 61%, porcentaje 9% superior al control (52%), que fue el tratamiento más cercano. Mientras que Fan et al., (2012) en el estudio realizado sobre la germinación de semillas de *Jacaranda mimosifolia* tratadas con ácido indol acético (AIA) y ácido naftil acético (AAN). Las semillas se recolectaron de plantas de 55 años en marzo de 2012 en el Parque Wenjiang de Chengdu (China) y se sembraron en una incubadora a 25 °C/18 °C (día/mayo) con 15 h de luz, tras 24 h de maceración en soluciones de AIA y AAN a 0, 50, 100 y 200 mg L⁻¹, su vigor promedio fue del 32,7 %.

3.2.4 Tiempo Medio de Germinación

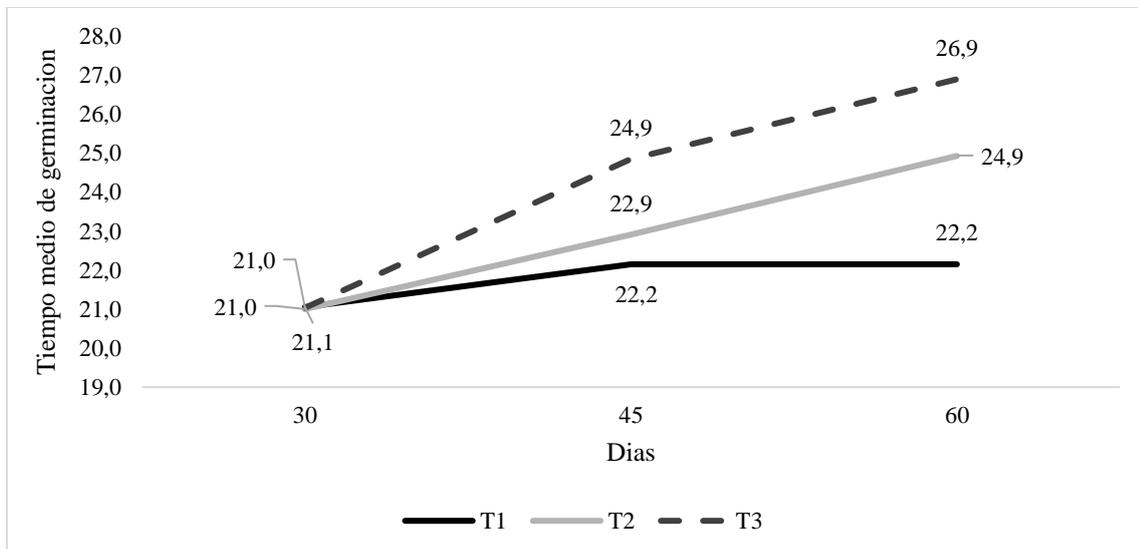
En la comprobación los supuestos estadísticos para el tiempo medio de germinación mediante la prueba de Shapiro-Wilk a los 30, 45 y 60 días después de la siembra se obtienen

p-valores de: 0,663; 0,070 y <0.0001, valores significativos. En tanto, para la prueba de Levene muestra p-valores de: 0,001; 0,018 y 0,320, significativo a los 30 días, a los 45 días, no significativo y a los 60 días altamente significativo, por lo que no se cumplen los supuestos estadísticos, tal como se observa en el anexo 3.7. Al efectuar el análisis de varianza no paramétrica mediante la prueba de Kruskal-Wallis para la variable tiempo medio de germinación a los 60 días después de la siembra que se presenta en el anexo 3.8, se determinó un p-valor de 0.2518 valor no significativo al 5% de probabilidad estadística; por lo que se acepta la hipótesis nula.

Se determinó que el tratamiento T3 presentó el mayor Tiempo Medio de Germinación en las tres evaluaciones realizadas. A los 30 días, T3 alcanzó un TMG de 21.1; a los 45 días, 24.9; y a los 60, 26.9 días, como se muestra en la figura 8. El tratamiento T3, compuesto por 16.66% suelo de sitio, 33.33% tierra negra y 50% pomina, registró consistentemente los valores más altos de TMG en comparación con los demás tratamientos.

Figura 8

Comportamiento del tiempo medio de germinación en las semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don bajo el efecto de tres sustratos



Nota: T1(suelo de sitio 50%, tierra negra 33.33%, pomina 16.66%), T2(suelo de sitio 33.33%, tierra negra 16.66%, pomina 50%), T3(suelo de sitio 16.66%, tierra negra 33.33%, pomina 50%).

