



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención de  
título de Ingeniera Forestal**

**DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN  
SEMILLAS DE *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y  
*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh, IBARRA, ECUADOR.**

**AUTORA**

Joselyn Elizabeth Lara Lara

**DIRECTOR**

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

**IBARRA – ECUADOR**

2021

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

### DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y *Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh, IBARRA, ECUADOR.

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la  
presentación como requisito parcial para obtener el título de:

#### INGENIERA FORESTAL

#### APROBADO

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

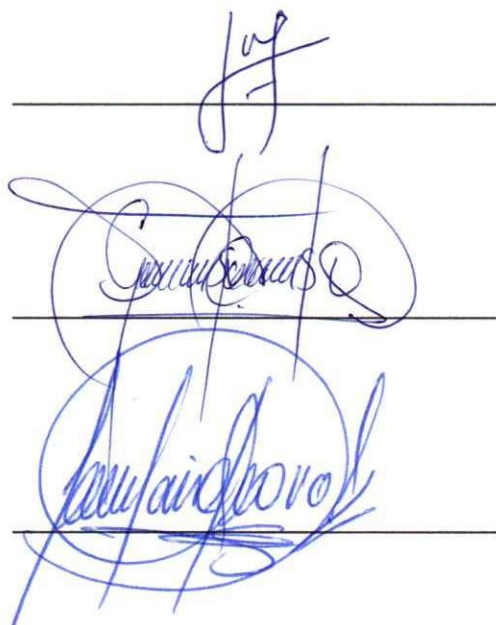
**Director de trabajo de titulación**

Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

**Tribunal de trabajo de titulación**

Ing. Eduardo Chagna Ávila, M.Sc.

**Tribunal de trabajo de titulación**



Ibarra – Ecuador

2021



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE CIUDADANÍA:</b>	100414640-1		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>	Joselyn Elizabeth Lara Lara		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra, José Alejandro Villamar y César Guerra		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:jelaral@utn.edu.ec">jelaral@utn.edu.ec</a> / <a href="mailto:joselin0223@gmail.com">joselin0223@gmail.com</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2547-035	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980457306

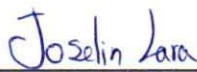
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE <i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y <i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh, IBARRA, ECUADOR.
<b>AUTOR:</b>	Joselyn Elizabeth Lara Lara
<b>FECHA:</b>	07/12/2021
SÓLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

## 2. CONSTANCIA

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 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, 07 de diciembre de 2021.

### LA AUTORA



---

Joselyn Elizabeth Lara Lara

# REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA – UTN

**Fecha:** 07 de diciembre de 2021

Joselyn Elizabeth Lara Lara: **“DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y *Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh, IBARRA, ECUADOR”.**

Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 07 de diciembre de 2021 135 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar el mejor tratamiento pregerminativo para semillas de *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar la calidad de las semillas de las especies estudiadas, determinar el efecto de los tratamientos pregerminativos en las semillas de las especies estudiadas y evaluar la morfología de las plántulas a nivel de vivero.

.....  
Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

**Director de trabajo de titulación**

.....  
Joselyn Elizabeth Lara Lara

**Autora**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, ya que sin la fuerza que el me proporciono día a día para poder continuar, no estaría hoy terminado esta bella etapa. Gracias por permitirme compartir con personas maravillas y darme la sabiduría para comprender el gran rol que ejecuta un Ing. Forestal.*

*Este triunfo es para ustedes padres Piedad Lara y Paquito Lara quienes, con cada palabra de aliento y apoyo brindado me dejan una gran semillita de amor y constancia con la cuál seguiré creciendo y desarrollando mejores cosas a lo largo de mi vida. A ellos que me enseñaron que sin esfuerzo y dedicación no se llega a ningún lado, un inmenso Dios les pague y gracias por TODO.*

*A mis hermanos, Xavier y Maritza quienes compartieron conmigo todos mis momentos y fueron de gran ayuda para hacer de este sueño una realidad. A mis sobrinos Said, Sayleni, Aaron y Dabne mis pequeños espero seguir aquí, para verlos crecer y apoyarlos en cada uno de sus grandes logros.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso mis agradecimientos a todas las personas que me ayudaron, y contribuyeron a que hoy en día me encuentre culminando mi etapa universitaria.*

*Gracias a la Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas, sus docentes y demás personas que la conforman. A la Carrera de Ing. Forestal por enseñarme lo grandioso y valioso de ser un Forestal.*

*De manera muy especial agradezco a mi grupo asesor, Ing. Jorge Luis Cué, Ing. Eduardo Chagna e Ing. Jorge Ramírez, por la paciencia brindada, las sugerencias y la bondad mostrada a lo largo del trabajo de investigación.*

*Así también, a las personas que compartieron conmigo este recorrido Carlita, Yara, Janeth, Patricio, Jhon, Alex, Juan Carlos y Cristian amiguitos, gracias por su amistad incondicional y los buenos momentos compartidos.*

*¡¡Los llevo conmigo dentro del corazón!!*

## LISTA DE SIGLAS

- **ADEVA:** Análisis de Varianza.
- **CODA:** Código Orgánico del Ambiental.
- **CRE:** Constitución de la República del Ecuador
- **FAO.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- **GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado.
- **ISTA.** Reglas Internacionales para el análisis de semillas.
- **PDOT:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
- **SENPLADES:** Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- **UTN:** Universidad Técnica del Norte



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
LISTA DE SIGLAS .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 General .....	2
1.1.2 Específicos .....	2
1.2 Hipótesis .....	3
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Fundamentación legal .....	4
2.1.1 Constitución de la República del Ecuador 2008 .....	4
2.1.2 Código Orgánico del Ambiente 2017 .....	4
2.1.3 Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 .....	5
2.1.4 Línea de investigación .....	5

2.1.5	Código de ética .....	5
2.2	Fundamentación teórica .....	5
2.2.1	Semillas forestales .....	5
2.2.2	Calidad de semillas .....	16
2.2.3	Manejo de semillas .....	17
2.2.4	Almacenado de semillas .....	19
2.2.5	Tratamientos pregerminativos .....	21
2.2.6	Características de <i>Morella pubescens</i> .....	25
2.2.7	Características de <i>Myrcianthes hallii</i> .....	28
CAPÍTULO III	.....	31
MATERIALES Y MÉTODOS	.....	31
3.1	Ubicación del área de estudio .....	31
3.1.1	Política .....	31
3.1.2	Geografía.....	32
3.1.3	Límites .....	32
3.2	Características edafoclimáticas del lugar .....	32
3.3	Origen del material genético .....	33
3.4	Materiales, equipos y softwares .....	34
3.5	Metodología .....	34
3.5.1	Universo.....	34
3.5.2	Tamaño de la muestra .....	34
3.5.3	Muestreo .....	34
3.6	Diseño experimental .....	35
3.6.1	Factores y tratamientos .....	35
3.6.2	Variables evaluadas .....	37
3.6.3	Tipo de diseño experimental.....	43

3.6.4	Unidad experimental.....	43
3.6.5	Análisis estadístico.....	43
3.6.6	Instalación del experimento o ensayo .....	44
CAPÍTULO IV .....		46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		46
4.1	Análisis de calidad de semilla para las especies en relación con las procedencias.....	46
4.1.1	Pureza.....	46
4.1.2	Peso .....	47
4.1.3	Contenido de humedad .....	51
4.2	Efectos de los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de las especies en estudio.....	53
4.2.1	Comportamiento germinativo para las semillas de <i>Morella pubescens</i> .....	53
4.2.2	Comportamiento germinativo para las semillas de <i>Myrcianthes hallii</i> .....	66
4.3	Evaluación de la morfología de las plántulas en vivero .....	77
4.3.1	Comportamiento morfológico de las plántulas de <i>Morella pubescens</i> .....	77
4.3.2	Comportamiento morfológico de las plántulas de <i>Myrcianthes hallii</i> .....	87
CAPÍTULO V .....		99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		99
5.1	Conclusiones .....	99
5.2	Recomendaciones .....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		101
ANEXOS .....		113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Materiales, Herramientas, Insumos, Equipos y Software</i>	34
Tabla 2	<i>Criterios para selección de las especies.</i>	35
Tabla 3	<i>Factores y tratamientos objetivo uno.</i>	35
Tabla 4	<i>Factores y tratamientos objetivos dos y tres.</i>	36
Tabla 5	<i>Variables de análisis de semillas.</i>	38
Tabla 6	<i>Variables de germinación de semillas.</i>	39
Tabla 7	<i>Variables de morfología de las plántulas.</i>	41
Tabla 8	<i>Análisis de la varianza para la variable pureza</i>	46
Tabla 9	<i>Análisis de la varianza para la variable peso</i>	48
Tabla 10	<i>Análisis de la varianza para la variable contenido de humedad</i>	51
Tabla 11	<i>Prueba de Kuskal Wallis para el poder de germinación de <i>Morella pubescens</i>.</i>	53
Tabla 12	<i>Análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación de <i>Morella pubescens</i>.</i>	55
Tabla 13	<i>Análisis de varianza para el tiempo medio de germinación de <i>Morella pubescens</i></i>	59
Tabla 14	<i>Análisis de varianza para el valor germinativo de <i>Morella pubescens</i>.</i>	62
Tabla 15	<i>Análisis del poder germinativo de <i>Myrcianthes hallii</i> por medio de la varianza</i>	66
Tabla 16	<i>Análisis del índice de velocidad de germinación de <i>Myrcianthes hallii</i> por medio de la varianza</i>	69
Tabla 17	<i>Prueba de Kruskal Wallis para el tiempo medio de germinación de <i>Myrcianthes hallii</i>.</i>	72
Tabla 18	<i>Análisis del valor germinativo de <i>Myrcianthes hallii</i> por medio de la varianza.</i>	74
Tabla 19	<i>Análisis para la altura de <i>Morella pubescens</i> por medio de la varianza</i>	77
Tabla 20	<i>Análisis para el diámetro basal de <i>Morella pubescens</i> por medio de la varianz</i>	79

Tabla 21 <i>Análisis para el índice de esbeltez de Morella pubescens por medio de la varianza</i> .....	81
Tabla 22 <i>Análisis de varianza para la relación biomasa seca aérea/ biomasa seca raíz de Morella pubescens</i> .....	84
Tabla 23 <i>Análisis del índice de calidad de Dickson de Morella pubescens por medio de la varianza</i> .....	85
Tabla 24 <i>Análisis de la altura de Myrcianthes hallii por medio de la varianza</i> .....	88
Tabla 25 <i>Análisis del diámetro basal de Myrcianthes hallii por medio de la varianza</i> .....	91
Tabla 26 <i>Análisis del índice de esbeltez de Myrcianthes hallii por medio de la varianza</i> ..	94
Tabla 27 <i>Análisis de la relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz de Myrcianthes hallii por medio de la varianza</i> .....	97
Tabla 28 <i>Análisis del índice de calidad de Dickson de Myrcianthes hallii por medio de la varianza</i> .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Anatomía de la semilla</i> .....	6
Figura 2 <i>Desarrollo del epicótilo</i> .....	15
Figura 3 <i>Desarrollo del hipocótilo</i> .....	15
Figura 4 <i>Mapa de ubicación del área de estudio y sitio de investigación</i> .....	31
Figura 5 <i>Diseño del área para la fase experimental</i> .....	40
Figura 6 <i>Distribución de los tratamientos y repeticiones para el objetivo uno</i> .....	44
Figura 7 <i>Distribución de los tratamientos y repeticiones para el objetivo dos y tres</i> .....	45
Figura 8 <i>Comportamiento del peso que presentan los tratamientos evaluados a partir de la prueba de Tukey</i> .....	49
Figura 9 <i>Comportamiento de las especies en cada una de sus localidades</i> .....	50
Figura 10 <i>Comportamiento de los tratamientos del contenido de humedad evaluados a partir de la prueba de Tukey</i> .....	52
Figura 11 <i>Comportamiento de los tratamientos evaluados para <i>Morella pubescens</i> frente al número de semillas que germinaron</i> .....	54
Figura 12 <i>Comportamiento en días de velocidad de germinación para los tratamientos de <i>Morella pubescens</i></i> .....	56
Figura 13 <i>Comportamiento en días de velocidad de germinación para los tratamientos pregerminativos de <i>Morella pubescens</i></i> .....	57
Figura 14 <i>Efecto de la velocidad de germinación para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de <i>Morella pubescens</i></i> .....	58
Figura 15 <i>Comportamiento de los tratamientos del tiempo medio de germinación para <i>Morella pubescens</i></i> .....	60

Figura 16 <i>Comportamiento de los tratamientos pregerminativos del tiempo medio de germinación evaluados para Morella pubescens</i> .....	61
Figura 17 <i>Comportamiento de los tratamientos evaluados en relación con el valor germinativo para Morella pubescens.</i> .....	63
Figura 18 <i>Comportamiento de los tratamientos pregerminativos evaluados en relación al valor germinativo para Morella pubescens.</i> .....	64
Figura 19 <i>Efecto de las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos en relación con el valor germinativo.</i> .....	65
Figura 20 <i>Comportamiento en números de semillas que germinaron por día para los tratamientos de Myrcianthes hallii.</i> .....	67
Figura 21 <i>Efecto del número de semillas que germinaron para las procedencias frente con los tratamientos pregerminativos para Myrcianthes hallii.</i> .....	68
Figura 22 <i>Comportamiento de la velocidad en días de germinación de los tratamientos de Myrcianthes hallii</i> .....	70
Figura 23 <i>Efecto de la velocidad germinativa de las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de Myrcianthes hallii</i> .....	71
Figura 24 <i>Comportamiento del tiempo de germinación que presentaron los tratamientos evaluados para Myrcianthes hallii</i> .....	73
Figura 25 <i>Comportamiento del valor de germinación de los tratamientos para Morella pubescens</i> .....	75
Figura 26 <i>Efecto que presentó el valor germinativo de las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de Morella pubescens</i> .....	76
Figura 27 <i>Comportamiento del crecimiento en altura de las plántulas por los tratamientos pregerminativos de Morella pubescens.</i> .....	78

Figura 28 <i>Comportamiento en relación con el crecimiento en diámetro para los tratamientos pregerminativos de Morella pubescens</i> .....	80
Figura 29 <i>Comportamiento del índice de esbeltez evaluado para los tratamientos de Morella pubescens</i> .....	82
Figura 30 <i>Efecto de esbeltez de las plántulas en relación con las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos</i> .....	83
Figura 31 <i>Comportamiento del índice de calidad de Dickson frente a los tratamientos evaluados para Morella pubescens</i> .....	86
Figura 32 <i>Efecto de la calidad de plántulas para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos para Morella pubescens</i> .....	87
Figura 33 <i>Comportamiento en altura para los tratamientos de Myrcianthes hallii</i> .....	89
Figura 34 <i>Efecto en altura para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos para Myrcianthes hallii</i> .....	90
Figura 35 <i>Comportamiento del diámetro basal de las plántulas frente a los tratamientos de Myrcianthes hallii</i> .....	92
Figura 36 <i>Efecto del crecimiento en diámetro basal para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de Myrcianthes hallii</i> .....	93
Figura 37 <i>Comportamiento del índice de esbeltez de los tratamientos para Myrcianthes hallii</i> .....	95
Figura 38 <i>Efecto del índice de esbeltez para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de Myrcianthes hallii</i> .....	96



**TÍTULO:** DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y *Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh, IBARRA, ECUADOR.

**Autora:** Joselyn Elizabeth Lara Lara

**Director del trabajo de titulación:** Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

**Año:** 2021

## RESUMEN

Las técnicas de pre-germinación son esenciales dentro de la investigación en silvicultura, pues permite mejorar los problemas relacionados con la latencia de las semillas lo cual ocasiona un retraso de la germinación o que estas nunca germinen. El objetivo de este trabajo fue determinar el mejor tratamiento pregerminativos para semillas de *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii* con el fin de lograr reducir los tiempos de germinación y mejorar el desarrollo de plántulas en vivero. Se analizó la calidad de las semillas con las normas internacionales ISTA, así como la evaluación de variables germinativas y de morfología de plántulas; con un diseño irrestricto al azar en arreglo factorial AxB, y 32 unidades experimentales por especie. El análisis de semillas para *Morella pubescens* mostró un 86.78 % de pureza, 5.13 g de peso y 11.88 g en contenido de humedad; el uso de la escarificación con lija, disminuye los tiempos de germinación en 10 días para esta especie y contribuye con el aumento en desarrollo de la plántula en 0.6 mm para el diámetro y para la altura sin tratamiento con 2.84 cm. Para *Myrcianthes hallii* los resultados fueron de 96.98 % de pureza, 20.59 g de peso y 19.25 g de contenido de humedad; los tratamientos de lixiviación y maceración mostraron una disminución del tiempo de germinación en 15 días y el tratamiento de hormonas reflejó mejor desarrollo de plántulas con 13.49 cm en la altura y 2.46 mm de diámetro. Por cuanto, la aplicación de tratamientos pregerminativos en ambas especies ayuda con la uniformidad y desarrollo de las plántulas, al presentarse menor tiempo de germinación y aumento de crecimiento en la fase de vivero.

**Palabras Claves:** laurel de cera, arrayan, latencia, propagación, germinación.

**TITLE:** DETERMINATION OF PREGERMINATIVE TREATMENTS IN SEEDS OF *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur and *Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh, IBARRA, ECUADOR.

**Author:** Joselyn Elizabeth Lara Lara

**Director of the thesis** Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

**Year:** 2021

## **ABSTRACT**

Pre-germination techniques are essential within silviculture research, as it allows to improve the problems related to the dormancy of the seeds which causes a delay in germination or that they never germinate. The objective of this work was to determine the best pregerminative treatment for seeds of *Morella pubescens* and *Myrcianthes hallii* in order to reduce germination times and improve the development of seedlings and nursery. The quality of the seeds was analyzed with the international ISTA standards, germinative and morphological variables of seedlings were evaluated. An unrestricted random design was used in factorial arrangement AxB, with 32 experimental units per species. Seed analysis for *Morella pubescens* showed 86.78% purity, 5.13g in weight and 11.88g in moisture content; the use of scarification with sandpaper, decreases germination times in seeds of this species in 10 days and contributes to the increase in seedling development by 0.6 mm for diameter and for untreated height with 2.84 cm. For *Myrcianthes hallii* the results were 96.98% purity, 20.59g weight and 19.25 g moisture content; leaching and maceration treatments showed a decrease in germination time by 15 days and hormone treatment reflected better seedling development with 13.49 cm at height and 2.46 mm in diameter. Therefore, the application of pregerminative treatments in both species helps with the uniformity and development of the seedlings, as there is less germination time and increased growth in the nursery phase.

**Keywords:** laurel de cera, arrayan, latency, propagation, germination

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

En las especies forestales según lo menciona Carranza et al., (2016) los problemas de regeneración natural están influenciados por condiciones ambientales inadecuadas, lo cual ocasionan que las semillas entren en estado de latencia y a su vez generar una reducción del poder de germinación en las semillas (Varela y Arana, 2010).

Al tomar en cuenta que las semillas son la principal estructura de reproducción para varias especies forestales que contribuyen con la conservación y crecimiento territorial, es importante el conocimiento de métodos y técnicas que proporcionen un impulso para las semillas de las especies que presenten una baja germinación, al identificar como eliminar el tipo de latencia que presenten y que se desarrollen en menor tiempo (Sánchez, 2019).

Aquellos métodos que contribuyen con una exitosa pregerminación de especies forestales nativas son los tratamientos pregerminativos en semillas los cuales estimulan y aumentan la germinación (Castro y Ayala, 2011). Tratamientos que permiten obtener plantas a nivel de vivero en menor tiempo lo que proporciona una ayuda para una pronta restauración de los espacios con especies nativas de las zonas.

En este contexto, nace la idea de encontrar alternativas que contribuyan con el aumento del potencial germinativo de dos especies forestales con gran influencia dentro de la provincia de Imbabura, debido a los amplios beneficios que brindan a los habitantes de estas localidades.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 General**

Determinar el mejor tratamiento pregerminativo para semillas de *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*.

### **1.1.2 Específicos**

- Evaluar la calidad de las semillas de las especies estudiadas.
- Determinar el efecto de los tratamientos pregerminativos en las semillas de las especies estudiadas.
- Evaluar la morfología de las plántulas a nivel de vivero.

## 1.2 Hipótesis

**Ho1:** El lugar de procedencia y la especie no influye significativamente en la calidad de las semillas.

**Ha1:** El lugar de procedencia y la especie influye significativamente en la calidad de las semillas.

**Ho2:** El lugar de procedencia y los tratamientos pregerminativos no influyen significativamente las características germinativas de las especies estudiadas.

**Ha2:** El lugar de procedencia y los tratamientos pregerminativos influyen significativamente las características germinativas de las especies estudiadas.

**Ho3:** El lugar de procedencia y los tratamientos pregerminativos no influyen significativamente la calidad de las plántulas de las especies estudiadas.

**Ha3:** El lugar de procedencia y los tratamientos pregerminativos influyen significativamente la calidad de las plántulas de las especies estudiadas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Fundamentación legal**

##### **2.1.1 Constitución de la República del Ecuador 2008**

La investigación se acoge a los artículos enmarcados en la Constitución de la República del Ecuador [CRE] (2008), que mencionan:

**Art. 71.-** La naturaleza, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento en cual se vea regeneración de los ciclos propios de la misma, así como también estructura, funciones y procesos evolutivos.

El título VII, capítulo segundo de Biodiversidad y Recursos Naturales; el **Art. 395.** Naturaleza y Ambiente; la constitución reconoce el principio donde, el Estado garantizará la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, su capacidad de regeneración para, asegurar las necesidades de las futura generaciones.

##### **2.1.2 Código Orgánico del Ambiente 2017**

En base a los títulos, artículos e inciso marcados en el Código Orgánico del Ambiente [CODA] (2017), se menciona lo siguiente:

Dentro del Título IV Recursos Genéticos y sus Derivados, Bioseguridad, Biocomercio, en el **Art. 132.-** Genética forestal. El establecimiento de bancos de germoplasma forestal, huertos semilleros, jardines botánicos y viveros forestales, así como la adquisición, importación, almacenamiento y tratamiento de semillas forestales y cualquier otro tipo de material genético, están sujetos a los controles que determinen las autoridades competentes.

### **2.1.3 Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021**

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES] (2017) menciona:

Tres ejes, cada uno con objetivos, la presente investigación está sujeta al Eje uno: Derechos para Todos Durante Todo una Vida. Con el Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

### **2.1.4 Línea de investigación**

El presente estudio se enmarca en la línea dos del Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible, de la Universidad Técnica del Norte (UTN, 2016).

### **2.1.5 Código de ética**

En relación con el cumplimiento moral al cual se acoge la UTN (2012) que menciona en el Artículo 4, qué para cumplir con su misión la Universidad Técnica del Norte, define a la criticidad, pluralismo, etnicidad, búsqueda del conocimiento, humanismo, ecologismo y equidad como los principios éticos y valores como fundamento para el ejercicio de sus acciones y como guía para la orientación de su desarrollo.

## **2.2 Fundamentación teórica**

### **2.2.1 Semillas forestales**

La semilla es considerada como la principal estructura que permite la reproducción de la mayoría de las especies acuáticas y superiores terrestres de los ecosistemas (Vozzo, 2010). Además, estas se forman después de que existe la fecundación del óvulo de la flor, y presenta en su interior todo el material genético que iniciará a una nueva plántula (Rodríguez et al., 2009).

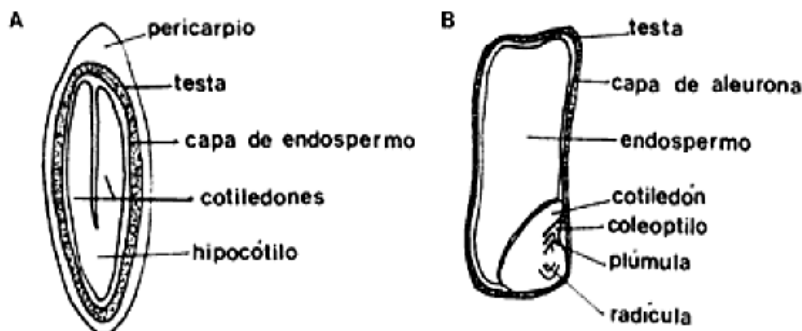
Dentro de los ecosistemas las semillas cumplen funciones fundamentales para la perduración de las especies a través del tiempo al ser estas el medio de movilidad de las plantas y al contribuir con la alimentación tanto de personas como de animales dentro y fuera de los bosques (Doria, 2010).

### 2.2.1.1 Estructura

En la naturaleza se puede encontrar dos tipos de semillas como se observa en la figura 1, Vozzo (2010); las cuales son el inicio para el desarrollo de una nueva vida en el ámbito ecológico. La anatomía de estas consta de la siguiente estructura:

### Figura 1

#### Anatomía de la semilla



Nota: semillas dicotiledóneas (A) y monocotiledóneas (B)

Fuente: (Vázquez et al., 1997)

### 2.2.1.2 Desarrollo y maduración

El punto de partida para el desarrollo de la semilla se inicia con la polinización del óvulo, cuyo saco embrionario es fecundado del cual procede una embriogénesis cigótica. Proceso que consiste en cambios morfológicos, estructurales y genéticos que empiezan desde la formación del cigoto, hasta el desarrollo y maduración del embrión. (Mantilla, 2008).



Durante el desarrollo de la semilla, González (2016), menciona que, pueden ser identificadas tres fases funcionales:

- Divisiones celulares, producen del tejido que formará la cubierta de la semilla, el endospermo y el embrión (embriogénesis temprana); esta etapa se caracteriza por un incremento rápido en peso fresco.
- Cambios ontogenéticos, garantizan el éxito de la descendencia como una unidad independiente, a través del almacenamiento de reservas. Esto lleva a un incremento en el peso seco.
- El secado de la maduración produce una etapa de latencia metabólica, en la que se alternan el final del desarrollo de la semilla y el comienzo de la germinación. En esta etapa, el peso fresco decrece. Muchos estudios sugieren que este periodo de deshidratación es importante para la transición de actividades desde el desarrollo del embrión a la germinación y desarrollo de la plántula.

Para que exista una adecuada maduración de las semillas de acuerdo con González (2016), en este proceso interviene una serie de reguladores de crecimiento presentes en los tejidos de semillas en desarrollo (ácido indolacético, AIA), giberelinas (GAs), citoquininas y ácido abscísico (ABA) los cuales están envueltos en varias fases como:

- División celular y elongación.
- Diferenciación celular (diferencia cualitativa entre células, tejidos y órganos), incluyendo la interrupción.
- Crecimiento antes de la germinación de la semilla.
- Acumulación de las sustancias de reservas.
- Desarrollo de los tejidos extra seminales (crecimiento y diferenciación celular).

De igual manera Hernández et al., (2015), indican que, para una semilla ser considerada como madura esta debe tener un embrión y sustancias de reserva protegidos dentro de una cubierta o testa. Una manera de considerar que la semilla está madura en las especies forestales es por medio de las características físicas de los frutos; ya que este es un indicador considerable de que el embrión está listo para la cosecha o germinación.

### **2.2.1.3 Latencia**

Es considerada como la incapacidad de una semilla intacta y viable, de germinar bajo condiciones de temperatura, humedad y concentración de gases que serían adecuadas para la germinación (Varela y Arana, 2011). La latencia es una característica adaptativa que está presente en cerca del 70% de las plantas con semillas (Sánchez et al., 2019).

Por tanto, se considera que una semilla se encuentra en estado de latencia cuando por razones inherentes a su desarrollo morfológico, composición y estructura de sus cubiertas exista un déficit de germinación, lo cual repercute en que no ocurra la germinación a pesar de que las condiciones físicas del medio sean óptimas (Sánchez et al., 2019).

De acuerdo con Ferrer (2017), la latencia es distinta del reposo, ya que en el reposo no existe desarrollo porque las condiciones ambientales no son favorables para la germinación. Mientras que la latencia es un bloqueo específico a la germinación ya que el desarrollo del embrión y las actividades metabólicas se reducen al mínimo cuando las condiciones no son favorables (Sinha, 2014).

Las principales causas que conducen a la latencia según lo menciona Doria (2010), son: la inmadurez del embrión, impermeabilidad de la cubierta al agua, resistencia mecánica de la cubierta seminal al crecimiento del embrión, baja permeabilidad de la cubierta seminal a gases y endógena del embrión.

De acuerdo con Varela y Arana (2011), algunas ventajas y desventajas de la latencia son:

- Ventajas:

Restringe la germinación en la planta madre antes de su dispersión en el campo.

Contribuye a la supervivencia del individuo, ya que restringe la germinación cuando los factores ambientales son desfavorables para el desarrollo de la plántula.

Además, se puede mencionar que la latencia de las semillas tendría una función adaptativa, debido a que es un mecanismo que evita que las pequeñas plántulas emerjan desde el suelo cuando las condiciones ambientales son inadecuadas para su establecimiento exitoso (Figueroa y Jaksic, 2004).

- Desventajas:

Provoca una germinación retardada e irregular.

Interfiere en las labores de siembra.

Ocasiona que las plantas crezcan esporádicamente en el campo.

#### **2.2.1.3.1** *Tipos de Latencia*

Estas se pueden dividir en varios tipos y a veces la misma semilla presenta más de uno. La clasificación más sencilla los divide en:

a) Latencia por la cubierta de las semillas o exógena.

Para este tipo de latencia Rodríguez et al., (2017), consideran que, se encuentra relaciona con las condiciones ambientales básicas, las cuales determinan el proceso de germinación, como: disponibilidad de agua, luz y temperatura. Los problemas asociados para que se presente pueden incluir no solo la testa morfológicamente real, sino también

otros tipos de cubiertas de frutos persistentes que guardan la semilla. Esta latencia es muy importante para muchas especies de zonas tropicales secas (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2000).

A su vez García et al., (2005) señalan que, esta latencia se divide en 3 grupos:

- Física.

Poseen testas que son impermeables al agua debido a la presencia de cutícula gruesa y a un desarrollo considerable de capas de células en empalizada.

- Mecánica.

Este tipo de dormición se atribuye a semillas con pericarpio duro que por su resistencia mecánica impide que el embrión pueda romperlo.

- Química.

Se observa fundamentalmente, en plantas de regiones tropicales y subtropicales, en las que los inhibidores impiden la germinación en las estaciones secas. Tales inhibidores se encuentran en el pericarpio, son de naturaleza fenólica.

b) Latencia endógena o del embrión.

Se caracteriza porque el embrión, no se desarrolla completamente durante la época de maduración. Para que este proceso se cumpla el embrión debe estar favorecido por temperaturas cálidas (De Luca, 2010). De igual manera, Ramírez y Gutiérrez (2015) mencionan que dentro de esta categoría se distinguen dos grupos:

- Embriones rudimentarios.

Semillas que presentan el embrión muy pequeño o poco desarrollado. Por ende, la semilla y el embrión no se desarrollan simultáneamente.

- Embriones no desarrollados.

Semillas que en la madurez del fruto presentan semillas con embriones no desarrollados con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño hasta la mitad de la cavidad de la semilla.

c) Latencia combinada.

Es evidente en semillas con capas impermeables al agua combinadas con latencia embrionaria (Finch y Leubner, 2006). Para que exista la germinación se debe interrumpir ambos tipos de latencia; el orden en el cual se debe interrumpir dependerá de la especie (Rao et al., 2007).

d) Latencia Interna.

En muchas especies la latencia es controlada internamente dentro de los tejidos (Amaro, 2012). En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados. El primero es el control ejercido por la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento en húmedo.

En relación con este tipo de latencia según Pérez (2020), esta puede clasificarse en:

- Fisiológica. Corresponde a aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibitorio.
- Interno intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.

- Del embrión. Se caracteriza principalmente porque para llegar a la germinación se requiere un período de enfriamiento en húmedo y por la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad.

e) Latencia combinada morfofisiológica

Causa embriones rudimentarios lo cual afecta a la germinación y el desarrollo de plántulas. Se presenta cuando hay cambios de temperatura; también puede ocasionar una inhibición del crecimiento del tallo y de la raíz (Vozzo, 2010).

#### **2.2.1.4 Germinación**

La germinación es el proceso fisiológico por medio del cual se reinicia el crecimiento del embrión, este comienza con la imbibición de la semilla y termina cuando emerge la radícula (Rajjou et al., 2012). La germinación ocurre cuando las reservas nutritivas son movilizadas por la acción de las enzimas, al ser puesta la semilla en condiciones de temperatura y humedad adecuadas para su desarrollo (Instituto Tecnológico Nacional [ITN], 2016).

De igual manera, López y Gil (2017), señalan que las semillas no necesariamente germinan de inmediato ya que pueden permanecer en latencia, tener baja viabilidad o las condiciones de germinación no son apropiadas.

Para que la germinación se inicie Ferrer (2017), menciona que, se necesitan tres condiciones:

- La semilla debe ser viable, es decir, el embrión debe estar vivo.
- La semilla no debe estar latente
- Las condiciones ambientales deben ser apropiadas (agua, temperatura, oxígeno y luz, en su caso).

#### *2.2.1.4.1 Regulación de la germinación*

La regulación se presenta en las semillas por las testas y otras barreras permeables, por requerimiento energético, síntesis y activación de enzimas, hormonas y reguladores de crecimiento (Doria, 2010).

Así mismo, Jara (1996), menciona que para que exista la regulación germinativa están los tratamientos pregerminativos los cuales facilitan la germinación, para asegurar una secuencia ordenada de los procesos fisiológicos propios de la germinación.

- **Factores que intervienen en la germinación:**

La germinación es una secuencia de eventos, influenciada directamente por varios factores intrínsecos y extrínsecos que interaccionan permanentemente (Jara, 1996). Los factores intrínsecos son propios de las semillas mientras que los extrínsecos dependen netamente de condiciones ambientales (Ramírez y Vanegas, 2020).

Dentro de los factores extrínsecos se encuentran principalmente la humedad, temperatura, luz, oxígeno y CO<sub>2</sub>, sustrato (pH, nivel de salinidad, medio). Los factores intrínsecos que intervienen son los promotores e inhibidores de la germinación, la activación metabólica en general y la regulación genética particular (Ochoa, 2019).

#### *2.2.1.4.2 Fases para la germinación:*

- **Fase I (Imbibición):** consiste en el ingreso de grandes cantidades de agua hacia la semilla, este proceso se da por la diferencia de potencial hídrico entre la semilla y la solución (Suárez y Melgarejo, 2010). Simultáneamente, las estructuras celulares se rehidratan y se da un incremento notorio de la tasa de respiración (Herrera et al., 2006; Gastón, 2017).

- **Fase II:** Se caracteriza por la reducción tanto de la actividad respiratoria como de la absorción de agua (Herrera et al., 2006). En esta fase inicia la movilización de nutrientes, en donde, procesos de activación del metabolismo intervienen para el desdoblamiento de moléculas complejas como almidones y cuerpos proteicos en moléculas simples como azúcares y aminoácidos esenciales (Suárez y Melgarejo, 2010). La elongación y división celular inician para dar comienzo al verdadero proceso de germinación (Gastón, 2017).
- **Fase III:** Las enzimas degradan las reservas de las semillas, las proteínas son hidrolizadas a aminoácidos, así todos los productos de la degradación e hidrólisis alimentan al embrión para su normal crecimiento (Courtis, 2013). Con el brote de la radícula (crecimiento visible) se da por terminado la germinación e inicia la etapa de crecimiento de la plántula (Herrera et al., 2006).

#### *2.2.1.4.3 Tipos de germinación*

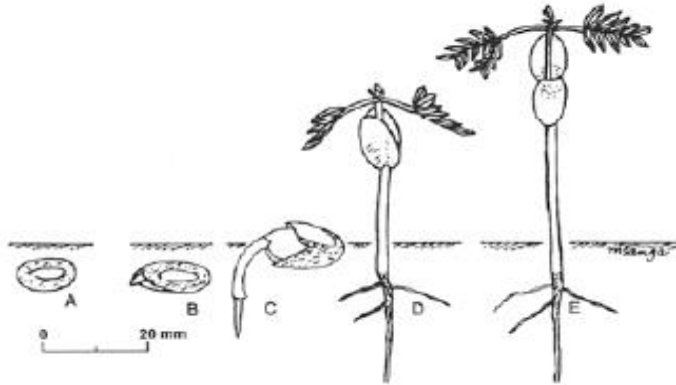
- Germinación epigea

Según mencionan Triviño y Torres (2005); Jimenez (2014), se presenta en aquellas semillas que en el proceso de crecimiento rápido del hipocótilo como se observa en la figura 2, arrastra consigo los cotiledones arriba de la superficie del suelo, manteniéndolos unidos al tallo hasta agotar todas las reservas de alimento que contienen (Vozzo, 2010).



## Figura 2

### *Desarrollo del epicótilo*



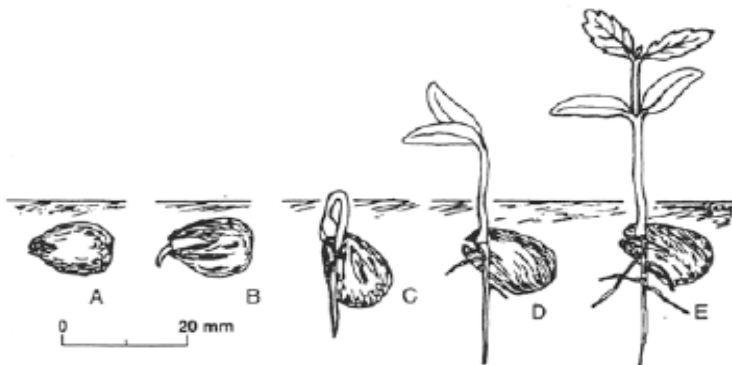
Fuente: (Smith, Wang, y Msanga, 1998).

- Germinación hipogea.

Se presenta solamente en las semillas de latifoliadas, en las cuales el proceso de crecimiento rápido del epicótilo, como se observa en la figura 3; hace que los cotiledones se queden bajo tierra, manteniéndolos unidos a la raíz hasta agotar las reservas de alimento que contienen (Triviño y Torres, 2005; Vozzo, 2010). Este tipo de germinación se da con mayor frecuencia en semillas de gran tamaño y peso (Jimenez, 2014).

## Figura 3

### *Desarrollo del hipocótilo*



Fuente: (Smith, Wang, y Msanga, 1998)

### 2.2.2 Calidad de semillas

La calidad de semillas según Cuellar et al., (2016), hace referencia al valor de las semillas en cuanto con los altos niveles de pureza, estado fitosanitario, germinación, entre otras, que contribuyan al establecimiento de plántulas y obtener un cultivo óptimo.

Para determinar la calidad de las semillas los lotes de estas deben reunir ciertas características, que permitan comprobar que si cumplen o no con los estándares de uniformidad. Estas características según Borrajo (2006); Cuellar et al., (2016), son:

- Veracidad
- Limpieza
- Sanidad
- Viabilidad
- Vigor
- Reglas Internacionales para el Ensayo de Semillas [ISTA]

#### 2.2.2.1 Norma para evaluar la calidad de la semilla

En relación con la calidad Jara (1996), menciona que la determinación de la calidad física de la semilla muestra si esta es capaz de producir una planta normal.

Para el análisis de la calidad de las semillas se utilizan las Reglas Internacionales para el Ensayo de Semillas, denominadas normas ISTA. Estos son procedimientos internacionales confiables y estandarizados a nivel mundial, que permite generar un estudio de la calidad de la semilla, la cual, se realiza bajo parámetros como peso (gr), pureza (gr), contenido de humedad (%) y germinación (%) (International Seed Testing Association [ISTA], 2016; Gómez et al. 2020).

### 2.2.3 Manejo de semillas

El manejo de semillas es un proceso que inicia desde la selección del árbol plus para la recolección de semillas hasta que estas se convierten en una plántula. Para un manejo adecuado de las semillas se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Sustrato

El sustrato es todo material sólido diferente del suelo (Sistema de información y comunicación del sector agropecuario [Infoagro], 2010), cuyo origen puede ser: natural, sintético, residual, mineral u orgánico (Mancera y Pérez, 2012). El sustrato proporciona anclaje a la planta; almacena y suministra a las raíces agua, aire y nutrientes requeridos para el crecimiento vegetal; permite el intercambio de gaseoso y retiene la humedad necesaria para las plantas (Almeida, 2020) .

- Siembra

Según (Vazquez, 2005), menciona que se debe sembrar más o menos al doble de la semilla. Por medio del método en hileras, y ubicar por cada hoyo de la bandeja de germinación una semilla.

- Riego

Para mayor efectividad del riego en las zonas muy calurosas y con alta intensidad lumínica, al establecer semilleros en la época seca se aconseja regar 2 veces al día, a los 15 días se baja a un riego por día, a los 30 días de nacidas las plantas se riega un día sí y otro no (Manotoa, 2012).

- Crecimiento

El crecimiento es el desarrollo de la semilla, seguido de la aparición de la radícula, el desarrollo del hipocótilo o epicótilo hasta llegar a la madurez de la plántula. Por tanto, es importante determinar:

### **Fases de crecimiento**

Una pequeña plántula que recién ha germinado tiene necesidades muy diferentes a las de una planta grande, la cual ya está casi lista para ser llevada al campo. En cada una de estas fases, las plantas tienen requerimientos diferentes de luz, agua, espacio en el vivero, tipo de atención y trabajos necesarios para mantenerlas vigorosas; estas fases según Dumroese et al. (2012) son:

- Establecimiento

Comprende la germinación y emergencia hasta la formación de hojas verdaderas. En el caso de estacas hasta la formación de brotes y raíces. Típicamente de 14 a 21 días para germinar; 4 a 8 semanas para un crecimiento inicial. Fase que consiste en monitorear la germinación.

- Rápido crecimiento

Empieza desde la emergencia de hojas verdaderas hasta el momento en que la plántula se acerca a la altura objetivo, así mismo presenta un rápido aumento en tamaño, particularmente en el brote terminal. Tarda típicamente alrededor de 8 a 20 semanas. Se debe tener cuidados en relación con monitorear enfermedades.

- Endurecimiento

En esta fase la energía es redirigida del tallo al crecimiento de la raíz; la plántula alcanza la altura y el diámetro del cuello objetivos; se establecen las yemas laterales. La plántula está acondicionada para soportar estrés. Presenta amplia variación entre especies, de 1 a 4 meses. Se debe monitorear de cerca las plántulas y el ambiente.

Continuamente se debe tener los siguientes factores para realizar un correcto manejo de la semilla hasta la madurez de la plántula.

- Control de Malezas

Después del riego se realiza esta actividad con la finalidad de eliminar las malezas, es muy importante porque permite que el agua penetre con mayor facilidad a las raíces, también favorece la aireación del suelo (Herrera, 2006).

- Calidad de plántulas

Lo mencionado por Manotoa (2012), las plántulas provenientes de viveros son las que mayor sobrevivencia presenta debido a que se les brinda cuidados intensivos, lo que ayuda a la disminución de riesgos que podrían afectar su desarrollo y supervivencia.

#### 2.2.4 Almacenado de semillas

El almacenamiento de las semillas según lo mencionan Rao et al. (2007), consiste en la conservación en ambientes controlados, permitiendo así mantener la viabilidad de las semillas durante largos periodos de tiempo. El almacenamiento busca proteger la semilla del deterioro, reducir la pérdida de germinación, y así mantener su calidad. Es importante controlar el almacenamiento de las semillas, para de este modo evitar pérdidas de germinación y daños en ellas (Oliva et al., 2014).

El almacenamiento es visto de dos maneras distintas ya que este puede causar el deterioro o puede favorecer la madurez fisiológica de las semillas (Cárdenas, 2011). De acuerdo con los diferentes comportamientos que presentan las semillas en condiciones de almacenamiento, se clasifican en dos grupos:

- **Recalcitrantes**

Las semillas recalcitrantes son producidas por plantas leñosas de ambientes húmedos, fundamentalmente árboles de bosques no perturbados, en regiones con clima húmedo (Magnitskiy y Plaza, 2007; Vela, 2016).

De igual manera León et al. (2014), mencionan que son incapaces de tolerar la pérdida de agua por esta razón, su viabilidad disminuye drásticamente si son desecadas a menos del 75% de humedad relativa. También se indica que son semillas extremadamente sensibles sólo soportan cortos períodos de almacenamiento en húmedo o dentro del fruto.

Las semillas maduras generalmente tienden a ser grandes y son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad entre el 40 y 60% de agua sobre su peso (Ceballos y López, 2007).

Y para su almacenamiento estas deben estar en un recipiente mantenga las semillas húmedas, frescas y permita el paso adecuado de aire, además, deben estar en lugares muy oscuros para evitar la germinación, puesto que las semillas húmedas son capaces de respirar (Frinango, 2020).

- **Ortodoxas**

Este tipo de semillas que pueden secarse hasta un contenido de humedad bajo, alrededor de un 5% (peso en húmedo) y almacenarse perfectamente a temperaturas bajas

dependiendo la especie, zona y tiempo, por largos periodos (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2012).

Estas semillas tienden a ser de talla pequeña (con excepción de las que tienen testa dura) y se desprenden de la planta madre con un contenido de humedad generalmente menor al 20% sobre su peso. Las plantas que las producen con frecuencia son herbáceas y arbustos que están presentes en ecosistemas con estaciones secas marcadas (Vela, 2016).

En relación con el almacenamiento se pueden mantener bajos valores de humedad, esto es porque pueden tolerar la deshidratación hasta cierto punto (valores de 2-7%); los envases en los que se vayan a conservar deben ser absolutamente herméticos (Frinango, 2020).

### **2.2.5 Tratamientos pregerminativos**

Los tratamientos pregerminativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas (Boshier y Cordero, 2003); estos tienen como fin disminuir el tiempo de germinación y homogeneizar con el fin de producir la mayor cantidad de plantas (Quispe, 2014). Con el uso de tratamientos pregerminativos la viabilidad y el vigor de algunas semillas mejoran a la vez que germinan más rápido (Boshier y Cordero, 2003).

Así también, Piril (2015), indica que, en las especies forestales se encuentran problemas de germinación, y esto se debe a que un gran número sus semillas presentan un testa o cubierta seminal dura que impide la entrada de agua (latencia física) por lo que necesitan ser tratados con algún tratamiento de pregerminación.

Estos tratamientos permiten la estimulación de la germinación, producir plántulas homogéneas en menos tiempo, reducir costos, optimizar el uso de insumos, evitar la pérdida

de semillas y aumentar el porcentaje de germinación (Abril et al., 2017). De igual manera promueven una germinación alta y homogénea, lo que a su vez facilita el manejo de los árboles en el vivero y reduce los costos de operación (Alizaga y Herrera, 2001).

#### **2.2.5.1 Tipos de tratamientos pregerminativos**

Según Kester (1998), los tipos de tratamientos no pueden recomendarse para un uso generalizado. Su acción depende de las características propias de cada especie, como la anatomía y morfología de la semilla, el tamaño, la composición química de la testa, la dureza y la facilidad de manipuleo. Por lo tanto, la indicación de su uso es particular para cada especie que necesite de tratamiento (Jara, 1996). En relación con esto se puede identificar diferentes tipos como lo son:

##### **a) Estratificación**

Es un método de tratamiento donde las semillas húmedas son sometidas a un período de enfriamiento para una pos-maduración del embrión el cual consiste en dejar las semillas a la intemperie en arena húmeda durante tiempos variables (Hartmann y Kester, 2002).

##### **b) Escarificación**

Es una técnica donde, por métodos mecánicos o químicos, se induce la germinación a través de la rotura, abrasión o ablandamiento de la cubierta seminal, (sin tocar el embrión) para hacerlas permeables al movimiento del agua y gases (Azcón y Talón, 2008). Esta puede subdividirse en tres:

- **Mecánica**

Este tratamiento es usado principalmente cuando la testa seminal se convierte en un obstáculo para la germinación. Se lo realiza principalmente con lija y se lo suele combinar con remojo en agua a temperatura ambiente (Abril et al., 2017). Al debilitar la cubierta



tegumentaria se contribuye en la mejora del intercambio de oxígeno y humedad entre el embrión y el medio ambiente.

- **Química**

Proceso por medio del cual se elimina la cubierta con agua o diversas sustancias químicas (el alcohol y la acetona) permiten desechar los inhibidores que bloquean al metabolismo en las semillas y aumentar significativamente el porcentaje de germinación (Zambrano, 2018).

Según la FAO (1991), citado por Abril et al., (2017), indica que, este mecanismo genera un proceso de aireación exotérmica, por lo cual es necesario dejarlas que se enfríen antes de otros tratamientos.