Según Dutra et al., (2014), en el estudio realizado sobre el efecto del estrés hídrico y salino sobre la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de carobinha-do-campo *Jacaranda pteroides*, obtuvieron un valor del coeficiente de variación de 8,5% para la variable el tiempo medio de germinación a los 28 días después de la siembra.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El comportamiento de las semillas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don, evaluado en el vivero del Campus Yuyucocha, presentó un contenido de humedad del 34,60%, una pureza del 51,88% y un peso promedio de 1,01% g por cada 100 semillas, lo que evidencia una calidad física moderada para su uso en propagación.
- La evaluación de la germinación en tres tipos de sustratos demostró que el tipo de sustrato influye significativamente en el porcentaje de germinación (PG) y en el índice de velocidad de emergencia (IVE); sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas en el tiempo medio de germinación. El tratamiento T3 compuesto por 16,66% de suelo del sitio, 33,33% de tierra negra y 50% de pomina, mostro el mejor desempeño en todas las variables evaluadas, lo que evidencia su eficacia como sustrato óptimo para la germinación de *Jacaranda mimosifolia*.

4.2 Recomendaciones

- Para el manejo de la semilla de *Jacaranda mimosifolia* se sugiere, que posterior a la recolección de frutos y obtención de la semilla se proceda a secarla para eliminar el exceso de humedad.
- Se recomienda seguir realizando investigaciones similares debido a que se pueden mejorar las condiciones para obtener mejores porcentajes de germinación.
- Se recomienda utilizar la mezcla de suelo de sitio 16.66%, tierra negra 33.33%, pomina 50% para la germinación de *Jacaranda mimosifolia*, ya que presentó los mejores resultados en porcentaje de germinación y vigor de plántulas.
- Aplicar este tipo de sustrato en viveros forestales y ornamentales del campus Yuyucocha y otras zonas similares para mejorar la eficiencia en la producción de plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, S., Piraquene, N., & Barrios, N. (2018) “Análisis del efecto del sustrato sobre la calidad de plántulas en cinco especies forestales adaptadas a Santa Marta – Colombia”. *Revista Espagios* Vol. 39 n°45.
- Alvariño, CR (2005). Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36 (1), 45-53. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1816/181620586010.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1816/181620586010.pdf)
- Aparicio Fernández, X., Bivián Castro, E. Y., & Martínez Cano, E. (2022). La flor de jacaranda: más allá de su uso ornamental. *Revista digital universitaria*, 23(3). <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-digital-universitaria/articulo/la-flor-de-jacaranda-mas-alla-de-su-uso-ornamental>
- Avrella, E. D., Paim, L. P., Tedesco, M., Schafer, G., Souza, P. V. D. D., & Fior, C. S. (2021). Suelo mineral como componente de sustrato para plantas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Bogotá, Colombia. Vol. 12, n. 2 (jul./dic. 2021), p. 85-98.* <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/252721>
- Balliu, A., Zheng, Y., Sallaku, G., Fernández, JA, Gruda, NS y Tuzel, Y. (2021). Los factores ambientales y de cultivo afectan la morfología, la arquitectura y el rendimiento de los sistemas radiculares en plantas cultivadas sin suelo. *Horticulturae*, 7 (8), 243. <https://www.mdpi.com/2311-7524/7/8/243>
- Bovolini, MP, Maciel, CG, Brum, DL y Muniz, MFB (2015). Influencia de la temperatura y el sustrato en la germinación y el vigor de *Jacaranda michantra Cham.* *Journal of Agroveterinary Sciences*, 14 (3), 203–209. <https://doi.org/10.5965/223811711432015203>
- Camacho Yanza, S. C. (2024). Evaluación de tres tratamientos pregerminativos y tres tipos de sustrato en la reproducción sexual de *Piptocoma discolor* (kunth) Pruski, a nivel de vivero.
- Carranza-Patiño, M., Aragundi-Sabando, L., Macias-Barrera, K., Paredes-Sarabia, E., & Villegas-Ramírez, A. (2024). Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas. *Código*

Ceballos-Freire, A. J., y López-Ríos, J. A. (2008). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. *Cenicafe*. 58(4):265-292. <https://doi.org/ETI0113>