- **Escarificación con agua caliente**

El método consiste en colocar las semillas en agua caliente de entre 77 y 100 °C, retirar de inmediato de la fuente de calor y dejar reposar de 12 a 24 horas (Arévalo, 1998).

**c) Lixiviación**

Las semillas son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta seminal (Varela y Arana, 2011).

**d) Hormonas y otros estimulantes químicos**

Promueven el crecimiento y la elongación celular. Afecta la descomposición vegetal y ayuda a su crecimiento si están en bajas proporciones. Estas pueden ser (Jara, 1996):

- **Giberelinas**

Son hormonas vegetales que tienen una actividad significativa en la fisiología de las semillas. Los tratamientos con GA<sub>3</sub> pueden superar el letargo fisiológico en varias especies de semillas y además estimula la germinación en semillas con embriones en letargo. De igual

manera Abril et al., (2017), indican que, puede ser utilizado como un desinhibidor de la germinación y así, reemplazar la necesidad de estímulos ambientales, como luz y temperatura.

- Citokininas

Estas son hormonas naturales del crecimiento que estimulan la germinación de algunas clases de semillas contrarrestando algunos inhibidores de la germinación. Estas sustancias son útiles para promover la germinación cuando se utilizan en combinación con el GA<sub>3</sub> y con compuestos que producen etileno.

- Etileno

El etileno ocurre naturalmente en las plantas y tiene propiedades reguladoras del crecimiento o estimulante de la germinación.

- Tiourea

La tiourea CS (NH<sub>2</sub>) en soluciones de 0.5 a 3% se ha usado para estimular la germinación de especies de semillas en letargo, en especial las que no germinan bien en la oscuridad o las temperaturas elevadas, así como las que requieran de un tratamiento de enfriamiento en húmedo.

- Ácido abscísico

Actúa como regulador en las partes fisiológicas de las plantas como el letargo, abscisión de hojas y frutos y estrés hídrico. Este ácido se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas, frutos jóvenes y la base del ovario.

e) **Flotación**

Es una técnica con buen resultado en semillas grandes y con altos contenidos de humedad. El método es fundamental por el hecho de que flotan solo aquellas semillas vacías o muy pequeñas.

2.2.6 **Características de *Morella pubescens***

En relación con Palacios (2011), estos árboles pertenecen a la familia Myricaceae, presentan hojas simples, alternas y helicoidales. Muestra una inflorescencia en espiga axilar, con flores unisexuales. Su fruto es una drupa redonda, menos de 0.6mm de diámetro, cubierta con granos de resina.

Según Serrano (1996), menciona que se los encuentra en todas las provincias de la Sierra y en todas las provincias orientales entre los 1000-4500 msnm. Tradicionalmente conocido como laurel de cera en el país, son arbustos que crecen bien en rastrojos, potreros, áreas abiertas, se desarrollan favorablemente en suelos de textura arcillo-arenosa, tolera suelos pobres (Gómez M, 2010).

### **2.2.6.1 Fenología**

Por lo general los árboles empiezan a producir frutos después de los tres años de su siembra. La época principal de producción de frutos está comprendida entre julio y septiembre; pero en zonas más bajas (1600 msnm) puede producirse en mayo, mientras que en zonas más altas (3900 msnm) en octubre (Muñoz y Cabrera, 1999).

De igual manera Gómez et al., (2013), mencionan que, los meses más secos (diciembre, enero, febrero y marzo) se observan en menor cantidad de frutos, en contraste con los mayores picos que se registran en zonas de cordillera en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre cuando aumentan las lluvias.

### **2.2.6.2 Semillas**

Las semillas se encuentran en el interior del fruto, la superficie es rugosa de color marrón, posee una consistencia dura y de tamaño aproximado de 3.1 x 2.2 mm. Estas semillas son dispersadas por las aves (Gómez M, 2010).

- Almacenamiento de las semillas

Para un correcto almacenamiento de estas semillas no se debe extraer la cera de las semillas y deben ser colocadas en bolsas de papel durante tres meses, los frutos almacenados en cuarto frío (7-10°C), nevera (aprox. 4°C) y temperatura ambiente (12-18°C alcanzaron luego de 6 meses una potencia germinativa promedio de 45%, 44% y 36%, respectivamente (Gómez et al., 2013).

- Propagación

Esta especie puede ser reproducida de manera sexual y asexual:

Para la propagación sexual conforme con Guerrero y López 1993, citado por Serrano (1996), mencionan que, para esta especie se realiza por medio de semillas. Una de la manera más adecuada de reproducción consiste en secar los frutos al sol, colocarlos en agua hirviendo y dejarlos reposar del fuego durante 24 horas, por consiguiente, sembrarlos a 1 cm de profundidad (Muñoz y Cabrera, 1999).

De igual manera Lojan 1992, citado por Serrano (1996) destaca que con ese tipo de tratamiento pregerminativo el proceso de germinación demora entre dos meses o más; y el repique se realiza cuando las plántulas tienen de 3 a 4 cm.

Así mismo para la reproducción asexual o propagación vegetativa se la puede realizar por esquejes enraizándolos con auxinas como ácido alfa-naftalenacético (hormonagro), se debe plantarlos con una densidad de 700 unidades/m<sup>2</sup> para obtener un prendimiento de hasta un 90% (El semillero, 2018).

- Germinación

La germinación es epigea, se inicia de 23 a 30 días después de la siembra y se extiende durante tres a cuatro semanas más (Gómez et al., 2013).

### **2.2.6.3 Importancia**

De acuerdo con Palacios (2011), los frutos de esta especie ofrecen una resina que se usa como barniz. Además, sus hojas y ramas son utilizadas para medicina o rituales; así mismo Siza (2017), menciona que las ramas secas son quemadas y el humo es esparcido por el lugar para la protección espiritual. También esta especie es utilizada como fijadora de nitrógeno y puede ser incluida en sistemas agroforestales o silvopastoriles y la madera puede ser usada para postes de cercas (Serrano, 1996).

### **2.2.7 Características de *Myrcianthes hallii***

Con lo mencionado por Palacios (2011), estos árboles pertenecen a la familia Myrtaceae, presentan corteza a menudo desprendiéndose en grandes láminas irregulares. Copa espesa, follaje oscuro; sus hojas típicamente pequeñas, tiesas, a menudo con nerviación poco visible, con fuerte olor al estrujar. Flores en dicasios y el fruto es una drupa redonda, violácea.

Suelen estar presentes en los bosques andinos, 1600-3300 msnm, en el lado oriental, a veces a altitudes más bajas. Es conocido como arrayan, guayabo en el país.

#### **2.2.7.1 Fenología**

En la parte central de la sierra ecuatoriana produce frutos de color café que contiene de 5 a 15 semillas; fructifican por los meses de marzo hasta abril (Lójan, 1992; Palacios, 2011). De igual manera se conoce otra fecha la cual inicia en noviembre y termina en diciembre (Rodríguez L. , 2006).

#### **2.2.7.2 Semillas**

Presenta semillas con dos cotiledones aplanados-convexos (Palacios, 2011). Las cuales son recalcitrantes lo que corresponde a una característica de la familia de las Mirtáceas, por tanto, una vez cosechadas se deben sembrar con prontitud (Saldías y Velozo, 2014).

### **2.2.7.2.1 Almacenamiento**

Para un adecuado almacenamiento, Ramírez et al., (1980) citado por Alvarado y Levet (2014), mencionan que, es recomendable no almacenar las semillas tanto extraídas del fruto como dentro del fruto, y mantenerlas a temperatura ambiente, debido que disminuyen su capacidad germinativa.

### **2.2.7.3 Propagación**

#### **2.2.7.3.1 Sexual**

Para una propagación de semillas en las Myrtaceas Ramírez et al., (1980); Latsague et al. (2010), citados en Saldías y Velozo (2014), mencionan que es habitual la aplicación de tratamientos pregerminativos para eliminar condiciones de latencia, el procedimiento más utilizado es la maceración del fruto. También se ha planteado el uso de giberelina como estimulante de la germinación en diversas especies.

De igual manera, se recomienda utilizar tierra mezclada con arena en proporción 2:1 o 3:1. Las plántulas se trasladan a bolsa una vez aparezca el primer par de hojas verdaderas. Inicialmente se requiere sombra y buen riego. El material se encontrará listo para trasplante a campo cuando alcance los 25 a 30 cm de altura, es decir, entre 6 y 7 meses de permanencia en el vivero.

#### **2.2.7.3.2 Asexual**

Para la propagación vegetativa Jaramillo (2013), menciona que, se debe utilizar estacas de 15 cm de largo y 1 a 2 cm de diámetro, que tengan al menos 3 yemas tomadas de la parte media de las ramas. Para un prendimiento óptimo debe tener humedad elevada y constante.

#### 2.2.7.4 Germinación

Esta especie posee germinación epígea, la cual se inicia aproximadamente a los 35 o 40 días después de realizada la siembra. Entre 12 y 15 días después se observa la aparición de los cotiledones y luego de 10 días empiezan a aparecer las primeras hojas verdaderas (Alvarado y Levet, 2014). Así mismo Ordoñez et al., (2004), indican que, la germinación empieza entre los 15 y 25 días y finaliza entre los 30 y 46 días. Todo en relación con las distintas condiciones ambientales del medio.

#### 2.2.7.5 Importancia

Esta especie presenta usos medicinales y alimenticios; se la utiliza en el aspecto gastronómico, para la elaboración del plato tradicional como es el champús y colada morada en fechas especiales por el pueblo indígena del cantón, esto gracias a la característica aromática de sus hojas, de la misma manera las hojas son usada como medicina ancestral para los dolores de muela y blanqueamiento de los dientes. Además, la madera es usada para la elaboración de herramientas en la agricultura (Palacios, 2011; Siza, 2017).



# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

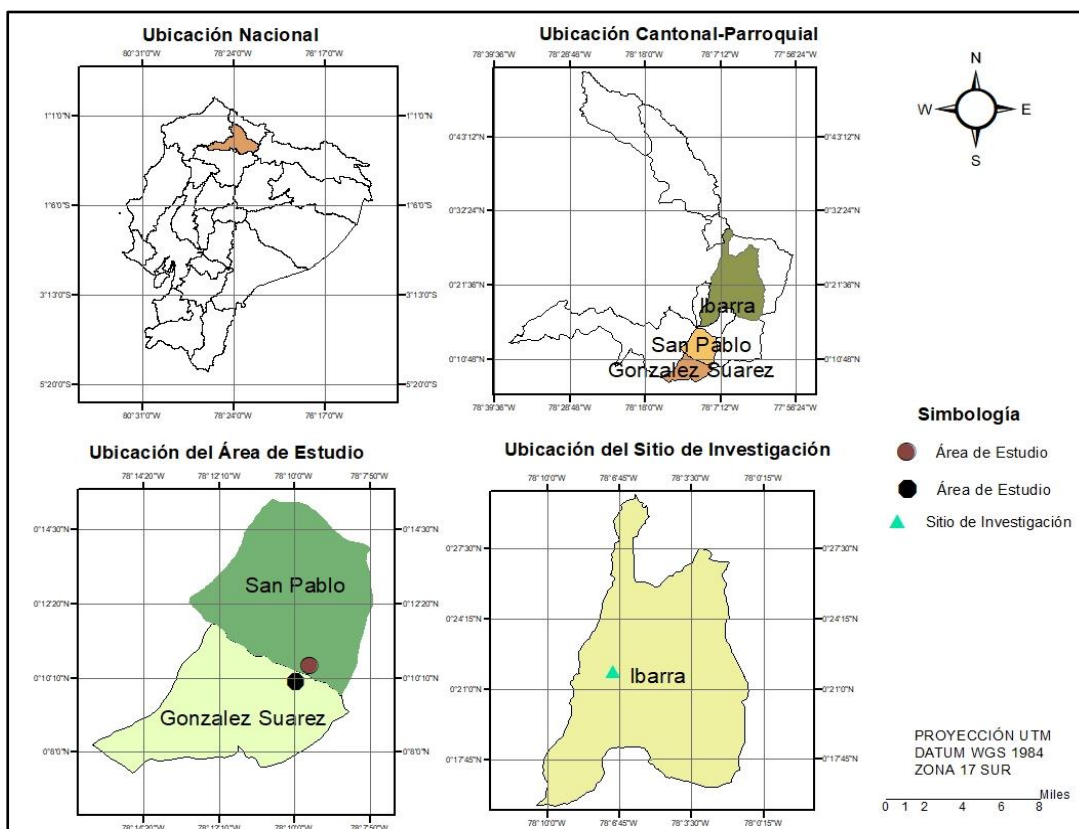
### 3.1 Ubicación del área de estudio

#### 3.1.1 Política

El área de estudio donde se recolectó el material vegetativo se encuentra dentro del cantón Otavalo en las parroquias San Pablo y Gonzáles Suárez. La investigación se ubicó dentro de la parroquia Sagrario, cantón Ibarra, provincia de Imbabura como se observa en la figura 4.

**Figura 4**

*Mapa de ubicación del área de estudio y sitio de investigación*



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 Geografía

Las coordenadas del área de estudio son:

#### **San Pablo:**

Latitud: 00° - 14' - 13.2" N. y Longitud: 78° - 20' - 31.20" O. Altitud: 2-680 msnm

#### **Gonzáles Suárez:**

Latitud: 00° - 10' - 04.8" N. y Longitud: 78° - 09' - 57.6" O. Altitud: 2-680 msnm

### 3.1.3 Límites

En relación con los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, elaborados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados de San Pablo y Gonzales Suárez (2015), se hace referencia a que:

**San Pablo** limita al norte con el cantón Santa Ana de Cotacachi, al sur con el cantón Pedro Moncayo y Distrito Metropolitano de Quito, al este con los cantones San Miguel de Ibarra y Cayambe y al oeste con el cantón Santa Ana de Cotacachi.

**Gonzáles Suárez** limita al norte con parroquia Rural San Pablo del Lago del cantón Otavalo, al sur la provincia de Pichincha, al este con la parroquia rural de Angochagua del cantón Ibarra y con la parroquia Olmedo del cantón Cayambe y al oeste con la parroquia Rural San Rafael del cantón Otavalo.

## 3.2 Características edafoclimáticas del lugar

En relación con lo encontrado en el PDOT ejecutado por el GAD San Pablo (2015), se menciona que:

- **Suelo:** suelos formados por superficies recientemente erosionadas teniendo. Presenta a poca profundidad roca consolidada o materiales no consolidados, poseen una textura franca, arenosa o arcillosa.
- **Clima:** La temperatura varía entre los 12°C y los 19°C; y oscilan precipitaciones de 750 mm a 1000 mm anualmente.
- **Ecología:** Debido a su clima se determinan dos tipos de ecosistemas, el primero Bosque muy húmedo Montano y el segundo Bosque húmedo Montano.

De igual manera por parte del GAD Gonzáles Suárez (2015), se menciona:

- **Suelo:** Dentro de la parroquia predomina el tipo de suelo Orthent (Entisoles) con un 21.63%, debido a las formaciones geológicas y materia orgánica depositada en la superficie; también existen suelos denominados como no aplicables con un 0,58%.
- **Clima:** Debido a la ubicación, en la parroquia oscilan temperaturas de entre los 6°C y los 13°C; con precipitaciones de 900mm a 1300 mm anualmente.
- **Ecología:** se puede encontrar dos tipos de ecosistemas el Bosque seco Montano Bajo y el Bosque húmedo Montano.

### 3.3 Origen del material genético

En la obtención de las semillas se utilizó la información presentada por Siza (2017) el cual ofrece una referencia de la zona donde se encontraron los árboles. Se obtuvo los frutos de un área total de 0.03 hectáreas en Gonzáles Suárez y para el caso de San Pablo los árboles se encontraron dispersos en distintos puntos dentro de la parroquia.

### 3.4 Materiales, equipos y softwares

Los materiales de campo, materiales de laboratorio, equipos y software que se empleó en el desarrollo de la investigación están descritos en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Materiales, Herramientas, Insumos, Equipos y Software*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Insumos</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
Hoja de campo	Carretilla	Semillas	Cámara	Paquete
Etiquetas	Pala	Fungicida	fotográfica	Tecnológico
Útiles de escritorio	Tamiz	Vitabax	Computadora.	(Office)
Fundas plásticas	Piola	Enraizante	Balanza	ArcGIS 10.4
Podadora manual	Zaranda	Tierra	electrónica	InfoStat
Fundas de Polietileno		negra		

### 3.5 Metodología

#### 3.5.1 Universo.

El universo representa un área de bosque zonificada por Siza (2017), la cual, corresponde a la parroquia de San Pablo y Gonzáles Suárez, donde se tiene 0.03 ha, y se mencionó que existen zonas con las especies en estudio dentro de las localidades.

#### 3.5.2 Tamaño de la muestra

Corresponde a 15 árboles identificados en cada una de las localidades seleccionadas.

#### 3.5.3 Muestreo

En la selección de los árboles, se eligieron los individuos que presentaron las mejores características fenotípicas como se muestra en la tabla 2, con la finalidad de buscar la mayor homogeneidad.

**Tabla 2***Criterios para selección de las especies.*

Variables	Puntajes			
	1	2	3	4
Altura(m)	<2	2-3	3.5-4	>4
Copa	Ralo	Poco frondoso	Medianamente frondoso	Frondoso
Estado fitosanitario	Malo: lesiones en un 75% del área follar y del tallo	Regular: lesiones en un 50% del área follar y del tallo	Bueno: lesiones en un 25% del área follar y del tallo	Excelente: sin lesiones de enfermedad o plagas
Angulo de inserción de la rama (°)	<20	20-30	30-45	>45

Fuente: (Vallejos et al., 2010)

### 3.6 Diseño experimental

#### 3.6.1 Factores y tratamientos

Con el objetivo uno se trabajó con dos factores, especie y procedencia, como se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3***Factores y tratamientos objetivo uno.*

<i>Factor A</i> (Especie)	<i>Factor B</i> (Procedencia)	<i>Tratamientos</i>
<i>Morella pubescens</i>	Gonzáles Suárez	T1
	San Pablo	T2
<i>Myrcianthes hallii</i>	Gonzáles Suárez	T3
	San Pablo	T4

De igual manera en relación con objetivo dos y tres se trabajó de forma independiente con cada especie a fin de determinar el mejor tratamiento pregerminativo. Los factores evaluados en estos dos casos fueron la procedencia y el tratamiento pregerminativo como se muestra, en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Factores y tratamientos objetivos dos y tres.*

<b>Especies</b>	<b>Factor A (Procedencia)</b>	<b>Factor B (Tratamiento Pregerminativo)</b>	<b>Tratamientos</b>
<i>Morella pubescens</i>	Gonzales Suárez	Escarificación con lija	T1 L
	Gonzales Suárez	Escarificación con acetona	T2 L
	Gonzales Suárez	Escarificación con agua caliente	T3 L
	Gonzales Suárez	Sin tratamiento	T4 L
	San Pablo	Escarificación con lija	T5 L
	San Pablo	Escarificación con acetona	T6 L
	San Pablo	Escarificación con agua caliente	T7 L
	San Pablo	Sin tratamiento	T8 L
<i>Myrcianthes hallii</i>	Gonzales Suárez	Lixiviación	T1 A
	Gonzales Suárez	Hormonas	T2 A
	Gonzales Suárez	Maceración	T3 A
	Gonzales Suárez	Sin tratamiento	T4 A
	San Pablo	Lixiviación	T5 A
	San Pablo	Hormonas	T6 A
	San Pablo	Maceración	T7 A
	San Pablo	Sin tratamiento	T8 A

Descripción de cada tratamiento a ser utilizado por cada especie:

**a)** Tratamientos pregerminativos para *Morella pubescens*

- **Escarificación mecánica:** Frotar la parte superficial de las semillas con una lija número 100 por diez minutos y sembrar.
- **Escarificación química:** Inmersión en acetona en una concentración de 10%, por treinta minutos, lavar con agua destilada y sembrar.

- **Escarificación con agua caliente:** Secar frutos al sol por diez minutos, extraer las semillas y colocarlas en agua hirviendo retirándola inmediatamente del calor, y dejándolas allí por 24 horas; posteriormente se siembran.
- b) Tratamientos pregerminativos para *Myrcianthes hallii*
- **Lixiviación:** Eliminar la testa y colocar en agua durante 24 horas dejar secar por tres horas y sembrar.
  - **Tratamiento con hormonas:** Colocar las semillas en Ácido Giberélico en concentración de (15g/l) por 24 horas y sembrar.
  - **Maceración de los frutos:** consiste en dejar los frutos en agua por 48 horas, se quita la pulpa y se siembra.

### 3.6.2 Variables evaluadas

**Objetivo uno:** Calidad de la semilla

- **Recolección de los frutos**

La recolección de los frutos para *Morella pubescens* se realizó en fecha 5 de diciembre de 2020 con ayuda de una tijera de podar, con el fin de evitar la pérdida de frutos se procedió a cortar las ramas terminales para luego despojar uno a uno los mismos; fueron seleccionados aquellos que presentaron un tono morado.

De igual manera con la especie *Myrcianthes hallii* la recolección se realizó el día 11 de diciembre de 2020, se cortó manualmente el pedúnculo de los frutos para evitar que estos se estropeen y evitar así la proliferación de hongos; se eligieron aquellos que presentaron una coloración negra.

Las semillas fueron trasladadas en fundas de papel periódico y zipper para el cuidado y conservación de las mismas durante el transporte.

Una vez las semillas fueron extraídas se realizó el registro de datos por medio de la matriz que se establece dentro de Anexos; el análisis se ejecutó de acuerdo con los parámetros de las Normas ISTA (Reglas Internacionales para el análisis de semillas), variables presentes en la tabla 5. Por especie se evaluó dos tratamientos con 30 unidades experimentales y cuatro repeticiones, con un total de 480 semillas utilizadas en esta etapa. A excepción de la evaluación del peso donde se utilizó 100 unidades experimentales en 8 repeticiones, por tratamiento se utilizó cuatro repeticiones.

**Tabla 5**

*Variables de análisis de semillas.*

Nombre	Ecuación	Nomenclatura
1) Pureza	$P = \frac{Psp}{Ptm} * 100$	P= Pureza Psp= Peso de la semilla pura Ptm=Peso total de la muestra
2) Peso	$P \text{ de } 1000 \text{ semilla} = \Sigma R \times 1.25$	P= Peso $\Sigma R$ = Sumatoria de los pesos de las repeticiones 1.25= factor de expansión
3) Contenido de Humedad	$CH = \frac{Po - Psh}{Po} \times 100$	CH = Contenido de humedad Po = Peso original Psh= Peso seco al horno

Fuente: (Gómez et al. 2020)

**Objetivo dos:** Germinación

- **Aplicación de tratamientos pregermiativos**

En la segunda etapa se evaluó ocho tratamientos por especie, cada uno con 50 unidades experimentales y cuatro repeticiones, con un total de 3200 semillas utilizadas.



En la fase de aplicación de los tratamientos pregerminativos se utilizó los mencionados en la tabla 4. En el caso de *Morella pubescens* su aplicación se realizó el día 10 de diciembre de 2020; y para *Myrcianthes hallii*, el día 16 de diciembre de 2020.

- **Siembra**

Las semillas (unidad experimental) fueron colocadas en cajas petri con una base de algodón, los cuales fueron previamente esterilizadas con agua y alcohol al 75%.

Los ocho tratamientos se distribuyeron al azar conforme se estableció en la metodología inicial. La fecha de siembra para el caso de *Morella pubescens* fue el día 10 de diciembre de 2020 y para *Myrcianthes hallii* el día 18 de diciembre de 2020.

El riego se realizó con agua de la llave previamente esterilizada, durante todo el proceso de germinación.

Una vez finalizado el monitoreo se realizó el trabajo de escritorio, en donde se analizaron y determinaron los parámetros presentados en la tabla 6; datos que fueron registrados por medio de una matriz. Dichas variables se las determinó por medio de un conteo diario del número de semillas germinadas por día.

**Tabla 6**

*Variables de germinación de semillas.*

Nombre	Ecuación	Nomenclatura
1) Poder Germinativo	$PG = \frac{\text{total de semillas germinadas}}{\text{total de semillas colocadas}} \times 100$	<b>PG:</b> poder germinativo
2) Índice de velocidad de germinación	$IVG = \frac{P1}{T1} + \frac{P2}{T2} + \frac{P3}{T3} + \frac{Pn}{Tn}$	<b>P:</b> número de semillas germinadas <b>T:</b> días de germinación

3) Tiempo medio de germinación

$$TMG = \sum \frac{(n * g)}{N}$$

**n:** número de semillas germinadas.

**g:** número de días desde la siembra al conteo respectivo

**N:** número total de semillas germinadas.

4) Valor germinativo

$$VG = VM \times GDM$$

**VM:** relación entre el porcentaje de germinación y la cantidad de días que tardó en obtenerse

**GDM:** germinación diaria media

Fuente: (González y Orozco, 1996; Espitia, Cardona y Araméndiz, 2016)

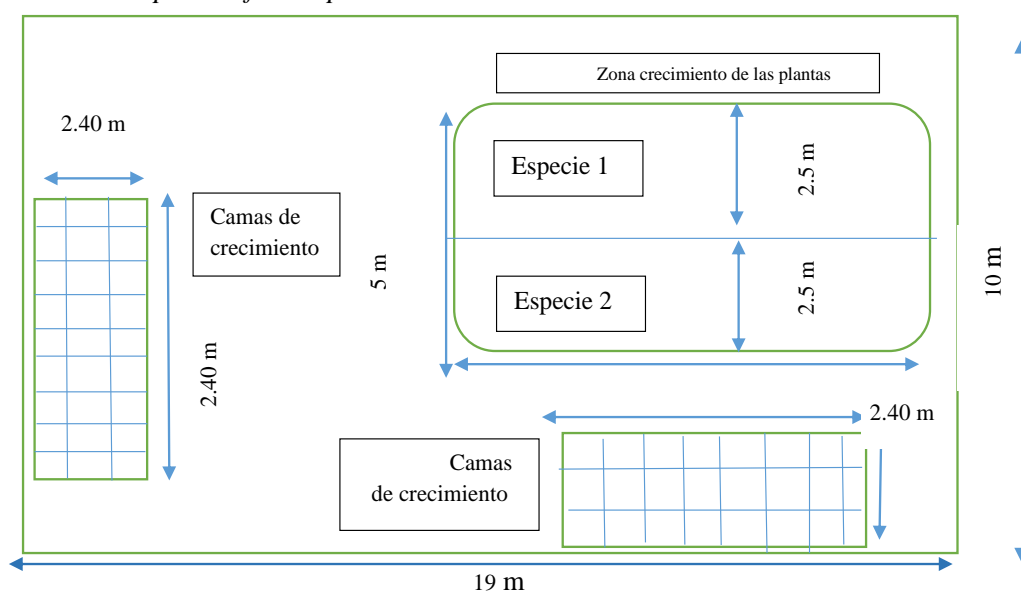
### Objetivo tres: Morfología

- **Fase de vivero**

Una vez ubicado el lugar para el desarrollo del ensayo como se observar en la figura 5, se destinaron diferentes secciones correspondientes a los tratamientos en estudio. En dichas secciones se colocaron las fundas con su respectiva plántula, de las cuales se valoró la sobrevivencia para evaluar la calidad de la plántula.

**Figura 5**

*Diseño del área para la fase experimental*



Se preparó sustrato con una proporción de 40% tierra negra, 30% abono orgánico y 30% de arena de río, con el fin de tener una mezcla suelta con capacidad de aireación y buen drenaje. Este fue esterilizado con TERRACLOR® 75%, en una concentración de 10cm<sup>3</sup>/20L, y tamizado mediante una malla metálica, con el fin de eliminar rastrojos o basuras de la tierra negra y la arena de río. Finalmente se realizó el llenado de las bolsas de polietileno de un tamaño de 5x8 para *Myrcianthes hallii* y 4x5 para *Morella pubescens*.

- **Repique de las plántulas**

La siembra se realizó a una profundidad de dos centímetros; dependiendo del largo que presente la raíz principal de las plántulas; posteriormente se procedió al riego con ayuda de una bomba de agua, a fin de dar las condiciones adecuadas para el proceso de crecimiento y madurez morfológica de las plántulas.

La fecha de repique de las plántulas se realizó el día 28 de enero del 2021. A partir de los 30 días una vez se empezó a observar el crecimiento y maduración de las plántulas; se procedió con la recolección de datos con ayuda de una matriz presentada en Anexos, y determinar las variables señaladas en la tabla 7, propuestas en la metodología de (Jiménez, 2014; Villalón et al., 2016).

**Tabla 7**

*Variables de morfología de las plántulas.*

<b>Nombre</b>	<b>Forma de Medición</b>	<b>Instrumento de medición</b>	<b>Frecuencia de medición</b>	<b>Ecuación</b>
1) Altura	La medición se realizó desde el cuello hasta el ápice de la plántula.	Se efectuó la toma de datos con una regla calibrada en centímetros.	Los datos fueron registrados quincenalmente hasta el final del ciclo de vivero.	No aplica

2) Diámetro	Se realizó un 1 cm más arriba del nivel del sustrato.	Las mediciones se las realizo con ayuda de un pie de rey calibrado en milímetros	Los datos fueron registrados quincenalmente hasta el final del ciclo de vivero.	No aplica
3) Índice de Esbeltez	Los cálculos se los efectuó con los datos obtenidos de las mediciones anteriores	Ecuación	Una sola vez	$\text{Índice de esbeltez} = \frac{\text{altura (cm)}}{\text{diametro (mm)}}$
4) Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz	Se efectuó con ocho plántulas, de las cuales se separó la parte área conformada por tallo y hojas, sin la raíz.	La toma de datos se la realizó al pesar la parte área y la raíz con ayuda de una balanza digital.	Una sola vez	$\text{Relación bsa/bsr} = \frac{Bsa (g)}{Bsr (g)}$
5) Índice de calidad de Dickson	Los cálculos se los efectuó con los datos obtenidos de la medición anterior.	Ecuación	Una sola vez	$= \frac{ICD \cdot Ps.Total(g)}{\frac{al (cm)}{dm(mm)} + \frac{Ps.aárea}{Ps.raíz}}$

- Labores culturales

La frecuencia de riego se ajustó a las condiciones climáticas locales de la zona; hay que tomar en cuenta que el área se encontraba cubierta, se realizó un riego de una a dos veces por día, dependiendo de la potencia del sol.

### 3.6.3 Tipo de diseño experimental

Se implementó un Diseño Irrestricto al Azar en arreglo factorial AXB, por cada especie; con el fin de determinar si las interacciones entre los tratamientos pregerminativos con las semillas, logró mayor germinación.

- **Modelo estadístico**

Diseño Irrestricto al Azar (DIA) A X B

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$$
$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\alpha + \theta + \alpha\theta}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Observación individual

$\mu$  = Media

$\tau_i$  = Efecto de tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

$\alpha$  = Efecto de tratamientos pregerminativos

$\theta$  = Efecto del sitio

$\alpha\theta$  = Interacción, efecto de los tratamientos pregerminativos en las plantas

### 3.6.4 Unidad experimental

La unidad experimental para el objetivo uno fue de 30 semillas con un total de cuatro repeticiones. Para el objetivo dos se tomó un total de 50 semillas con cuatro repeticiones, mientras que para el objetivo tres se evaluaron las mismas unidades experimentales del objetivo dos con las plántulas en vivero.

### 3.6.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico se lo realizó en relación con variables cuantitativas a fin de buscar su homogeneidad y normalidad; las variables que cumplían con estos supuestos se realizaron a través del ADEVA seguido de una prueba de medias Tukey al 95%. Para las

que no cumplieron con los supuestos paramétricos se aplicó una prueba de Kruskal Wallis.

### 3.6.6 Instalación del experimento o ensayo

Se estableció en el objetivo uno, cuatro tratamientos cada uno de estos con cuatro repeticiones. El análisis de los datos se lo realizó en conjunto para ambas especies, como se muestra en la figura 6.

#### Figura 6

*Distribución de los tratamientos y repeticiones para el objetivo uno*

*Myrcianthes hallii    Morella pubescens*

T1 RI	T2 RIV	T4 RI	T3 RI
T2 RI	T1 RIV	T4 RIV	T3 RII
T2 RIII	T1 RII	T4 RII	T4 RIII
T1 RIII	T2 RII	T3 RIII	T3 RIV

*Nota:* T (tratamientos) y R (repeticiones)

Para el objetivo dos y tres, se estableció ocho tratamientos cada uno de estos con cuatro repeticiones. El análisis se lo realizó por especie, como se muestra en la figura 7.

**Figura 7**

*Distribución de los tratamientos y repeticiones para el objetivo dos y tres*

<b>T8 RI</b>	<b>T3 RI</b>	<b>T2 RI</b>	<b>T4 RIV</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T7 RIV</b>	<b>T5 RI</b>	<b>T6 RIII</b>	<b>T8 RII</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T3 RIV</b>	<b>T1 RII</b>	<b>T4 RII</b>	<b>T5 RIII</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T6 RI</b>	<b>T2 RII</b>	<b>T8 RII</b>	<b>T1 RIV</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T5 RII</b>	<b>T7 RI</b>	<b>T4 RI</b>	<b>T3RII</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T1 RI</b>	<b>T6 RII</b>	<b>T8 RIV</b>	<b>T4 RIII</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T2 RIII</b>	<b>T3 RII</b>	<b>T6 RIV</b>	<b>T7 III</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My
<b>T7 RII</b>	<b>T5 RIV</b>	<b>T1 RIII</b>	<b>T2 RIV</b>
Mo   My	Mo   My	Mo   My	Mo   My

*Nota:* T (tratamientos); R (repeticiones);

Mo (*Morella pubescens*); My (*Myrcianthes hallii*)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de calidad de semilla para las especies en relación con las procedencias

##### 4.1.1 Pureza

Esta variable cumplió con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.916$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.07$ ) con una transformación arcsen, lo cual es recomendable cuando se trabaja con porcentajes (López y González, 2016). Esto debido a que el coeficiente de variación de la variable fue muy alto y se corrigió los valores nulos, con esto se obtuvo un valor de 19.73% por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 8.

**Tabla 8**

*Análisis de la varianza para la variable pureza*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	0.13	3	0.04	1.64	0.2416
Factor A: Especie	0.03	1	0.03	1.22	0.2957
Factor B: Procedencia	0.05	1	0.05	1.78	0.2122
Factor AXB	0.04	1	0.04	1.48	0.2512
Error	0.26	10	0.03		
Total	0.39	13			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; GI: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA mostró que no existen diferencias para comprobar que al menos uno de los tratamientos estudiados, presentó un porcentaje de pureza diferente a las demás. Así como también, para las localidades y las especies, esto debido a que este análisis refleja datos en relación con el contenido de materia inerte, la presencia de daño mecánico o infestación



patogénica (Gómez et al., 2020). Lo cual muestra, la importancia de que los frutos presenten óptimas condiciones de recolección para posterior extracción de semillas y así reducir la cantidad y tipo de impurezas dentro de una muestra. Por tanto, para obtener una muestra pura hay que tener en cuenta la forma y época de recolección, así como del tipo de fruto y el cuidado en la forma de extracción de las semillas.

En los estudios realizados por Ortega y Guanuche (2016) y Palomeque, et al. (2017), con *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*, respectivamente, se muestran rangos de pureza de entre 86,78% y 96,98%, lo cual permite establecer una relación con los datos encontrados de 70% y 87%. Esta proporción se debe a que las semillas fueron colectadas de forma manual, directamente de los árboles y no del suelo, lo que evita impurezas dentro de la muestra.

#### 4.1.2 **Peso**

El coeficiente de variación reflejó un valor de 10.75%, esta variable cumplió los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.52$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.06$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 9.

**Tabla 9***Análisis de la varianza para la variable peso*

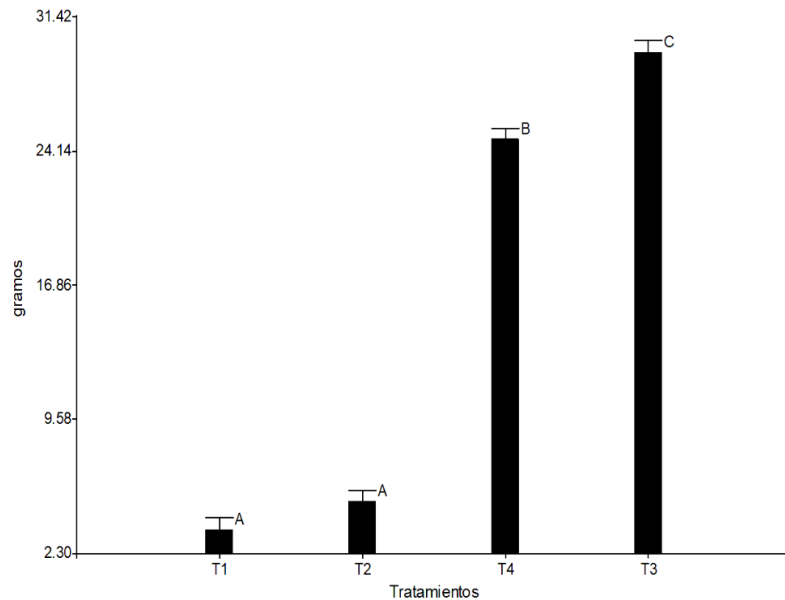
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	4239.75	3	1413.25	493.1	<0.0001
Factor A: Especie	4140.5	1	4140.5	1444.66	<0.0001
Factor B: Procedencia	21.13	1	21.13	7.37	0.0112
Factor AXB	78.13	1	78.13	27.26	<0.0001
Error	80.25	28	2.87		
Total	4320	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA mostró diferencias estadísticas por lo que se determinó que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un peso distinto. Después de realizar la prueba de medias de Tukey se observó que el T3 presentó los mejores resultados en cuanto al peso, como lo muestra la figura 8.

## Figura 8

Comportamiento del peso que presentan los tratamientos evaluados a partir de la prueba de Tukey.



Nota: T1: *Morella pubescens*-González Suárez; T2: *Morella pubescens*-San Pablo;  
T3: *Myrcianthes hallii*-González Suárez; T4: *Myrcianthes hallii*-San Pablo

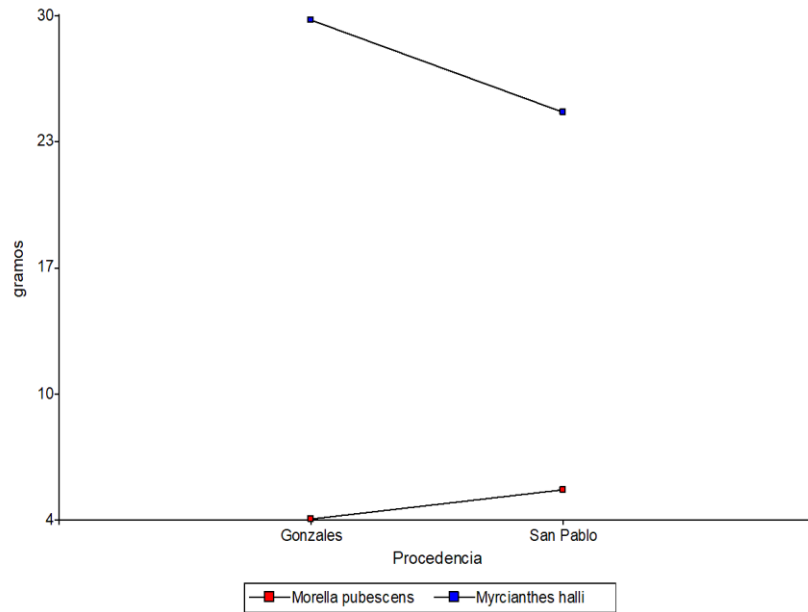
Las procedencias y las especies influyen significativamente con el peso. Esto a razón de que las plantas están sujetas a diferentes condiciones ambientales, factores nutricionales, así como también distinta disponibilidad de agua (Bermeo, 2016). De igual forma es de consideración la diferencia entre el tipo de semillas al tratarse de familias y géneros distintos, motivo por el cual se puede esperar variación entre el peso de las semillas (Montaño, 2016).

La interacción mostró diferencias significativas, por lo que se realizó el análisis AXB, donde *Myrcianthes hallii* en sus dos localidades presentó una media superior y se comportó de manera similar como se observa en la figura 9; esto puede suceder debido a que semillas grandes contienen mayores cantidades de carbohidratos en el endospermo o cotiledones por lo cual resultan ser más pesadas que las semillas pequeñas (Zari, 2018). Así

como también hay que tener en cuenta que la variación entre peso y tamaño de los frutos-semillas puede depender de las condiciones altitudinales (Montaño, 2016).

### Figura 9

*Comportamiento de las especies en cada una de sus localidades*



### 4.1.3 Contenido de humedad

El coeficiente de variación reflejó un valor de 22.1% esta variable cumplió con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.13$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.75$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 10.

**Tabla 10**

*Análisis de la varianza para la variable contenido de humedad*

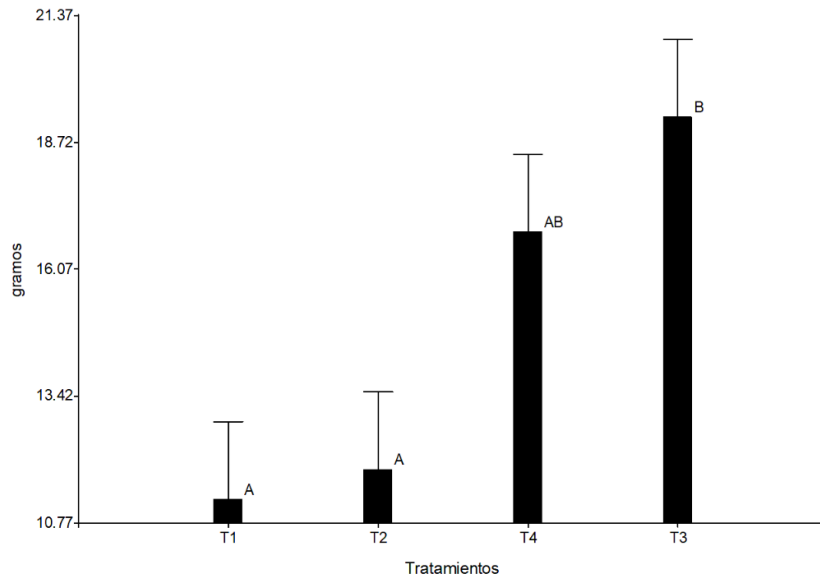
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	180.65	3	60.22	5.63	0.0121
Factor A: Especie	168.35	1	168.35	15.73	0.0019
Factor B: Procedencia	3.15	1	3.15	0.29	0.5974
Factor AXB	9.15	1	9.15	0.85	0.3734
Error	128.46	12	10.7		
Total	309.11	15			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA, reflejó que existen diferencias estadísticas para mostrar que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un contenido de humedad distinto. Al realizar la prueba de medias de Tukey se tiene que el T3, presentó los mejores resultados como lo muestra la figura 10. Esto debido a que para determinar esta variable se debe tomar en cuenta factores climáticos de las localidades, así como, los diferentes aspectos propios de las especies como lo son, el tipo de semillas que presenten al ser estas recalcitrantes u ortodoxas (Gómez et al., 2020).

## Figura 10

Comportamiento de los tratamientos del contenido de humedad evaluados a partir de la prueba de Tukey



Nota: T1: *Morella pubescens*-González Suárez; T2: *Morella pubescens*-San Pablo;  
T3: *Myrcianthes hallii*-González Suárez; T4: *Myrcianthes hallii*-San Pablo

Se logró identificar diferencias significativas entre las especies en estudio al observar que se comportaron de manera distinta. *Myrcianthes hallii* con una media de 19.25% fue la especie que mejores resultados mostró, esto se debe por la diferencia entre el tipo de semilla y la morfología que cada una de las especies presenta.

El hecho de que no existió diferencias entre las localidades y la interacción pudo deberse a que se encontraban dentro de un rango altitudinal, humedad y temperatura similar, por tanto, no existió mucha variación como para definir si el contenido de humedad difiere uno de otro.

## 4.2 Efectos de los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de las especies en estudio.

### 4.2.1 Comportamiento germinativo para las semillas de *Morella pubescens*

#### 4.2.1.1 Poder germinativo

El coeficiente de variación reflejó un valor de 16.37% se cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.61$ ), pero no con los de homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.0036$ ). Por lo que se procedió a realizar la transformación de datos y no se logró cumplir con los supuestos de homogeneidad y se procedió a realizar el análisis no paramétrico con la prueba de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Prueba de Kuskal Wallis para el poder de germinación de Morella pubescens*

Tratamientos	Medias				p-valor	
T2	28	A			0.003	
T6	45	A	B			
T8	53	A	B	C		
T4	59	A	B	C		
T3	59.5		B	C		D
T7	62		B	C		D
T5	76.5			C		D
T1	92					D

*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lija; T2: Gonzáles Suárez-acetona;

T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento

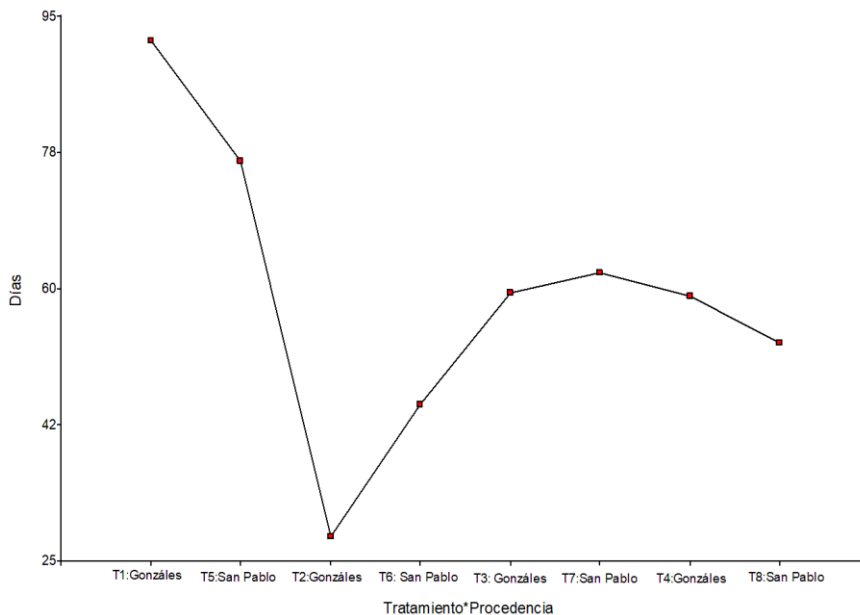
T5: San Pablo-lija; T6: San Pablo-acetona;

T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Esta prueba mostró que existen diferencias significativas entre el porcentaje de germinación y los tratamientos pregerminativos. Al reflejar que el T1 fue aquel que mejor porcentaje presentó en relación con las medias, a diferencia del T2 que fue aquel que reflejó bajos porcentajes como se observa en la figura 11.

**Figura 11**

*Comportamiento de los tratamientos evaluados para *Morella pubescens* frente al número de semillas que germinaron*



*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lija; T2: Gonzáles Suárez-acetona;  
T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lija; T6: San Pablo-acetona;  
T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Por tanto, se muestra que el uso de lija es el tratamiento pregerminativo que mejores resultados presentó, con valor máximo de 92% en comparación con otras investigaciones realizadas por Pipinis, et al. (2016) y Menese (2018), con la misma especie esta media es superior, pues los valores en estas investigaciones son inferiores al 50%. Esta diferencia debe estar en función del tratamiento pregerminativo utilizado y la madurez fisiológica de la



semilla, ya que, en la investigación realizada por López y González (2016), para esta especie mencionan que es muy importante el grado de madurez de la semilla. Esto pues al utilizar semillas maduras se puede obtener porcentajes de germinación entre el 91 y 96%, semillas intermedias entre el 84 y 93 % y con semillas sobre maduras los valores más bajos del 79 y 91 %. A diferencia del uso de acetona que mostró resultados bajos, esto debido a la cantidad sustancias tóxicas que presenta y puede llegar a dañar al embrión de la semilla.