Cisneros Álvarez, O. Á., Pérez-Reyes, C. M., y Bonilla-Vichot, M. (2020). Evaluación de la viabilidad en semillas de *Pinus* tropicales Morelet con diferente tiempo de almacenamiento. *Avances*, 22(1), 97-109. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115007/637869115007.pdf>

Cuasapud Guadir, A. D. R. (2012). *Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la Comuna Tesalia, provincia del Carchi* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2565>

Cué García, J. L., Chagna, E. J., Palacios, W. A. y Carrión, A. M. (2020). Biodiversidad forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *Revista de las Agrociencias* ISSN 2477-8982, (24), 9-28. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/download/2360/3146?inlin>

De Viana, M. L., & Albarracín Franco, S. (2008). Tolerancia experimental de las especies vegetales *Nicotiana glauca*, *Jacaranda mimosifolia*, *Tecoma stans*, *Medicago sativa* y *Spinacea oleracea* al boro, en Argentina. *Revista de biología tropical*, 56(3), 1053-1061. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000300007

De Vitis, M., Hay, F. R., Dickie, J. B., Trivedi, C., Choi, J., & Fiegenger, R. (2020). Seed storage: maintaining seed viability and vigor for restoration use. *Restoration Ecology*, 28, S249-S255. <https://doi.org/10.1111/rec.13174>

Don, D., Ferreira, NC, Rocha, EC, Rodrigues, FD y Oliveira, TA (2021). *Trichoderma* spp. en promoción del crecimiento de Jacarandá.

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tlng=es

- Dutra, TR, Massad, MD, Matos, PS, de Oliveira, JC, y Sarmiento, MFQ (2014). Germinación y crecimiento inicial de plántulas de carobinha-do-campo sometidas a estrés hídrico y salino. *Agricultura Científica en la Región Semiárida*, 10 (4), 39-45. <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/492/pdf>
- Fan, Li, Zhou, L., Shi, J. A., & Gao, S. (2012). Promotion of IAA, NAA on seed germination of *Jacaranda mimosifolia*. *Journal of Agricultural Science and Technology. B*, 2(11B), 1184. <https://www.proquest.com/openview/196e46b8751b42cfc8c1442075f9d84e/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=2029907>
- FAO. (2012). *Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal*. Roma: Montes.
- Farinango Carlosama, J. N. (2020). Estimación de la captura de carbono del arbolado urbano en la cabecera cantonal de Otavalo, provincia de Imbabura [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10395>
- Farinango Solano, J. P. (2020). Determinación de la relación de emisión y captura de carbono en el arbolado de las avenidas de cuatro parroquias urbanas del cantón Ibarra [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10714>
- Gavrilescu, M. (2021). Interacciones entre agua, suelo y plantas en un entorno amenazado. *Water*, 13 (19), 2746. <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/19/2746>
- Gómez, M. (2004). Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de *Diomite* (*Astronium graveolens* Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* vol.57, n.1, pp.2218-2232. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v57n1/a06v57n1.pdf>.
- González, L., y Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de datos de germinación de semillas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 17-18.

- González, A. C., Villalba Algarin, C. A., Szostak, J. E., & Sanabria Franco, M. F. (2024). Explorando el estado del arte de la labranza y su impacto en la calidad del suelo y la productividad agrícola: una revisión crítica de los últimos 20 años. *Investigación Agraria*, 26(2), 111-124. https://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S2305-06832024000200111&script=sci_arttext&tlng=es
- Guarnaschelli, Ana y Garau, Ana. (2009) Arboles. Buenos aires- Argentina: *Albatros Saci*, pp.8-10.
- Guevara Nepas, K. M. y Pozo Velasco, A. J. (2019). *Interpretación turística y ambiental en los senderos de la granja experimental Yuyucocha, Ibarra-Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9740>.
- Hernández, Fabiola; & Herrera, Marytza. (2000). “Querétaro Azul-violeta: Análisis paisajístico de la Jacaranda mimosifolia D. Don.” México, pp. 3-5. Disponible en: https://datospdf.com/download/queretaro-azulvioleta-analisis-paisajistico-de-la-jacaranda-mimosifolia-d-don-_5ae5efd1b7d7bcf438f6845f_pdf
- Huallpa, L. (2016). Evaluación germinativa del jacaranda (jacaranda mimosifolia d. don) bajo efecto de tres niveles de sombra y dos densidades de siembra [Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Ingeniería Agronómica]. La paz-Bolivia, P. 72
- ISTA. (2016). International Seed Testing Evaluation. Obtenido de: https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf.
- Jara Torres, P. P. (2018). Efecto del cambio de la cobertura vegetal y del uso de la tierra sobre la cantidad y calidad de materia orgánica del suelo en ecosistemas altoandinos de Ecuador. <https://gredos.usal.es/handle/10366/140319>
- Magnitskiy, S. y Plaza, G. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía colombiana*, 25(1), 96-103. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000100011
- Maciel, CG, Bovolini, MP, Finger, G., Pollet, CS y Muniz, MFB (2013). Evaluación de temperaturas y sustratos sobre la germinación de semillas de Jacaranda mimosifolia D. Don. *Floresta e Ambiente*, 20, 55-61. <https://www.floram.org/article/10.4322/floram.2012.070/pdf/floram-20-1-55.pdf>