#### 4.2.1.2 Índice de velocidad de germinación

Se logró cumplir con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.11$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.22$ ) con una transformación de datos a la raíz cuadrada, esto debido a que no se cumplía con los supuestos. Esta transformación se realiza cuando la variable trata datos de conteo (López y González, 2016). De este modo se obtuvo un coeficiente de variación de 24.68% y se procedió a realizar el análisis de varianza como muestra la tabla 12.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza para el índice de velocidad de germinación de Morella pubescens.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	18.63	7	2.66	12.57	<0.0001
Factor A: Procedencia	0.27	1	0.27	1.27	0.2718
Factor B: Tratamiento pregerminativo	15.76	3	5.25	24.82	<0.0001
Factor AXB	2.6	3	0.87	4.09	0.0177
Error	5.08	24	0.21		
Total	23.71	31			

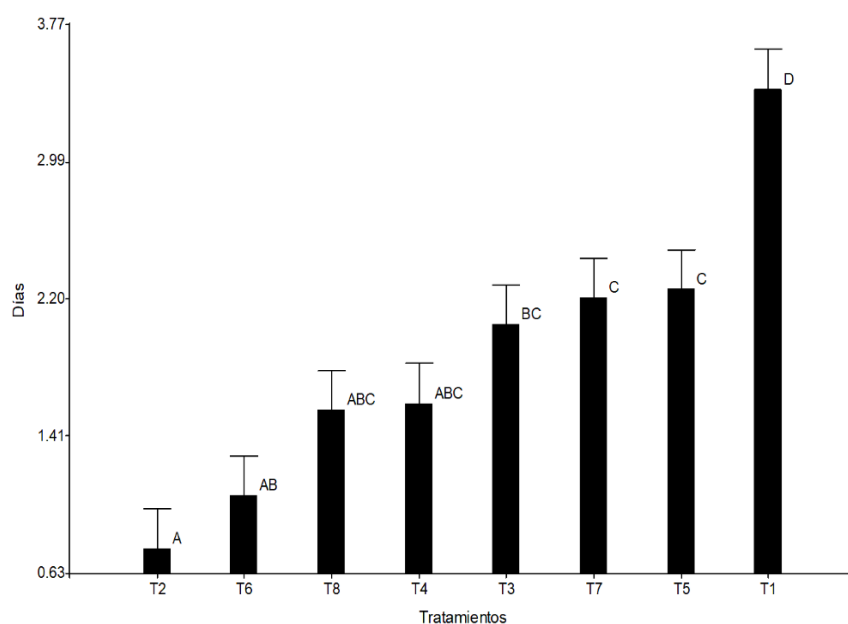
*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

Al analizar el ADEVA mostró, que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un índice de velocidad de germinación significativamente diferente. La prueba de

Tukey como se muestra en la figura 12, reflejó que el T1 fue aquel que mejor comportamiento presentó. Por lo que se determinó que el uso de tratamientos pregerminativos si ayuda a acelerar el índice de velocidad de germinación; se concuerda con el estudio realizado por Paz y Paz (2012), quienes obtuvieron como media 2.54 días en una de sus fuentes semilleras, por tanto, se puede decir que los tratamientos pregerminativos si incrementan el resultado final de la variable en estudio.

**Figura 12**

*Comportamiento en días de velocidad de germinación para los tratamientos de Morella pubescens*



Nota: T1: Gonzáles Suárez-lija; T2: Gonzáles Suárez-acetona;

T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento

T5: San Pablo-lija; T6: San Pablo-acetona;

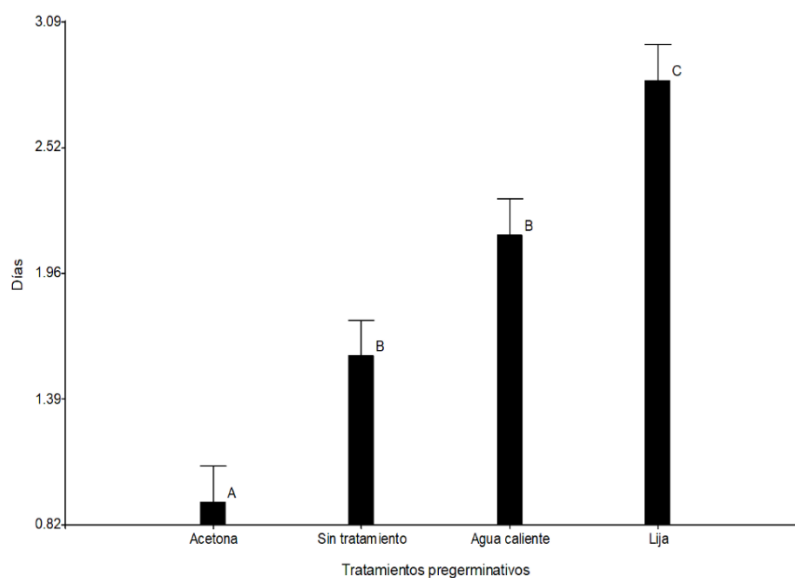
T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Los tratamientos pregerminativos mostraron que, si existen diferencias significativas, en donde la lija fue el procedimiento que mejores resultados reflejó, a diferencia de la acetona, como se observa en la figura 13. Lo cual concuerda con un estudio realizado por

Crespo (2017), quien recalca que el uso de la acetona permite la remoción de la cubierta impermeable, pero a su vez contribuye en la deshidratación del endocarpio y la semilla, lo cual imposibilita la absorción de agua y reduce la velocidad de germinación. Y la lija a su vez ayuda a agrietar el endocarpio y por tanto permite el ingreso del agua y acelerar el desarrollo del embrión. A diferencia de las procedencias donde no hay diferencias significativas, y se muestra comportamientos similares.

### Figura 13

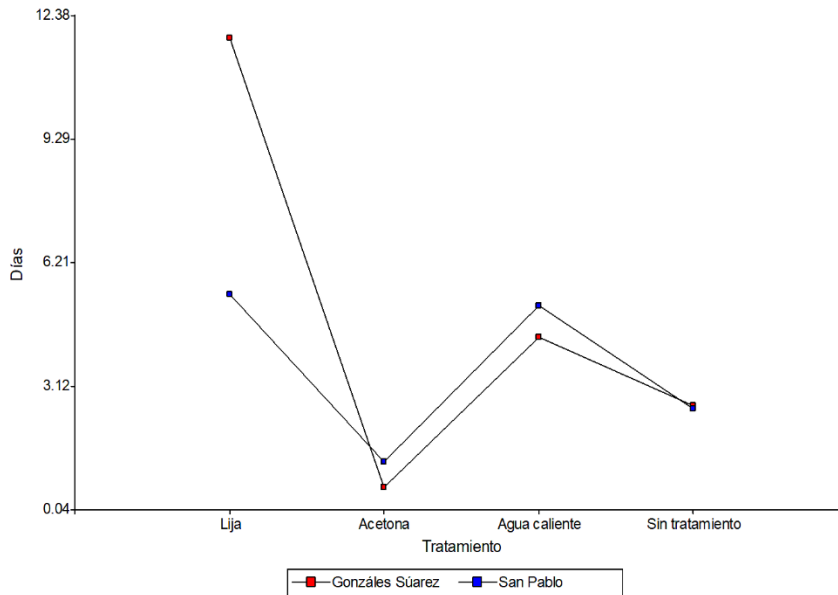
*Comportamiento en días de velocidad de germinación para los tratamientos pregerminativos de Morella pubescens*



La interacción reflejó diferencias significativas, por lo que se realizó el análisis AXB, donde los mejores resultados se observan en González Suárez-lijas-agua caliente y la que bajos resultados presentó fue González Suárez-acetona, como se muestra dentro de la figura 14. Pero los tratamientos generan comportamientos diferentes, debido a la reacción que estos presentan sobre el embrión.

**Figura 14**

*Efecto de la velocidad de germinación para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de *Morella pubescens**



En la presente investigación se logró evidenciar que el tratamiento pregerminativo que mejores resultados mostró fue la utilización de lija resultado que concuerda con lo que Crespo (2017), menciona puesto que, este procedimiento permite una absorción lenta de agua por medio de la imbibición (proceso físico y metabólico que facilita el ingreso del agua hacia la semilla). Así también, se destaca el uso de agua caliente para el aumento del índice de velocidad de germinación ya que según lo mencionan Castro y Ayala (2011), el choque térmico aumenta la proporción de germinación.

### 4.2.1.3 Tiempo medio de germinación

Se logró cumplir con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.41$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.08$ ) por medio de una transformación de datos a logaritmo; y se logró observar proporcionalidad entre las medias y la desviación estándar de los valores (López y González, 2016). Pues esta variable no cumplía con los supuestos de homogeneidad y de este modo, se obtuvo un coeficiente de variación de 5.47% y se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 13.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para el tiempo medio de germinación de *Morella pubescens*.*

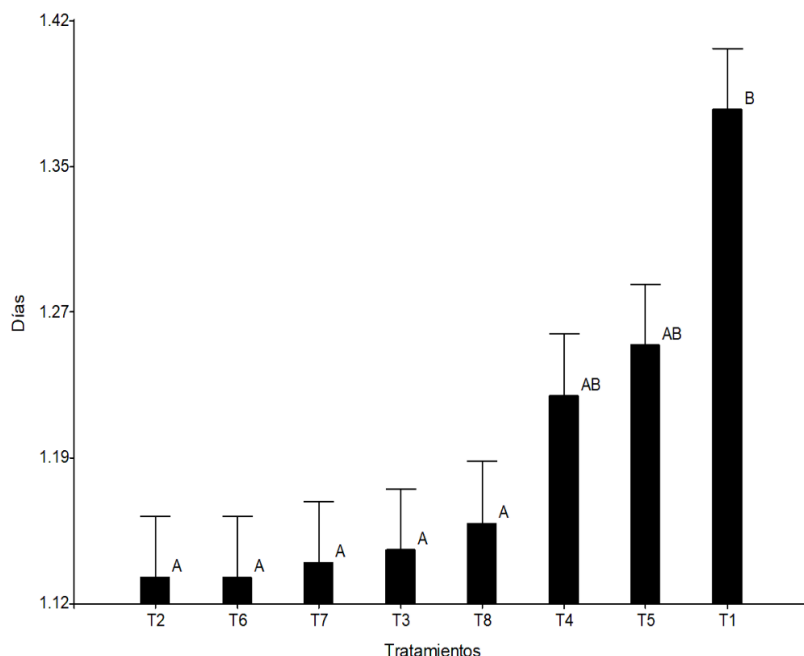
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	0.21	7	0.03	6.84	0.0002
Factor A: Procedencia	0.02	1	0.02	4.87	0.0376
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.16	3	0.05	12.73	<0.0001
Factor AXB	0.02	3	0.01	1.42	0.2612
Error	0.1	23	4.30E-03		
Total	0.3	30			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; GI: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA, reflejó que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un índice de velocidad de germinación significativamente diferente. La prueba de Tukey como se muestra en la figura 15, indicó que el tratamiento uno fue el que mejor comportamiento presentó. Por tanto, se estableció que el uso de tratamientos pregerminativos ayuda a acelerar el tiempo medio de germinación en la especie.

**Figura 15**

*Comportamiento de los tratamientos del tiempo medio de germinación para Morella pubescens*



Nota: T1: Gonzáles Suárez-lija; T2: Gonzáles Suárez-acetona;  
T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lija; T6: San Pablo-acetona;  
T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

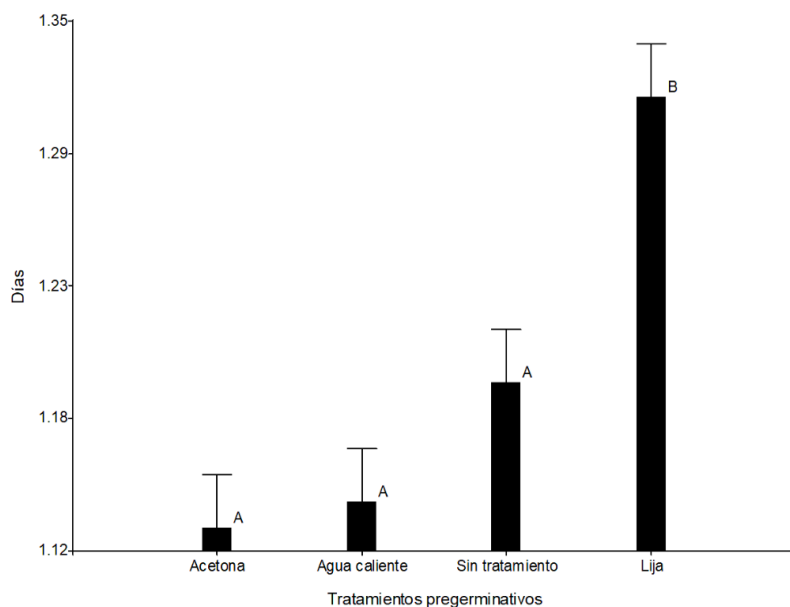
La procedencia mostró que existen diferencias significativas entre las medias para el tiempo medio de germinación, por lo que se determinó que Gonzáles Suárez es la procedencia en la cual se tarda menos tiempo en germinar con una media de 1.29 días.

Así también, los tratamientos pregerminativos reflejaron dos grupos en relación con las medias lo cual muestra que con la lija se tarda menos días en germinar como se observa en la figura 16. Lo cual concuerda con los estudios realizados por Pipinis, et al. (2016) y Meneses (2018), muestran, pues recalcan que el uso de la escarificación como tratamiento pregerminativo si ayuda a disminuir el tiempo medio de germinación en esta especie.

A diferencia de la interacción donde no hay diferencias significativas, y muestra que se comportan de la misma manera.

### Figura 16

*Comportamiento de los tratamientos pregerminativos del tiempo medio de germinación evaluados para Morella pubescens*



En estudios realizados por Jumbo (2006); Crespo (2017) y Meneses (2018), con semillas de *Morella pubescens* y *Morella parvifolia* en diferentes tipos de sustratos, condiciones de almacenamiento y un tratamiento Físico- Mecánico, se obtuvo como resultado de 32 a 60 días. Lo cual que discrepa de esta investigación puesto que, presenta un tiempo de emergencia de 23 a 27 días con el uso de la escarificación con lija, estas diferencias se presentan debido a que la germinación se la realizó directamente en bolsas y en esta investigación se planteó una germinación en condiciones de imitación a las de un laboratorio.

#### 4.2.1.4 Valor germinativo

El coeficiente de variación reflejó un valor de 35.25% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.76$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.06$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 14.

**Tabla 14**

*Análisis de varianza para el valor germinativo de *Morella pubescens*.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	1486.59	7	212.37	17.31	<0.0001
Factor A: Procedencia	1316.72	3	438.91	35.76	0.9335
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.09	1	0.09	0.01	<0.0001
Factor AXB	169.79	3	56.6	4.61	0.011
Error	294.53	24	12.27		
Total	1781.12	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

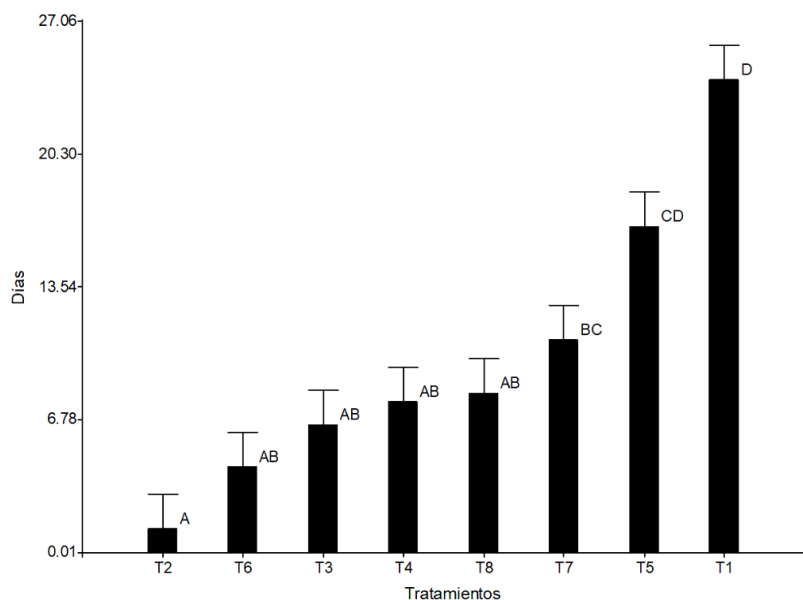
El ADEVA reflejó que existen diferencias estadísticas para mostrar que al menos uno de los tratamientos presentó un valor germinativo significativamente diferente. Al realizar la prueba de Tukey se tiene que el T1 fue aquel que mostró los mejores resultados como se observa en la figura 17. Por tanto, se estableció que el uso de tratamientos pregerminativos si ayudó a acelerar el valor germinativo en la especie. Como lo muestra la investigación realizada por Castro y Ayala (2011), quienes utilizan solventes orgánicos e inductores de germinación, y obtienen valores muy altos en poco tiempo en relación con la variable.

A diferencia de las procedencias donde no hay diferencias significativas, y refleja que se comportan de la misma manera.



**Figura 17**

*Comportamiento de los tratamientos evaluados en relación con el valor germinativo para *Morella pubescens*.*

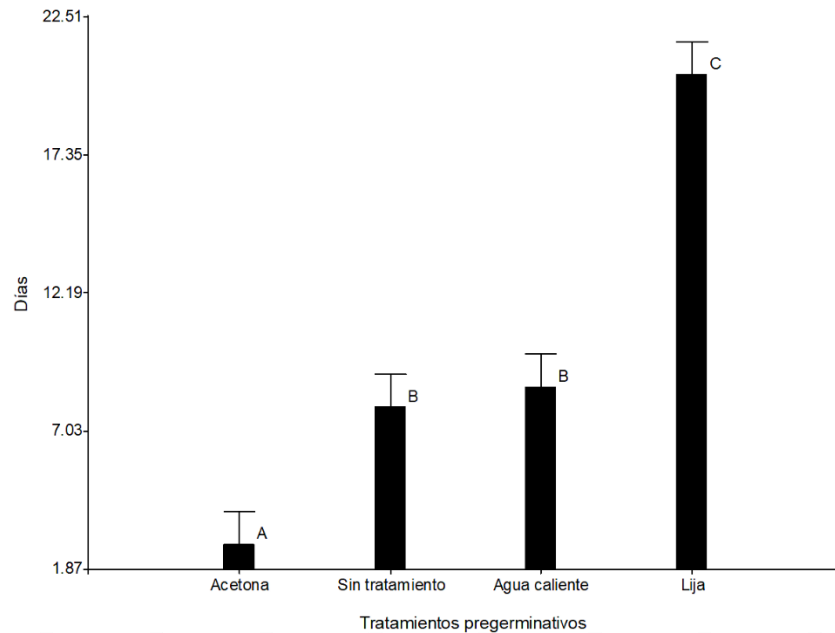


*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lija; T2: Gonzáles Suárez-acetona;  
T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lija; T6: San Pablo-acetona;  
T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Los tratamientos pregerminativos reflejaron significancia como se observa en la figura 18, al mostrar que el uso de la lija es mejor para aumentar el valor germinativo en relación con los demás tratamientos pregerminativos. Lo cual concuerda con un estudio realizado por Paz y Paz (2012) ya que, estos métodos ayudan a ablandar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni el endospermo, y de este modo aumenta el valor.

**Figura 18**

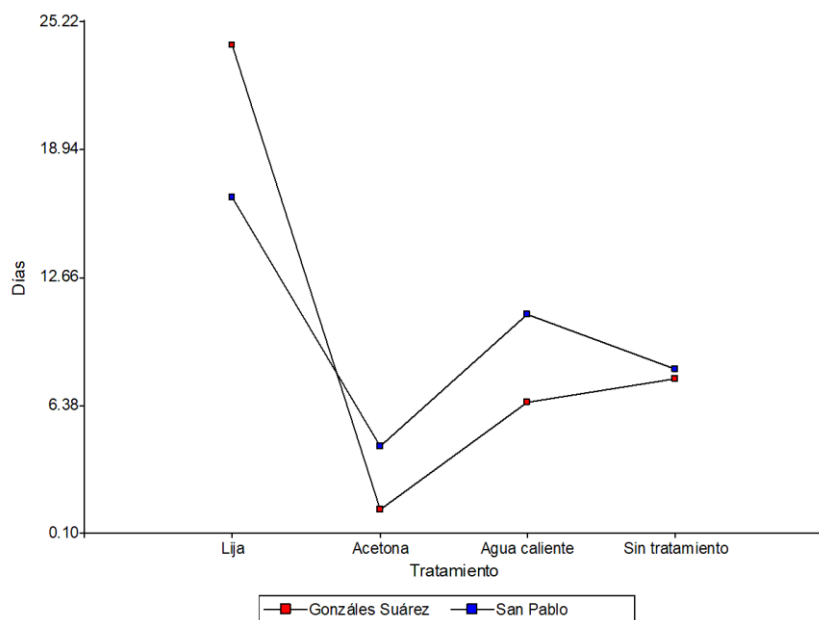
*Comportamiento de los tratamientos pregerminativos evaluados en relación al valor germinativo para Morella pubescens.*



La interacción mostró diferencias significativas, por lo que se realizó el análisis AXB, como se muestra en la figura 19, la cual reflejó que la interacción de González-lija es la que mejor resultados presentó en comparación con las demás que no mostraron diferencias significativas al observarse medias similares. Y la que menores resultados presentó fue la acetona en la misma localidad.

**Figura 19**

*Efecto de las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos en relación con el valor germinativo.*



En el presente estudio el mejor resultado se obtuvo con lija como tratamiento pregerminativo con una media de 20.08 días, (0.208%) en comparación con la investigación de Paz y Paz (2012), quienes usan como tratamiento pregerminativo la escarificación mecánica e inmersión en agua por 15 días, y se presentan resultados de 1.15 y 0.69 % en cada una de las localidades. Este resultado difiere por el hecho de que cada lote de semilla corresponde a diferentes procedencias y por tanto el valor germinativo va a variar, esto en función del tiempo de almacenamiento al cual la semilla haya sido expuesta. Cabe señalar que en esta investigación no se utilizó almacenamiento para ninguna especie.

## 4.2.2 Comportamiento germinativo para las semillas de *Myrcianthes hallii*

### 4.2.2.1 Poder germinativo

Debido a que el coeficiente de variación de la variable era muy alto se trabajó con una parcela perdida, lo cual permitió encontrar un coeficiente de variación del 14% y la variable cumplió con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.88$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.56$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 15.

**Tabla 15**

*Análisis del poder germinativo de Myrcianthes hallii por medio de la varianza*

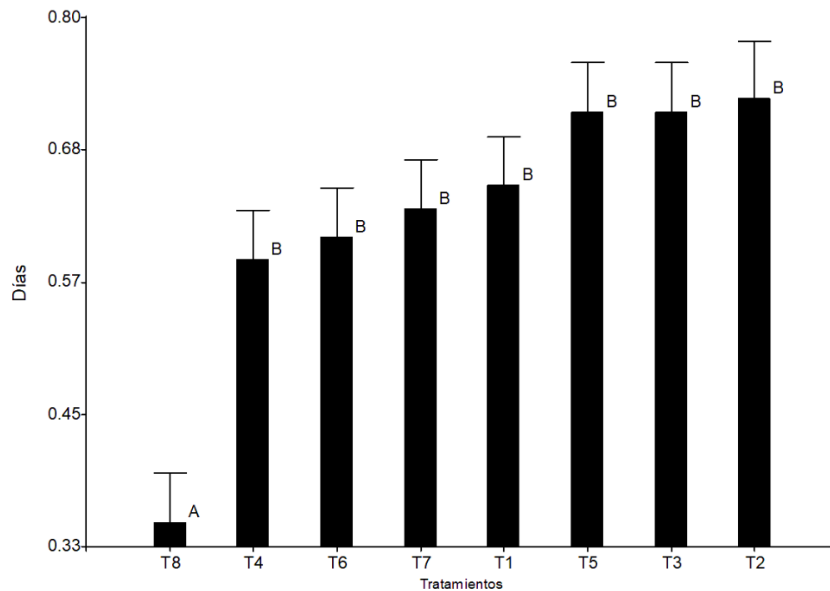
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	0.4	7	0.06	7.54	0.0001
Factor A: Procedencia	0.07	1	0.07	8.82	0.0069
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.25	3	0.08	10.98	0.0001
Factor AXB	0.09	3	0.03	3.94	0.0209
Error	0.17	23	0.01		
Total	0.57	30			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA reflejó que existen diferencias para determinar que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un poder de germinación diferente. Se realizó una prueba de Tukey para determinar cuál es el tratamiento que muestra los mejores resultados, al ser este el T8 como se observa en la figura 20. Por lo que se determina que el uso de tratamientos pregerminativos si ayuda a acelerar el poder de germinación en la especie; lo cual concuerda con el estudio realizado por Monta (2019), quien obtuvo valores mayores al 50% en relación con la variable, por medio del uso de tratamientos pregerminativos tanto mecánicos como químicos.