- Missio, E. L., Moro, T., Brum, D. L., Pollet, C. S., & Muniz, M. F. B. (2016). Vigor e germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.(Bignoniaceae) após o tratamento e armazenamento. *Caderno de Pesquisa, série Biologia*, 28(3), 42-53.
- Mokrani, K., y Tarchoun, N. (2022). Development, dormancy and germination of seeds metabolism, hormonal control and genetic control. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch* 07(1). <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2022.5700>
- Nautiyal, P. C., Sivasubramaniam, K., y Dadlani, M. (2023). Seed Dormancy and Regulation of Germination. *Seed Science and Technology*, 39–66. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_3
- Nivelo Zumba, I. F. (2020). Evaluación de cuatro sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para la reproducción sexual de *Jacaranda mimosifolia* (*Jacaranda*) en el vivero de la ESPOCH.
- Obando, E. (2007) Efectos de dos tipos de Bokashi en tres porcentajes como sustrato en el crecimiento inicial de jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*). (Tesis de Grado). Universidad Técnica del Norte, Ingeniería en Ciencias, Agropecuarias y Ambiental. Ibarra-Ecuador. 2007. pp. 27-80.
- Ordoñez, L., Arbeláez, M., & Prado, L. Manejo de Semillas Forestales Nativas de la sierra del Ecuador y Norte del Perú. Quito-Ecuador: EcoPar - Fosefor – Samiri, 2004 pp. 43-53.
- Pasiecznik, N. (2014). *Jacaranda mimosifolia* (jacaranda). CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.29212>
- Pérez Ruiz, A., Araméndiz Tatis, H., y Cardona Ayala, C. (2017). Efecto del almacenamiento en la calidad fisiológica de semilla de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 79-89. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262017000100010&lng=en.
- Pérez-Hernández, H., López-Valdez, F., Juárez-Maldonado, A., Méndez-López, A., Sarabia-Castillo, C. R., García-Mayagoitia, S., ... & Pérez-Moreno, A. Y. (2024). Implicaciones de los nanomateriales utilizados en la agricultura: una revisión de literatura de los beneficios y riesgos para la sustentabilidad. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 17(32).

- Pratiwi, Narendra, BH, Siregar, CA, Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, HH, ... y Susilowati, A. (2021). Gestión y reforestación del paisaje degradado posterior a la minería en Indonesia: una revisión. *Tierra*, 10 (6), 658.
- Quiroz Tello, J. D. (2020). Gestión del arbolado urbano en el cantón Urcuquí, provincia de Imbabura [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10571>
- Ramírez, R., Velásquez, D., & Acosta, E. (2007). Efecto de la aplicación de biosólidos en el crecimiento de Jacaranda mimosifolia (Gualanday) y en las condiciones físicas y químicas del suelo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, (Medellín-Colombia) pp. 3751–3770.
- Reed, R. C., Bradford, K. J., y Khanday, I. (2022). Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*, 128(6), 450-459. <https://www.nature.com/articles/s41437-022-00497-2>
- Salazar, R. (2000) Manejo de semillas de 100 Especies forestales de América Latina. *Costa Rica. pp. 167-169*.
- Sandoval Solís, S., Gómez Romero, M., y Velázquez Becerra, C. (2019). Viabilidad y germinación de semilla de *Cordia elaeagnoides* A. DC. *Polibotánica*, (48), 121-134. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682019000200121
- Scalon, S. D. P. Q., Mussury, R. M., Scalon Filho, H., Francelino, C. S. F., & Florencio, D. K. A. (2006). Armazenamento e tratamento pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). *Revista Árvore*, 30, 179-185. <https://www.scielo.br/j/rarv/a/X576rGdrrsn9RYXRqFyQvhh/?lang=pt>
- Schafer, G. y Lerner, BL (2022). Características físico-químicas y análisis de sustrato para plantas. *Horticultura ornamental*, 28, 181-192. <https://www.scielo.br/j/oh/a/YTYZ66L8dcFSYrkvvPzBMvB/?format=html&lang=en>
- Seidel, R., Dettmann, U. y Tiemeyer, B. (2023). Revisión y análisis de la contracción de turba y otros suelos orgánicos en relación con propiedades seleccionadas del suelo. *Vadose Zone Journal* , 22 (5), e20264.