**Figura 20**

*Comportamiento en números de semillas que germinaron por día para los tratamientos de Myrcianthes hallii.*

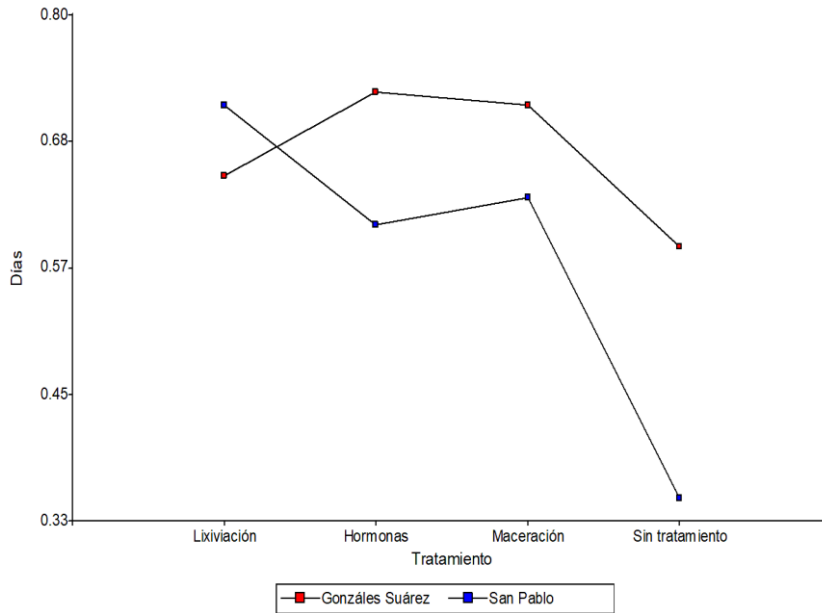


*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;  
T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;  
T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

La procedencia y los tratamientos pregerminativos influyen sobre el poder germinativo, por lo que la interacción mostró diferencias significativas y se realizó el análisis AXB como se muestra dentro la figura 21, donde Gonzáles Suárez-hormona, fue la que mejores resultados presentó; aunque no existe diferencias entre las demás interacciones y la que menos resultados reflejó es San Pablo-sin tratamiento.

**Figura 21**

*Efecto del número de semillas que germinaron para las procedencias frente con los tratamientos pregerminativos para *Myrcianthes hallii*.*



La presente investigación reflejó que todos los tratamientos pregerminativos generaron buenos resultados para esta especie. Se concuerda con lo que Varela y Arana (2011), mencionan que, los tratamientos pregerminativos ofrecen una buena opción y solución para el manejo de semillas pues permiten homogenizar y aumentar los porcentajes de germinación.

#### **4.2.2.2 Índice de velocidad de germinación**

Ya que esta variable no cumplía con los supuestos de homogeneidad se realizó la transformación de los datos raíz cuadrada pues esta transformación se realiza cuando la variable trata datos de conteo (López y González, 2016). De este modo se logró que la variable cumpliera con los supuestos de normalidad (Shapiro Wilks,  $p= 0.59$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.06$ ), además de presentar un coeficiente de

variación de 18.67%, por tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 16.

**Tabla 16**

*Análisis del índice de velocidad de germinación de Myrcianthes hallii por medio de la varianza*

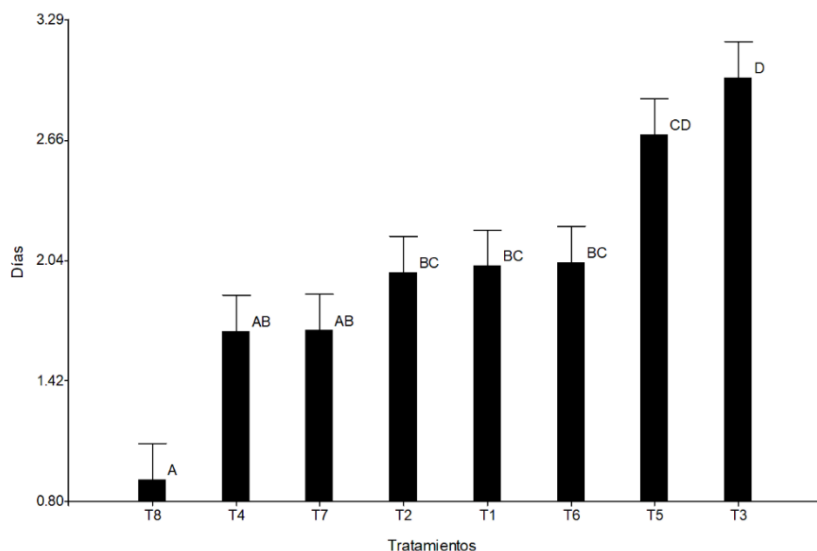
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	11.39	7	1.63	11.69	<0.0001
Factor A: Procedencia	0.9	1	0.9	6.47	0.0178
Factor B: Tratamiento pregerminativo	5.88	3	1.96	14.08	<0.0001
Factor AXB	4.61	3	1.54	11.04	0.0001
Error	3.34	24	0.14		
Total	14.72	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA, reflejó que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un índice de velocidad de germinación significativamente diferente. Por lo que se realizó la prueba de Tukey como se muestra en la figura 22, y se observó que el tratamiento que mejor comportamiento presenta es T3.

**Figura 22**

*Comportamiento de la velocidad en días de germinación de los tratamientos de Myrcianthes hallii*



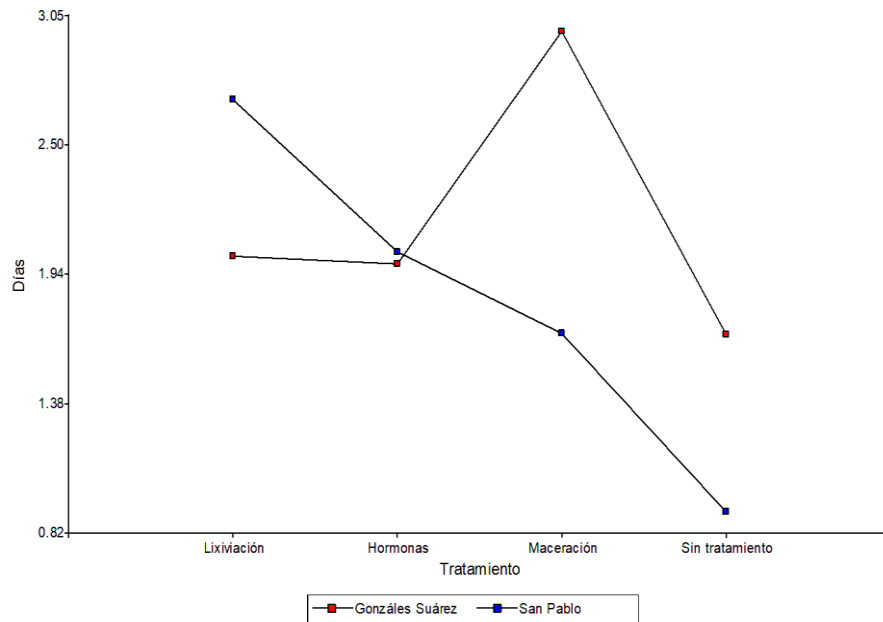
*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;  
T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;  
T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

La procedencia y los tratamientos pregerminativos influyen sobre el índice de velocidad de germinación, por lo que interacción presentó diferencias significativas, y se realizó el análisis AXB. Este mostró que la procedencia de Gonzáles Suárez-maceración y San Pablo-lixiviación, son las que presentaron mejores resultados; datos que concuerda con un estudio realizado por Monta (2019) quien obtuvo 47.32 días y recalca que, estos métodos ayudan a ablandar o abrir la cubierta para hacerla permeable sin dañar el embrión ni el endospermo y de este modo aumenta el índice de velocidad de germinación, a diferencia de la interacción de San Pablo-sin tratamiento como se muestra dentro de la figura 23.



**Figura 23**

*Efecto de la velocidad germinativa de las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de *Myrcianthes hallii**



Así también se presenta la investigación realiza por Griebeler, et al. (2019), donde se utilizó hormonas como tratamiento pregerminativo y se obtuvo un aumento del índice de velocidad de germinación; esto debido a que, el ácido giberélico acelera la germinación de numerosas especies (Latsague et al. 2010). Por tanto, se puede decir que el uso de tratamientos mecánicos como químicos ayuda a acelerar y aumentar índice de velocidad de germinación en esta especie.

#### 4.2.2.3 Tiempo medio de germinación

El coeficiente de variación reflejó un valor de 11.38%, se cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.07$ ) pero no con los de homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.0003$ ). También se realizó una transformación de los datos, pero no se logró obtener la homogeneidad deseada, por lo que se procedió a realizar el análisis no paramétrico con la prueba de Kruskal Wallis, como se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Prueba de Kruskal Wallis para el tiempo medio de germinación de Myrcianthes hallii.*

Tratamientos	Medias	p-valor		
T5	13	A		0.0095
T2	13	A		
T1	13.5	A	B	
T4	13.75	A	B	
T3	13.75	A	B	
T8	15	A	B	C
T6	15.5		B	C
T7	19.5			C

*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;

T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento

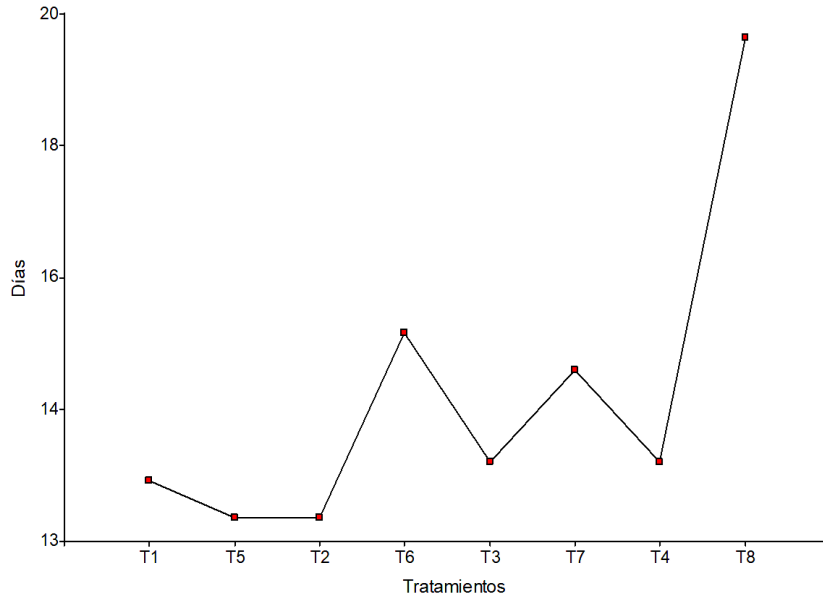
T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;

T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

La prueba de Kruskal Wallis muestra diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo medio de germinación y los tratamientos pregerminativos utilizados. Al mostrar que los T5 y T2 fueron aquellos que mostraron los mejores resultados, muestra la figura 24.

**Figura 24**

*Comportamiento del tiempo de germinación que presentaron los tratamientos evaluados para Myrcianthes hallii*



*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;  
T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;  
T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Esta variable busca medir la velocidad y dispersión de la germinación, mientras más bajo sea este valor representa mayor rendimiento. Esto está en relación con lo mencionado por Romayna et al. (2020), quienes señalan que el agua acelera el proceso de germinación lo cual concuerda con el aumento de la germinación, con el tratamiento pregerminativo de lixiviación resultado obtenido en esta investigación.

#### 4.2.2.4 Valor germinativo

Se logró cumplir con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.40$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.11$ ) por medio de la transformación de los datos raíz cuadrada, esto debido a que no se cumplía con los supuestos. Esta transformación se realiza cuando la variable se refiere a datos de conteo (López y González, 2016). De este modo se obtuvo un coeficiente de variación de 16.26% y se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 18.

**Tabla 18**

*Análisis del valor germinativo de *Myrcianthes hallii* por medio de la varianza*

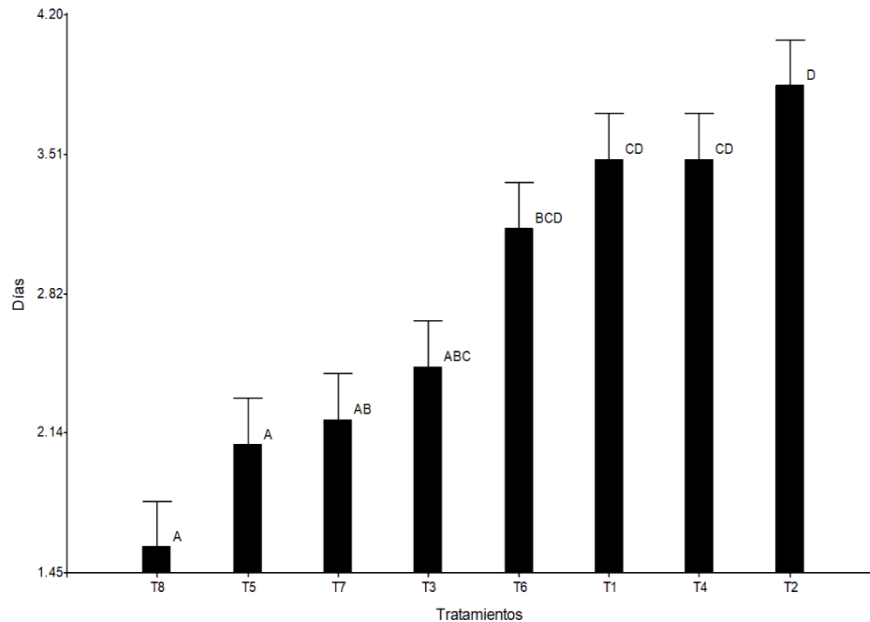
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	18.65	7	2.66	12.99	<0.0001
Factor A: Procedencia	1.67	1	1.67	8.13	0.0088
Factor B: Tratamiento pregerminativo	13.21	3	4.4	21.47	<0.0001
Factor AXB	3.77	3	1.26	6.13	0.003
Error	4.92	24	0.21		
Total	23.58	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; GI: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA, reflejó que existen diferencias significativas para determinar que al menos uno de los tratamientos estudiados presentó un valor germinativo significativamente diferente. La prueba de Tukey como se muestra en la figura 25, refleja que el tratamiento que mejor comportamiento presentó fue el T2.

**Figura 25**

*Comportamiento del valor de germinación de los tratamientos para Morella pubescens*

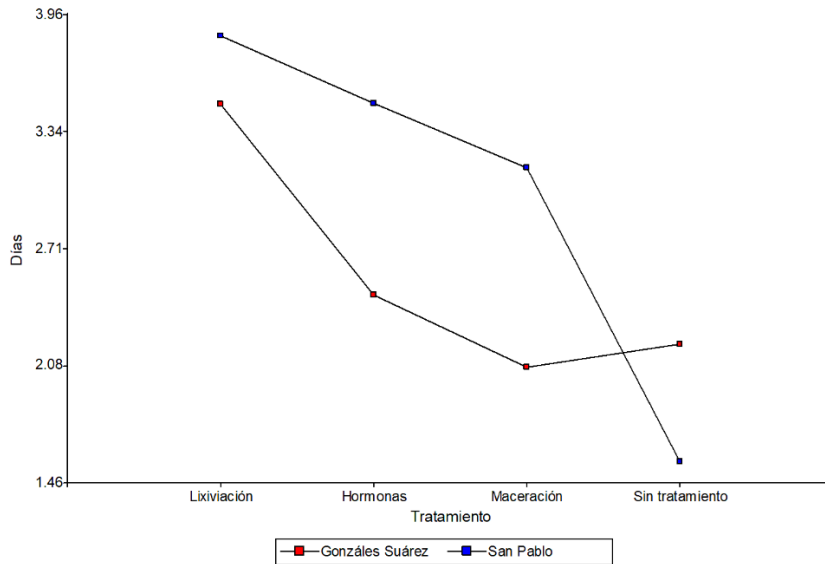


*Nota:* T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;  
T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;  
T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Se muestra que las procedencias y los tratamientos pregerminativos si tienen un efecto sobre las semillas de la especie en estudio, por lo que la interacción mostró diferencias significativas y se realizó el análisis AXB. Este reflejó que San Pablo-lixiviación es la que mejor resultados presentó en comparación que las demás que no mostraron diferencias significativas, esto por el hecho de que este tratamiento permitió la absorción de agua activando la reacción metabólica el embrión. Y la que menores resultados presentó fue sin tratamiento de la misma localidad, como se muestra en la figura 26.

**Figura 26**

*Efecto que presentó el valor germinativo de las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de *Morella pubescens**



Se tiene como resultado que el tratamiento pregerminativo con óptimos resultados para esta variable es la lixiviación, por tanto, las semillas sumergidas en agua son las que mayores resultados tienen. No se presentan estudios en relación con esta variable para esta especie o al menos se desconoce información por lo que, no se realizó la discusión y se presentan los resultados de esta investigación.

Para el cumplimiento del tercer objetivo se analizaron los datos obtenidos y para la discusión de cada una de las variables, se debe tomar en cuenta que estas especies al no ser conocidas en el campo comercial, los estudios que validen la información en relación con la calidad de planta de las especies en estudio, fue limitada, por lo que se presentaron los resultados obtenidos durante el proceso investigativo y se realizó la discusión según datos relevantes a otras investigaciones.

### 4.3 Evaluación de la morfología de las plántulas en vivero

#### 4.3.1 Comportamiento morfológico de las plántulas de *Morella pubescens*.

##### 4.3.1.1 Altura

El coeficiente de variación reflejó un valor de 20.7% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.13$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.14$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 19.

**Tabla 19**

*Análisis para la altura de Morella pubescens por medio de la varianza*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	3.82	7	0.55	2.04	0.0913
Factor A: Procedencia	0.09	1	0.09	0.32	0.5757
Factor B: Tratamiento pregerminativo	2.86	3	0.95	3.57	0.029
Factor AXB	0.87	3	0.29	1.09	0.3738
Error	6.42	24	0.27		
Total	10.24	31			

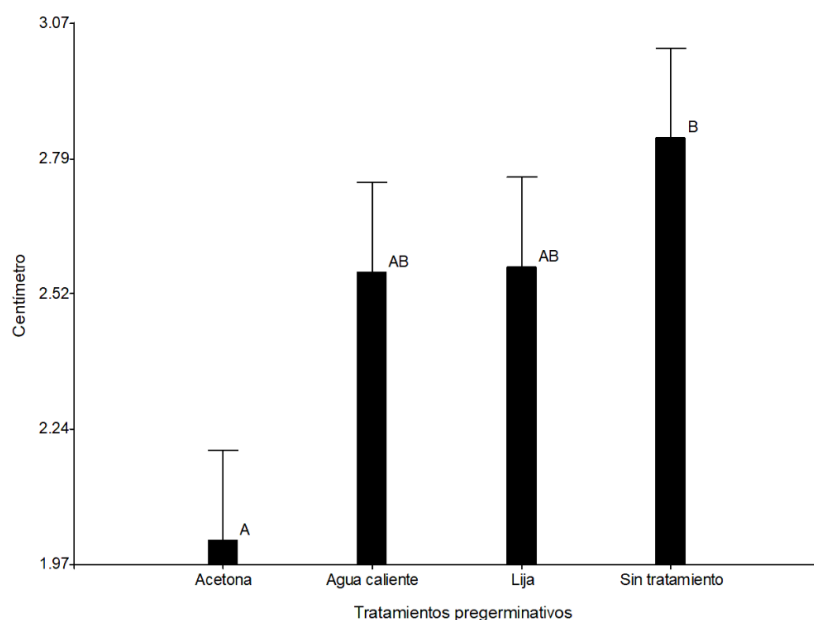
*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA determinó que no existen diferencias significativas para comprobar que al menos uno de los tratamientos y las procedencias presentaron una altura significativamente diferente, ya que mostraron que las medias son similares. Esta igualdad se debe a que el desarrollo de las plantas fue en conjunto para los tratamientos y por ende procedencias, ya que se trató con datos climáticos iguales por lo que, Fontana et al., (2018), mencionan que, los factores ambientales tienen efecto sobre el crecimiento de las plántulas y su morfología además del sustrato.

Para los tratamientos pregerminativos se mostraron tres grupos, sin tratamiento presentó mejores resultados en cuanto con la altura, además de que los tratamientos de lija y agua caliente presentaron valores similares como se observa en la figura 27. Y reflejar así que las características fenotípicas de las plantas dependen de las etapas de crecimiento que estas tengan (Solano, 2020).

### Figura 27

*Comportamiento del crecimiento en altura de las plántulas por los tratamientos pregerminativos de Morella pubescens.*



El ADEVA, determinó que no existen diferencias significativas entre las interacciones debido a que las medias de la altura son similares.

En el presente estudio el mejor resultado se obtuvo sin tratamiento, el cual presentó una altura media de 2.84cm resultado que no concuerda con el estudio realizado por Paz y Paz (2012), quienes obtuvieron una altura promedio de 4.10cm estos resultados fueron alcanzados a los dos meses y medio después de la germinación de la semilla, y para este caso



se utilizó diferentes tipos de sustratos y un solo tratamiento pregerminativo que fue la escarificación mecánica. Así también, Castro y Ayala (2011), mencionan que, para esta especie es conveniente tener una altura alrededor de 30 cm, para ser llevada a plantación en un sitio definitivo.

#### 4.3.1.2 Diámetro basal del tallo

El coeficiente de variación reflejó un valor de 21.61%, además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.64$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.69$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 20.

**Tabla 20**

*Análisis para el diámetro basal de Morella pubescens por medio de la varianza*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	0.21	7	0.03	2.33	0.065
Factor A: Procedencia	0.02	1.00	0.02	1.18	0.29
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.13	3	0.04	3.35	0.0357
Factor AXB	0.07	3	0.02	1.69	0.1962
Error	0.31	24	0.01		
Total	0.52	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

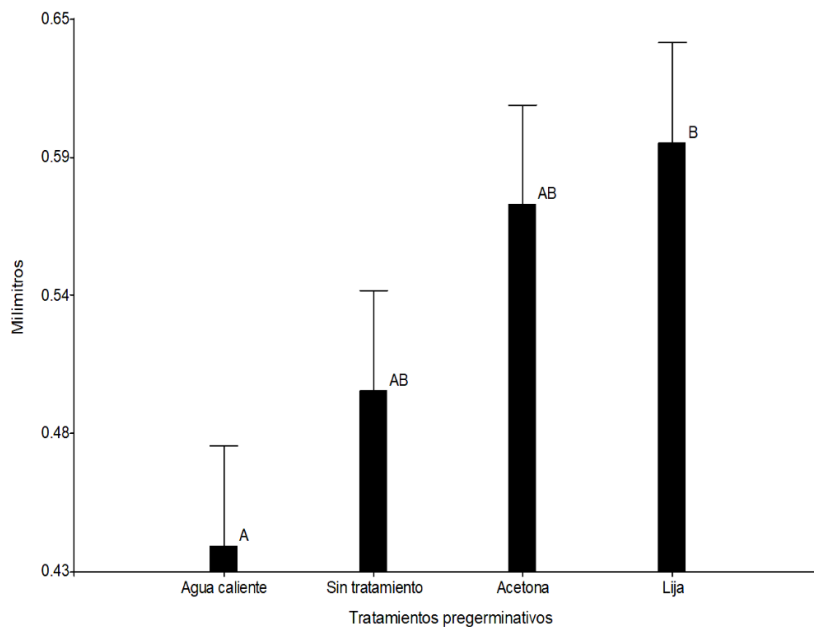
El ADEVA determinó que no existen diferencias significativas para comprobar que las plantas si lograron alcanzar diferencias en alguno de los tratamientos y las procedencias, ya que presentaron un crecimiento en diámetro similar, esto debe ser por las condiciones en las cuales se desarrollaron y recibieron suministro nutricional.

Los tratamientos pregerminativos reflejaron dos grupos al mostrar que su uso si contribuyo con el aumento en diámetro de las plántulas como se observa en la figura 28. El

tratamiento con el cual las plantas presentaron un mejor comportamiento fue la lija y con el que se presentó bajos resultados fue el agua caliente. Esto debido a que la lija número 100 permite una mayor absorción del agua por lo que el crecimiento de las células no disminuirá, y el crecimiento de los tallos estará en función a su desarrollo (Pérez F. , 2017).

### Figura 28

*Comportamiento en relación con el crecimiento en diámetro para los tratamientos pregerminativos de Morella pubescens*



El ADEVA reflejó que no existen diferencias significativas entre las interacciones pues las medias del diámetro de las plantas son similares.

En el presente estudio el mejor resultado se obtuvo con lija como tratamiento pregerminativo con una media de 0.6 milímetros a los 60 días, resultado que difiere con el encontrado en la investigación de Jumbo (2006), quien realizó mediciones hasta los 90 días y obtiene un diámetro promedio de 3.4 milímetros, estos valores se obtuvieron al emplear semillas maduras y de caída natural, con sustratos tierra de vivero, tierra de bosque y

combinación de los dos además, se menciona que para el crecimiento de esta especie es necesario tener un ambiente controlado de temperatura.

#### 4.3.1.3 Índice de Esbeltez

El coeficiente de variación reflejó un valor de 19.21% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.07$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.15$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 21.

**Tabla 21**

*Análisis para el índice de esbeltez de Morella pubescens por medio de la varianza*

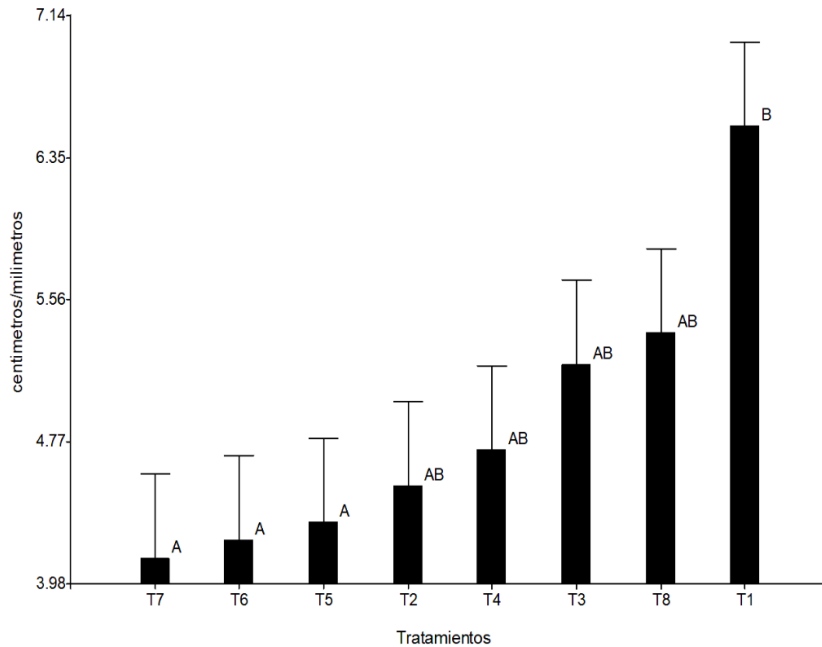
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	18.04	7	2.58	2.94	0.0228
Factor A: Procedencia	4.28	1	4.28	4.87	0.0371
Factor B: Tratamiento pregerminativo	5.03	3	1.68	1.91	0.1552
Factor AXB	8.74	3	2.91	3.32	0.0369
Error	21.07	24	0.88		
Total	39.11	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA mostró que existen diferencias altamente significativas para comprobar que al menos uno de los tratamientos presentó una altura significativamente diferente. Se realizó una prueba de Tukey en la cual se determinó que el tratamiento en donde las plantas lograron alcanzar los mejores resultados fue el T1 se observa en la figura 29.

**Figura 29**

*Comportamiento del índice de esbeltez evaluado para los tratamientos de Morella pubescens*



*Nota:* T1: Gonzáles Suárez- lija; T2: Gonzáles Suárez-acetona;  
T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo- lija; T6: San Pablo-acetona;  
T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

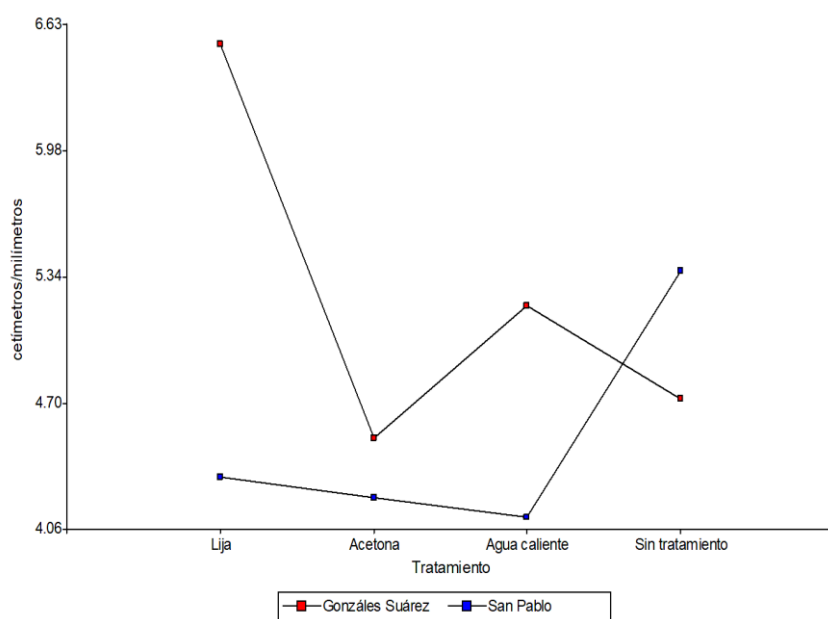
Se reflejó que existen diferencias significativas entre las medias de las procedencias, por lo que se determinó que las plántulas de la localidad de Gonzáles Suárez son las que mostraron mayor robustez o se encuentran en mejores condiciones de ser trasportadas al campo. Estos resultados se presentaron a causa de las diferencias genéticas, producidas por la adaptación a las diversas condiciones ambientales (Fontana et al., 2018). Así también, las plantas de esta procedencia presentaron mayor porcentaje e índice de velocidad de germinación, por tanto, el crecimiento en diámetro y altura fue superior al ser la procedencia con más rápida germinación.

Las medias de los tratamientos no mostraron diferencias, al presentar un ritmo de crecimiento similar.

La interacción mostró diferencias significativas, por lo que se realizó el análisis AXB, el cual mostró que la interacción de Gonzáles Suárez-lija presentó los mejores resultados y en San Pablo el incremento se observa con sin tratamiento como se observa en la figura 30.

**Figura 30**

*Efecto de esbeltez de las plántulas en relación con las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos*



Esta variable presenta rangos que permiten definir qué tan buena es la proporción dap/altura de las plantas para ser transportadas a campo, puesto que relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética; este rango muestra que con valores de entre 5-10, las plantas presentarán una buena robustez (Quiroz et al., 2009).

Para esta especie se obtuvo un rango de 6.53, lo cual está dentro de lo establecido y se puede decir que las plantas cuentan con buena madurez para poder sobrevivir en el campo.

#### 4.3.1.4 Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz

El coeficiente de variación reflejó un valor de 24.17% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.78$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.45$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 22.

**Tabla 22**

*Análisis de varianza para la relación biomasa seca aérea/ biomasa seca raíz de Morella pubescens*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	0.27	7	0.04	0.99	0.4607
Factor A: Procedencia	0.01	1	0.01	0.2	0.6579
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.09	3	0.03	0.74	0.5401
Factor AXB	0.18	3	0.06	1.51	0.2375
Error	0.93	24	0.04		
Total	1.2	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas, al mostrar que los tratamientos pregerminativos y las procedencias no influyen sobre las características de biomasa seca de las plantas. Este comportamiento se logra identificar debido a que este análisis determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta Quiroz et al. (2009), pues no existen diferencias hasta los 60 días para esta especie.

En la presente investigación se obtuvo un valor en relación con la variable de 0.89 g, dato que según lo mencionan Muñoz et al., (2015), no está en relación con lo que la variable determina pues el menciona un balance de (1.5-2.0) alto, (2.1-2.5) medio y (>2.5) bajo.

#### 4.3.1.5 Índice de calidad de Dickson

El coeficiente de variación reflejó un valor de 12.14% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.06$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.19$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 23.

**Tabla 23**

*Análisis del índice de calidad de Dickson de Morella pubescens por medio de la varianza*

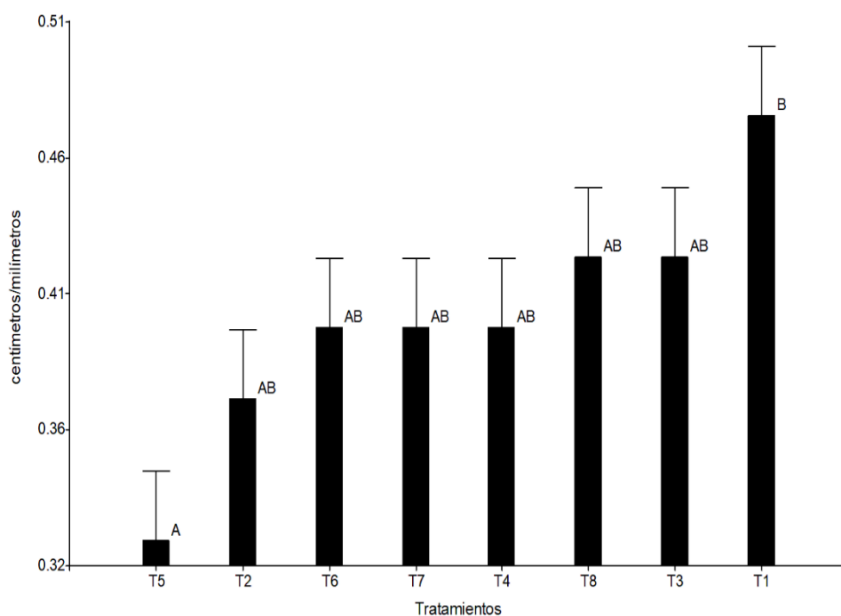
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	0.05	7	0.01	3.11	0.0175
Factor A: Procedencia	0.01	1	0.01	3.26	0.0835
Factor B: Tratamiento pregerminativo	3.40E-03	3	1.10E-03	0.48	0.7004
Factor AXB	0.04	3	0.01	5.7	0.0043
Error	0.06	24	2.40E-03		
Total	0.11	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El análisis de varianza muestra que existen diferencias para determinar, que uno de los tratamientos es diferente a los demás. Por lo que se realizó la prueba de Tukey determinado que el T1 es el que mejores resultados refleja, como se observa en la figura 31.

**Figura 31**

*Comportamiento del índice de calidad de Dickson frente a los tratamientos evaluados para Morella pubescens*



Nota: T1: Gonzáles Suárez-lijas; T2: Gonzáles Suárez-acetona;  
T3: Gonzáles Suárez-agua caliente; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lijas; T6: San Pablo-acetona;  
T7: San Pablo- agua caliente; T8: San Pablo-sin tratamiento.

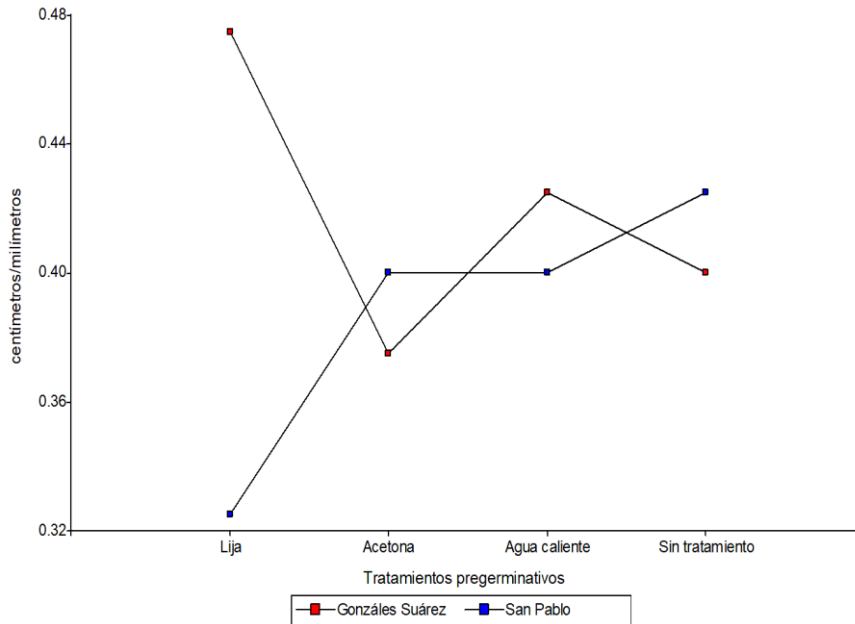
Se mostró que no existen diferencias significativas para las procedencias, los tratamientos pregerminativos y la calidad de las plantas en estos dos factores es similar.

La interacción mostró diferencias significativas por lo que se realizó el análisis AXB, el cual mostró que la interacción de Gonzáles Suárez-lijas y San Pablo-sin tratamiento presentaron los mejores resultados en cuanto al índice como se observa en la figura 32. Esta diferencia se logró identificar pues este análisis muestra resultados en relación con el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez (Quiroz et al., 2009).



**Figura 32**

*Efecto de la calidad de plántulas para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos para *Morella pubescens*.*



Así también, Muñoz et al., (2015), señalan que, los valores altos representan plantas mejor balanceadas en sus dimensiones de la parte aérea y radical. Por tanto, en la presente investigación el tratamiento de lija (0.48) fue aquel que presentó mejores resultados a comparación de los demás tratamientos sin tratamientos y agua caliente (0.42).

#### 4.3.2 Comportamiento morfológico de las plántulas de *Myrcianthes hallii*

##### 4.3.2.1 Altura

El coeficiente de variación reflejó un valor de 3.49% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.99$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.10$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 24.

**Tabla 24***Análisis de la altura de Myrcianthes hallii por medio de la varianza*

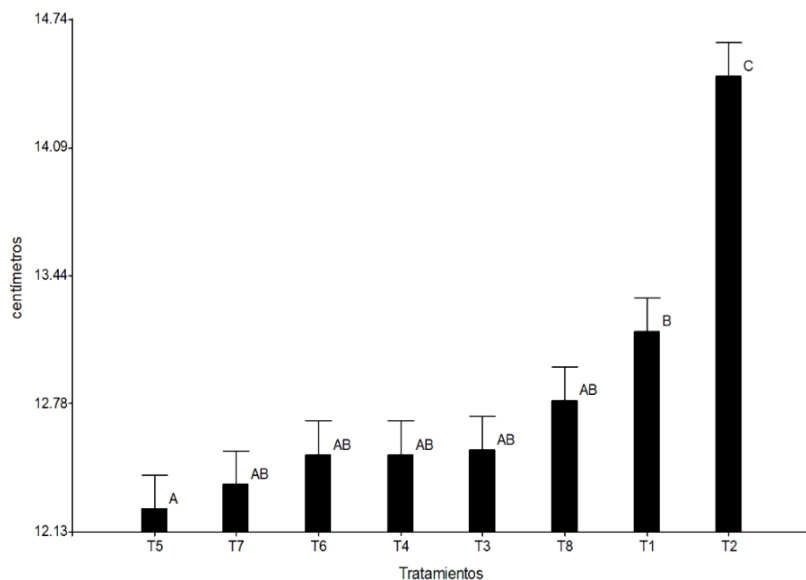
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	12.88	7	1.84	25.2	<0.0001
Factor A: Procedencia	4.43	1	4.43	60.6	<0.0001
Factor B: Tratamiento pregerminativo	3.34	3	1.11	15.23	<0.0001
Factor AXB	5.12	3	1.71	23.37	<0.0001
Error	1.75	24	0.07		
Total	14.63	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA reflejó que existen diferencias altamente significativas para comprobar que al menos uno de los tratamientos presentó una altura significativamente diferente. Se realizó una prueba de Tukey para determinar en cual tratamiento las plántulas lograron alcanzar los mejores resultados siendo este el T2 como se observa en la figura 33.

**Figura 33**

*Comportamiento en altura para los tratamientos de Myrcianthes hallii*



Nota: T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;

T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento

T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;

T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

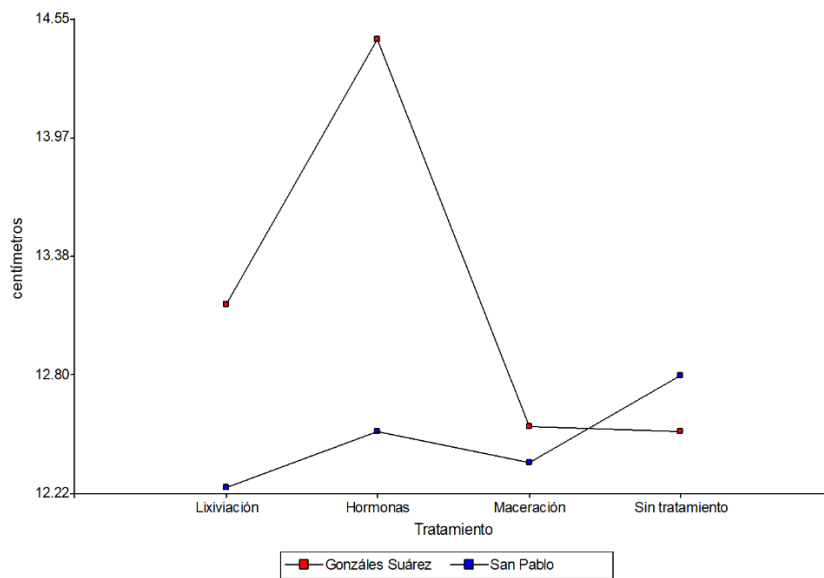
Existen diferencias significativas entre las medias de las procedencias y los tratamientos pregerminativos. Las plántulas de la localidad de Gonzáles Suárez son las que presentan mayor altura con una media de 14.45cm. Esto puede ser debido a las reversas nutricionales de las semillas de esta localidad, lo cual contribuyo con el crecimiento de las plantas hasta que inicia la captura de luz a través de hojas permitiendo que adquiriera mayor altura (Gonzáles et al., 2008). Así también, el tratamiento pregerminativo con el que se logró alcanzar una mayor altura es hormonas, esto pues al usar ácido giberélico ayuda con la elongación del tallo además de otros beneficios durante la germinación y desarrollo del embrión y planta (Vaca, 2018).

Lo cual concuerda con el estudio realizado por Monta (2019), ya que, en la investigación se utilizó un tratamiento mecánico para la liberación de la radícula, pero no se obtiene buenos resultados, puesto que se alcanzó una altura promedio de 4 cm en 3 meses, entonces el uso de hormonas es mejor para aumentar la altura en esta especie.

La interacción mostró diferencias significativas y se realizó el análisis AXB donde Gonzáles Suárez presentó un incremento en altura con el tratamiento de hormonas seguido de lixiviación; y en San Pablo el incremento se observan con sin tratamiento, seguido de lixiviación y maceración que se comportan de manera similar como se observa en la figura 34.

**Figura 34**

*Efecto en altura para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos para *Myrcianthes hallii*.*



En relación con la altura Birchler et al. (1998) citado por Fontana et., al (2018), mencionan que, esta variable por si sola es poco útil pues únicamente ofrece una somera aproximación del área fotosintetizante y transpirante e ignora la arquitectura del tallo. Aun así, hay que tener en cuenta que las plantas altas pueden enfrentar mejor a la vegetación competidora, aunque esto implica tener una buena salud fisiológica y un sistema radical adecuado (Fontana et al., 2018). En el presente estudio el mejor resultado se obtuvo con hormonas como tratamiento pregerminativo con una media de 14.45 centímetros.

#### 4.3.2.2 Diámetro basal del tallo

El coeficiente de variación reflejó un valor de 3.67% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.20$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.84$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 25.

**Tabla 25**

*Análisis del diámetro basal de Myrcianthes hallii por medio de la varianza*

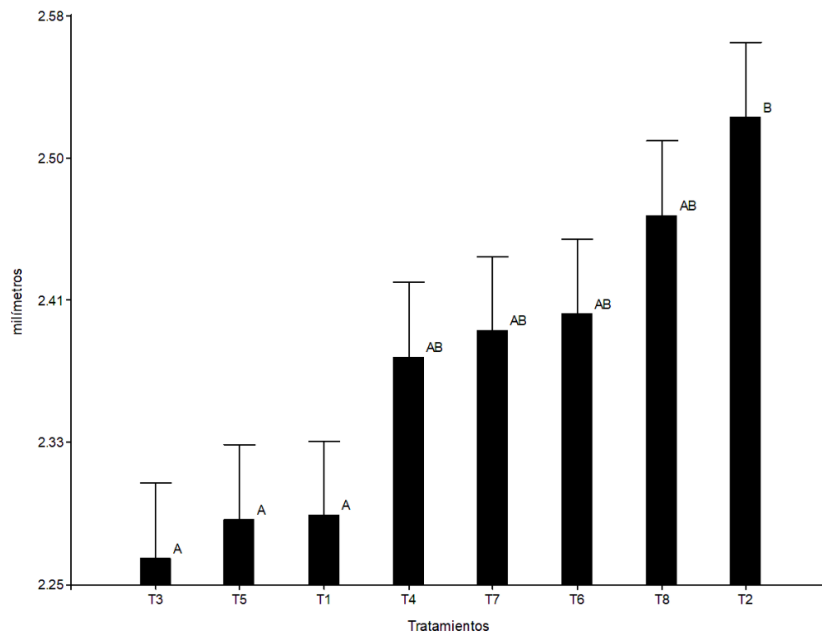
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	0.23	7	0.03	4.39	0.0029
Factor A: Procedencia	0.00	1	0.00	0.63	0.4367
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.16	3	0.05	6.95	0.0016
Factor AXB	0.07	3	0.02	3.09	0.0461
Error	0.18	24	0.01		
Total	0.42	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

El ADEVA determinó que existen diferencias significativas para señalar que las plantas presentaron un diámetro basal superior con alguno de los tratamientos. Se realizó la prueba de Tukey para determinar cuál tratamiento presenta plántulas con un mayor diámetro, al ser este el T2 como se observa en la figura 35.

**Figura 35**

*Comportamiento del diámetro basal de las plántulas frente a los tratamientos de Myrcianthes hallii*



Nota: T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;

T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento

T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;

T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

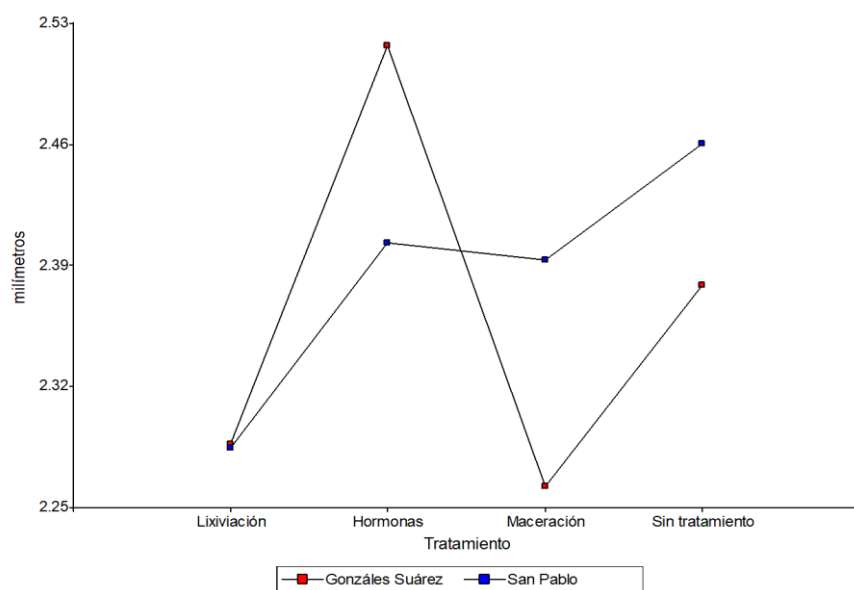
Las procedencias reflejaron que no existen diferencias pues las plantas de ambas localidades presentaron un crecimiento en diámetro similar. Para los tratamientos pregerminativos se observó dos grupos, esto por el hecho de que uso contribuyó con el aumento en diámetro de las plántulas. El procedimiento con el cual las plantas presentaron

un incremento fue con el uso de hormonas y con el que bajos resultados presentaron es la lixiviación.