- Tito Chulde, J. A. (2019). Plan de silvicultura urbana y periurbana en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8915>
- Ulusoy, U. (2023). A review of particle shape effects on material properties for various engineering applications: from macro to nanoscale. *Minerals*, 13(1), 91.
- Uyaguari Patiño, C., Jiménez Sánchez, J., Marín Molina, F., y Palomeque, Pesántez, X. (2019). Respuesta de semillas de tres especies nativas altoandinas a diferentes condiciones de almacenamiento. *Maskana*, 10(2), 64-75. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/2940> doi: [10.18537/mskn.10.02.07](https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.07)
- Vargas Figueroa, J. A., Duque Palacio, O. L., & Torres González, A. M. (2015). Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 249-261. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442015000100020&script=sci_arttext
- Waterworth, W. M., Footitt, S., Bray, C. M., Finch-Savage, W. E., y West, C. E. (2016). DNA damage checkpoint kinase ATM regulates germination and maintains genome stability in seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 9647–9652. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1608829113>
- Yaguana Caraguay, K. A., Eras Guaman, V. H., Gozalez Zaruma, D., Moreno Serrano, J., Minchala Patiño, J., Yaguana Arevalo, M. Y. y Valarezo Ortega, C. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la Provincia de Loja–Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 18(3), 271-280. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645611>
- Zhou, W., Chen, F., Luo, X., Dai, Y., Yang, Y., Zheng, C., ... y Shu, K. (2020). A matter of life and death: Molecular, physiological, and environmental regulation of seed longevity. *Plant, Cell & Environment*, 43(2), 293-302.

ANEXOS

Anexo 1. De calidad de la semilla de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

Anexo 1.1. Frutos expuestos al sol



Anexo 1.2. Extracción de semillas



Anexo 1.2. Peso de semilla con impurezas



Anexo 1.3. Peso de semilla sin impurezas



Anexo 1.4. Resultados de la calidad de semilla

	muestra	Peso húmedo	Peso seco	CH	peso con impureza	Impureza	semilla pura	Impureza	Pureza
	0,7 m1	2,1	1,4	33,3	2	0,9	1,1	45	55,0
	0,6 m2	1,6	1,0	37,5	2	0,7	1,3	35	65,0
	0,6 m3	1,8	1,2	33,3	2	1,3	0,7	65	35,0
	0,4 m4	1,2	0,8	33,3	2	1,1	0,9	55	45,0
	0,6 m5	1,5	0,9	40,0	2	0,8	1,2	40	60,0
	0,4 m6	1,3	0,9	30,8	2	1,2	0,8	60	40,0
	0,6 m7	1,7	1,1	35,3	2	0,6	1,4	30	70,0
	0,4 m8	1,2	0,8	33,3	2	1,1	0,9	55	45,0
	media	1,55	1,01	34,6	2,00	0,96	1,04	48,13	51,88
	desviación estándar	0,32	0,21	2,91	0,00	0,25	0,25	12,52	12,52
	error estándar	0,11	0,07	1,03	0,00	0,09	0,09	4,43	4,43
	coeficiente de variación	20,40	20,74	8,40	0,00	26,01	24,13	26,01	24,13

Anexo 2. Instalación del experimento

Anexo 2.1. Preparación de los sustratos



Anexo 2.2. Mezclado de los sustratos



Anexo 2.3. Desinfección de los sustratos



Anexo 2.4. Limpieza de la platabanda



Anexo 2.5. Llenado de fundas



Anexo 2.6. Desinfección de las semillas



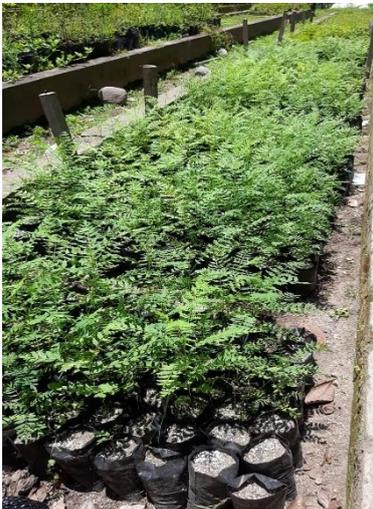
Anexo 2.7. Siembra de semillas



Anexo2.8. Cubriendo con el sarán



Anexo 2.9. Plántulas emergidas



Anexo 3. De germinación de la semilla de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

Anexo 3.1. Comprobación de los supuestos para el porcentaje de germinación

Variable	Normalidad			Homogeneidad de Varianzas		
	Shapiro-Wilks	p (Unilateral D)	Sig.	W (Levene)	p-valor	Sig.
%G30	0,87	0,1287	ns	12,25	0,002699	**
%G45	0,87	0,122	ns	12,59	0,00247	**
%G60	0,89	0,2432	ns	5,82	0,02383	*

Nota: Sig: significativo; ns: no significativo

Anexo 3.2. Prueba de Kruskal Wallis para el porcentaje de germinación

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	H	p
%G	T1	4	46.50	4.12	5.66	0.0490
%G	T2	4	66.25	8.54		
%G	T3	4	63.50	17.06		

Trat.	Medias	Ranks
T1	46.50	3.13 A
T3	63.50	7.38 A B
T2	66.25	9.00 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3.3 Comprobación de los supuestos estadísticos para el índice de velocidad de emergencia

Variable	Normalidad			Homogeneidad de Varianzas		
	Shapiro-Wilks	p (Unilateral D)	Sig.	W (Levene)	p-valor	Sig.
IVE30	0,87	0,1303	ns	28,07	0,000135	**
IVE45	0,85	0,0709	ns	47,4	0,000017	**
IVE60	0,86	0,0809	ns	39,59	0,000035	**

Nota: Sig: significativo; ns: no significativo

Anexo 3.4. Prueba de Kruskal Wallis para el Índice de velocidad de emergencia

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	H	p
IVG	T1	4	2.19	0.23	3.23	0.2118
IVG	T2	4	3.03	0.42		
IVG	T3	4	2.87	1.00		

Anexo 3.5 Comprobación los supuestos estadísticos para el vigor germinativo.

Variable	Normalidad			Homogeneidad de Varianzas		
	Shapiro-Wilks	p (Unilateral D)	Sig.	W (Levene)	p-valor	Sig.
VG30	0,84	0,0535	ns	1,04	0,392284	ns
VG45	0,8	0,0104	*	0,99	0,407289	ns
VG60	0,9	0,2643	ns	7,64	0,011515	ns

Nota: sig= significativo; ns= no significativo

Anexo 3.6. Análisis de varianza del vigor germinativo a los 60 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	sig.
Tratamiento	2.01	2	1.01	1.08	0.3785	ns
Error	8.36	9	0.93			
Total	10.37	11				

CV= 38.49

Nota: **FV:** Fuente de variación, **SC:** Suma de cuadrados, **gl:** grados libertad, **CM:** Cuadrado medio, **F:** Fisher, **p-valor:** valor de probabilidad, **sig:** significación.

Anexo 3.7 Comprobación de los supuestos estadísticos del (TMG)

Variable	Normalidad			Homogeneidad de Varianzas		
	Shapiro-Wilks	p (Unilateral D)	Sig.	W (Levene)	p-valor	Sig.
TGM30	0,94	0,6636	ns	14,98	0,00137	*
TGM45	0,85	0,0709	ns	2,04	0,018631	ns
TGM60	0,66	<0.0001	**	1,29	0,320607	**

Nota: sig= significativo; ns= no significativo

Anexo 3.8. Prueba de Kruskal Wallis para tiempo medio de germinación

Variable	Tratamiento	Medias	D.E.	H	p
TGM	T1	22,15	1,4	2,92	0,2518
TGM	T2	24,93	2,83		
TGM	T3	25,23	4,68		

Nota: **D.E:** desviación estándar, **H:** estadístico Kruskal-Wallis; **p:** nivel de probabilidad al que el valor de H es significativo