Al identificarse que existieron diferencias significativas para las interacciones por medio del ADEVA; se realizó el análisis en donde para la interacción AXB, se muestra que Gonzáles Suárez-hormonas es la interacción en donde las plantas presentaron un mayor diámetro como se observa en la figura 36.

**Figura 36**

*Efecto del crecimiento en diámetro basal para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de *Myrcianthes hallii*.*



En el presente estudio el mejor resultado se obtuvo con hormonas como tratamiento pregerminativo con una media de 2.52mm; y en la investigación realizada por Ramos y Lombardi (2020), para *Eucalipto urograndis* hasta los 5 meses de crecimiento en vivero se obtuvo un diámetro promedio de 3.01. Por tanto, se establece que, al ser especies de la misma familia, el desarrollo del tallo para *Myrcianthes hallii* sería mayor si se mantiene más tiempo en vivero.

### 4.3.2.3 Índice de Esbeltez

El coeficiente de variación reflejó un valor de 3.8% además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.55$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.07$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 26.

**Tabla 26**

*Análisis del índice de esbeltez de *Myrcianthes hallii* por medio de la varianza*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	1.66	7	0.24	5.61	0.0006
Factor A: Procedencia	0.95	1	0.95	22.4	0.0001
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.49	3	0.16	3.87	0.0217
Factor AXB	0.22	3	0.07	1.75	0.1842
Error	1.02	24	0.04		
Total	2.68	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

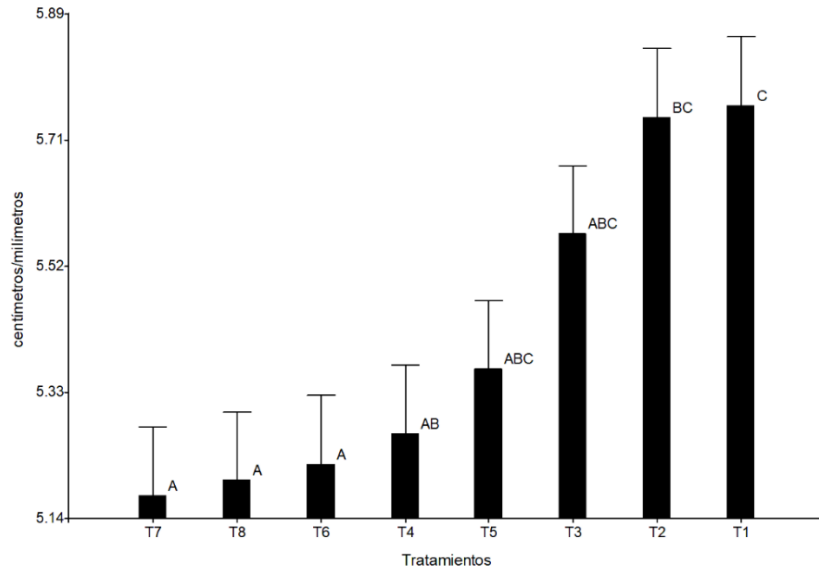
El ADEVA mostró que existen diferencias altamente significativas para comprobar que al menos uno de los tratamientos presenta una altura significativamente diferente.

Se realizó una prueba de Tukey para determinar cuál es el tratamiento en donde las plantas lograron alcanzar una altura superior, así se evidencio que el T1 es aquel que presenta mejores resultados como se observa en la figura 37.



**Figura 37**

*Comportamiento del índice de esbeltez de los tratamientos para Myrcianthes hallii*

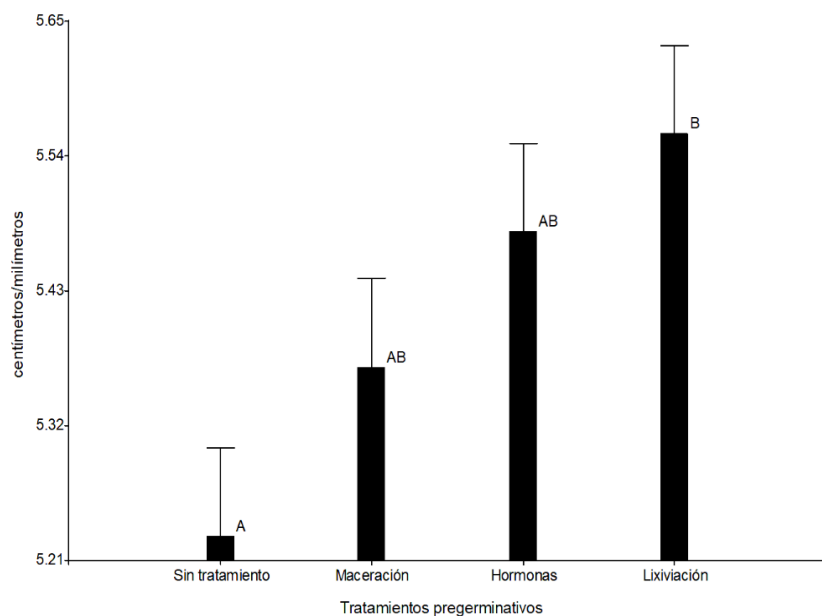


Nota: T1: Gonzáles Suárez-lixiviación; T2: Gonzáles Suárez-hormonas;  
T3: Gonzáles Suárez-maceración; T4: Gonzáles Suárez-sin tratamiento  
T5: San Pablo-lixiviación; T6: San Pablo-hormonas;  
T7: San Pablo-maceración; T8: San Pablo-sin tratamiento.

Las procedencias y los tratamientos pregerminativos mostraron diferencias significativas, por lo que se determina que las plántulas de la localidad de Gonzáles Suárez son las que presentan mayor robustez o se encuentran en mejores condiciones de ser transportadas al campo, lo cual facilita la clasificación de plantas en la etapa de vivero, tarea sumamente importante porque determina homogeneidad en los lotes y mejora la respuesta en campo (Fontana L. , 2019). En cuanto con los tratamientos pregerminativos el que logró alcanzar un mayor resultado fue la lixiviación como se observa en la figura 38.

**Figura 38**

*Efecto del índice de esbeltez para las procedencias frente a los tratamientos pregerminativos de Myrcianthes hallii*



En este estudio el mejor resultado se obtuvo con lixiviación como tratamiento pregerminativo con una media de 5.56 cm/mm, por tanto, según lo que menciona Quiroz et al., (2009), para esta especie con los datos obtenidos de la altura y diámetro durante estos dos meses de investigación, las plantas si pueden ser transportadas a campo.

#### **4.3.2.4 Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz**

El coeficiente de variación reflejó un valor de 27.27%, además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.66$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.06$ ) por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 27.

**Tabla 27**

*Análisis de la relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz de Myrcianthes halli por medio de la varianza*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	1.24E+00	7	1.80E-01	1.95	0.1049
Factor A: Procedencia	0.02	1	0.02	0.17	0.6845
Factor B: Tratamiento pregerminativo	6.90E-01	3	2.30E-01	2.55	0.0792
Factor AXB	5.30E-01	3	1.80E-01	1.95	0.1491
Error	2.17E+00	24	9.00E-02		
Total	3.41	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

Mediante el análisis de varianza se observó que ninguno de los factores presentó diferencias significativas ya que los tratamientos pregerminativos y las procedencias no influyen sobre las características de biomasa seca de las plantas. Esta diferencia se logra identificar debido a que este análisis muestra resultados en relación con el desarrollo que las plantas logran en vivero, pues el balance entre el área de transpiración y el área de absorción de agua es mayor (Muñoz et al.,2015).

En la presente investigación se obtuvo un valor en relación con la variable de 1.43, dato que según lo menciona Muñoz et al., (2015), presenta concordancia con lo que la variable determina para mostrar un balance (1.5-2.0) alto, (2.1-2.5) medio y (>2.5) bajo.

#### **4.3.2.5 Índice de calidad de Dickson**

El coeficiente de variación reflejó un valor de 11.5%, además esta variable cumple con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks,  $p= 0.46$ ) y homogeneidad de varianzas (Levene,  $p= 0.42$ ), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza, como muestra la tabla 28.

**Tabla 28***Análisis del índice de calidad de Dickson de Myrcianthes hallii por medio de la varianza*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	0.15	7	0.02	1.72	0.1506
Factor A: Procedencia	0.04	1	0.04	2.95	0.0987
Factor B: Tratamiento pregerminativo	0.07	3	0.02	1.72	0.1905
Factor AXB	0.05	3	0.02	1.33	0.2894
Error	0.31	24	0.01		
Total	0.46	31			

*Nota:* F.V: Fuente de variación; SC: Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher calculado.

Mediante el análisis de varianza se observa que ninguno de los factores presentó diferencias significativas al reflejar que los tratamientos pregerminativos y las procedencias no influyen sobre las características de calidad de planta. Esta diferencia se logra identificar pues, este índice expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, lo cual evita seleccionar plantas desproporcionadas y descartar planta de menor altura, pero con mayor valor (Muñoz et al.,2015).

Así también, Muñoz et al., (2015), señalan que los valores altos representan plantas mejor balaceadas en sus dimensiones de la parte aérea y radical. Por tanto, en la presente investigación el tratamiento de maceración (1.04) fue aquel que presentó mejores resultados a comparación de los demás tratamientos lixiviación (1), sin tratamientos (0.99), hormonas (0.91).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Las procedencias influyen significativamente en la calidad de semillas las semillas de las especies estudiadas. En el caso de *Myrcianthes hallii* se obtuvieron mejores características con las semillas procedentes de Gonzáles Suárez, mientras que para *Morella pubescens*, fue San Pablo la procedencia con una mayor calidad de semillas.
- Los tratamientos pregerminativos incrementan la capacidad germinativa para estas especies. *Myrcianthes hallii* reflejó mayor tasa de germinación con los tratamientos de lixiviación y maceración utilizados en la localidad de Gonzáles Suárez. Así también, en *Morella pubescens* se observó un incremento de la germinación con el tratamiento de escarificación con lija en la procedencia de Gonzáles Suárez.
- El desarrollo morfológico de las plantas se ve influenciado por el uso de tratamientos pregerminativos esto a razón de que, al iniciarse más pronto el desarrollo germinativo, el proceso de madurez fisiológico continúa correctamente. Esto se evidenció pues las plántulas de *Myrcianthes hallii* mostraron superioridad con los tratamientos pregerminativos de hormonas y lixiviación, y para el caso de *Morella pubescens* con el uso de la escarificación con lija.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar más estudios de calidad de semillas para especies forestales puesto que la información es limitada, y es muy necesario conocer las características de pureza, peso y contenido de humedad.
- Con fines prácticos y cuando se requiera optimizar los recursos económicos y el factor tiempo, se sugiere optar por los tratamientos pregerminativos utilizados en esta investigación, cuando se trabaje con *Myrcianthes hallii* y *Morella pubescens* en propagación sexual.
- Realizar estudios para especies de importancia ancestral o ecológica de cada zona del país, para mejorar la forma de propagación y evitar la desaparición de estas especies a través del tiempo.
- Tener en cuenta el uso de tratamientos pregerminativos antes de realizar una propagación sexual de especies forestales, pues de esta manera se incrementa la capacidad germinativa y se disminuye el tiempo de estadía de las plántulas en vivero reduciendo costos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, R., Ruiz, T., Alonso, J., & Cabrera, G. (2017). Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Scielo*, 703-713. doi::10.15517/ma.v28i3.26205
- Alizaga, R., & Herrera, J. (2001). Tratamientos pregerminativos en semillas de melina (Gmelina arborea). *Tecnología En Marcha*, 52-58. [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/1554](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1554)
- Almeida, P. (2020). *Efecto del Sustrato Enriquecido con Trichoderma spp. más Citoquinicas en cinco Métodos de Escarificación en Semillas de Nogal (Juglans neotrópica Diels)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/14122>
- Alvarado, A., & Levet, O. (2014). *Manual de Protocolos de Producción de Especies Utilizadas por el Programa de Arbolización*. Maval Ltda.
- Amaro, J. P. (2012). *Comportamiento de Caesalpinia Spinosa (Molina) Kuntze a Tratamientos Pregerminativos en Campo Definido y Diferentes Niveles Altitudinales, Quishuar, Tayacaja, Huancavelica*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2611>
- Arévalo, J. (1998). *Tratamientos para mejorar la germinación de semillas de yerba mate (Ilex paraguariensis) y algarrobo (Prosopis spp.)*. Honduras.
- Azcón, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Nueva York: Segunda Edición.
- Bermeo, L. (2016). *Relación del tamaño y peso de la semilla como factor clave para la germinación y desarrollo de plántulas*. Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. Repositorio institucional de la Universidad Técnica Particular de Loja.
- Borrajo, C. I. (2006). *Importancia de la Calidad de Semillas*. Argentina: Sitio Argentino de Producción Animal.

- Boshier, D., & Cordero, J. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Cárdenas, J. (2011). *Morfología y Tratamientos Pregerminativos de Semillas de Granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7906>
- Carranza, C., Castellanos, G., Daeza, D., & Miranda, D. (2016). Efecto de la Aplicación de Reguladores de Crecimiento sobre la Germinación de Semillas de Badea (*Passiflora quadrangularis* L.) en Condiciones de Invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, (10)2, 284-291. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5791>
- Castro, G., & Ayala, R. (2011). *Optimización de Técnicas para la Pre-germinación del Laurel de Cera (Morella pubescens H y B ex Willdenow)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/818>
- Ceballos, J., & López, A. (2007). Conservación de la Calidad de Semillas Forestales Nativas en Almacenamiento. *58(4)*, 265-292.2007. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/116/1/arc058%2804%29265-292.pdf>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (2000). *Técnicas para la germinación de semillas forestales*. Turrialba, Costa Rica: Danida Forest Seed Center.
- Courtis, A. (2013). *Germinación de semillas*. Cátedra de Fisiología Vegetal. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Cuellar, J., Ugarte, J., y Vilcapoma, E. (2016). *Las Semillas Forestales en el Perú; Desafíos y Oportunidades*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]
- Crespo, M. (2017). *Ecología de Germinación de Morrella sp., enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas*. Universidad del Azuay, Ecuador, Cuenca. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6656>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *SciELO*, 74-85.



- Dumroese, K., Jacobs, D., & Wilkinson, K. (2012). *Fases de cultivo: Establecimiento y crecimiento rápido*.
- El semillero*. (s.f.). [http://elsemillero.net/nuevo/semillas/laurel\\_cera.html](http://elsemillero.net/nuevo/semillas/laurel_cera.html)
- Espitia, M., Cardona, C., & Araméndiz, H. (2016). Pruebas de Germinación de Semillas de Forestales Nativos de Cordoba, Colombia, en Laboratorio y Casa-Malla. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 307-3015. doi:<https://doi.org/10.31910/rudca.v19.n2.2016.84>
- Ferrer, D. M. (2017). *Estudio para la mejora de las técnicas de propagación de la alcaparra (Capparis spinosa L.)*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/86185/Juan%20%20ESTUDIO%20PARA%20LA%20MEJORA%20DE%20LAS%20T%C3%89CNICAS%20DE%20PROPAGACI%C3%93N%20DE%20LA%20ALCAPARRA%20%28Capparis%20spinosa%20L.%29..pdf?sequence=1>
- Figueroa, J., & Jaksic, F. (2004). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 201-215. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100016>
- Finch, W., & Leubner, G. (2006). Dormancia de semillas y control de la germinación. *New Phytologist*.
- Fontana, L. (2019). *Efecto de tratamientos pregerminativos sobre los parámetros de vigor en semillas de Prosopis alba de diferentes procedencias geográficas*. Universidad Nacional del Nordeste. [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5730/INTA\\_CRCorrientes\\_EEACorrientes\\_Fontana\\_ML\\_Evaluaci%C3%B3n\\_de\\_par%C3%A1metros\\_de\\_calidad\\_en\\_semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5730/INTA_CRCorrientes_EEACorrientes_Fontana_ML_Evaluaci%C3%B3n_de_par%C3%A1metros_de_calidad_en_semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fontana, M., Pérez, V., & Luna, C. (2018). Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). 66 (2), 593-604. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n2/0034-7744-rbt-66-02-593.pdf>

- Frinango, S. (2020). *Potencia 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*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- García, L., Elizalde, J., & Lallana, V. (2005). *Germinación y Latencia de semillas y yemas*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra [GAD IBARRA]. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Ibarra*. Ibarra.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Gonzáles Suárez [GAD Gonzáles Suárez]. (2015). *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la Parroquia Gonzáles Suárez*. Gonzáles Suárez.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural [GAD San Pablo]. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo*. San Pablo .
- Gómez, M. (2010). *Fenología Reproductiva de Especies Forestales Nativas Presentes en la Jurisdicción de Corantioquía* (Vol. 1). Medellín, Colombia.
- Gómez, M., Toro, J., & Piedrahita, E. (2013). *Propagación y Conservación de Especies Arbóreas Nativas*. Medellín: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- Gómez, N., Hurtado, L., Eras, V. H., Muñoz, J., Encalada, M., & Quichimbo, L. (2020). Aplicabilidad de las Normas ISTA: Análisis de la calidad de semillas en especies forestales en el Sur del Ecuador. *Bosque latitud Cero* , 44-57.
- González, L., & Orozco, A. (1996). Métodos de Análisis de Datos en la Germinación de Semillas, un ejemplo: Manfreda Brachystachya. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 15-30.
- González, V., Villar, R., & Navarro, R. (2008). «Efecto del peso de la semilla y del progenitor en la biomasa y uso de las reservas de cuatro especies de Quercus». *Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 151-156. [https://www.irnas.csic.es/users/dinamed/publicaciones/Gonzalez\\_et\\_al\\_Cuad\\_SEC\\_F\\_2008.pdf](https://www.irnas.csic.es/users/dinamed/publicaciones/Gonzalez_et_al_Cuad_SEC_F_2008.pdf)

- Griebeler, A., Araujo, M., Rorato, D., Turchetto, F., Tabaldi, L., Barbosa, F., & Pasquetti, Á. (2019). Seed Technology of *Myrcianthes pungens* (Berg) Legr: An Approach to Biometry and Germination. *Journal of Agricultural Science*, Vol. 11. doi:doi:10.5539/jas.v11n15p144
- Hartmann, H., & Kester, D. (2002). *Plant propagation*. New Jersey: Principles and practices.
- Herrera, M. (2006). *Apuntes del curso de semillas viveros*. [http://html.rincondelvago.com/viveros-forestales\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/viveros-forestales_1.html)
- Herrera, J., Alizaga, V., Guevara, R., & Jiménez, V. (2006). *Germinación y Crecimiento de la Planta* (Vol. 1er Ed). Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Imbabura, P. d. (2014). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Provincia De Imbabura 2015-2035. 1-124.
- Infoagro. (2010). *Tipos de sustratos de cultivo*. [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm)
- International Seed Testing Association [ISTA]. (2016). Suiza. [https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf)
- Jara, L. F. (1996). *Recolección y Manejo de Semillas Forestales*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Jaramillo, K. (2013). *Evaluación de Medios de Cultivo para la Micropropagación de Arrayán (Myrcianthes hallii) (O. Berg) Mc Vaugh. Quito, Pichincha*. Universidad Central del Ecuador, Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1103>
- Jiménez, A. (2014). *Evaluación de seis especies forestales bajo tres tratamientos pregerminativos en vivero comunal, SAPECHO-Alto Beni*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz- Bolivia. <http://hdl.handle.net/123456789/5605>

- Jumbo, D. (2006). *Propagación sexual de especies forestales nativas de la región sur del Ecuador, potencialmente valiosas para la reforestación y restauración de ecosistemas degradados en la zona de vida Bosque Montano Bajo*. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5189/1/PROPAGACI%C3%93N%20SEXUAL%20DE%20ESPECIES%20FORESTALES%20NATIVAS%20DE%20LA%20REGI%C3%93N%20SUR%20DEL%20ECUADOR.pdf>
- Latsague, M., Sáez, P., & Coronado, L. (2010). Tratamientos pregerminativos para *Myrceugenia exsucca* (Myrtaceae). *Scieo*, 31, 243-246. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002010000300008>
- León, P., Sandoval, A., Bolados, G., Rosas, M., Stark, D., & Gold, K. (2014). *Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales*. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, La Sera, Chile. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39373.pdf>
- López, E., & González, B. (2016). *Diseño y Análisis de Experimentos Fundamentos y Aplicaciones en Agronomía*. Guatemala: CETE. [http://cete.fausac.gt/wp-content/uploads/2020/11/Diseno\\_y\\_Analisis\\_de\\_Experimentos\\_2016a.pdf](http://cete.fausac.gt/wp-content/uploads/2020/11/Diseno_y_Analisis_de_Experimentos_2016a.pdf)
- López, S., & Gil, A. (2017). Efecto del acondicionamiento osmótico en la germinación de semillas de *Caesalpinia Spinosa* (Feuillée ex Molina) Kuntze (Fabaceae) “taya”. *ARNALDOA*, 33-342. doi:<http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24115>
- Magnitskiy, S., & Plaza, G. (2007). Fisiología de Semillas Recalcitrantes de Árboles Tropicales. *Scielo*, 96-103. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a11.pdf>
- Manotoa, S. (2012). *Escarificación Mecánica y Química como Tratamientos Pregerminativos en Semillas de Olivo (Olea europea)*. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos – Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>
- Mantilla, Á. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. *Scielo*, 22-27. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/matilla-2008.pdf>

- Meneses, L. (2018). *Caracterización de ecosistemas de referencia y propagación de especies nativas de interés para restauración ecológica en la jurisdicción de Corpochivor*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, Bogotá. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14012/MenesesMarroqu%c3%adnLauraMelissa2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monta, G. (2019). *Evaluación de cuatro métodos de germinación en dos especies nativas de interés ambiental en el vivero del Campus Salache –UTC*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5264>
- Montaño, I. (2016). *Caracterización morfológica y evaluación de la germinación de semillas de dos especies tintóreas de la provincia de Zamora Chinchipe*. Universidad Técnica Particular de Loja, <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/16261>
- Muñoz, J., & Cabrera, C. (1999). *Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del Laurel de cera Myrica Pubescens H.& B ex Willdenow*. Santafe de Bogota: Convenio Andres Bello.
- Muñoz, J., Trinidad, J., Coria, M., García, J. d., Hernández, J., & Manzanilla, E. (2015). Determinación de calidad de planta en el vivero forestal “La Dieta” Municipio de Zitácuaro, Michoacán. *Rev. mex. de cienc. forestales*, 6(27). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322015000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000100007)
- Ochoa, J. (2019). *Efecto de Escarificación Física en la Germinación de semillas de Alfalfa (Medicago sativa) Variedad AGP 350*. Universidad Nacional de Huancavelencia, Peru. <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2607/TESIS-2019-ZOOTECNIA-OCHOA%20ANTEZANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tucto, A. (2014). *Recolección de Semillas de Especies Forestales Nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas*. Chachapoyas, Perú.
- Ordoñez, L., Arbeláez, M. V., & Prado, L. (2004). *Manual de Semillas Forestales Nativas de la Sierra del Ecuador y Norte de Perú*. Quito: ecopar-fosefor-samiri.

- Ortega, C., & Guanuche, S. (2016). *Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay*. Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, [FAO]. (2012). Guía para la manipulación de semillas forestales. <http://www.fao.org/3/ad232s/ad232s03.htm>
- Palacios, W. (2011). *Árboles del Ecuador: Familias y géneros*. Quito, Ecuador.
- Palomeque, X., Maza, A., Iñamagua, J. P., Günter, S., Hildebrandt, P., Weber, M., & Stimm, B. (2017). Variabilidad intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur del Ecuador: Implicaciones para la restauración de bosques. *Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci)*, 52-72.
- Paz, L., & Paz, L. (2012). *Germinación y desempeño de las especies forestales nativas Roble (Quercus humboldtii.) y laurel de cera (Morella pubescens) en el vivero forestal "Los Robles" de la Universidad del Cauca*. Popayan. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/415/GERMINACI%c3%93N%20Y%20DESEMPE%c3%91O%20DE%20LAS%20ESPECIES%20FORESTALES%20NATIVAS%20Quercus%20humboldtii%20Bonpl%20y%20Morella%20pub.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, F. (2017). *Fisiología Vegetal*. Universidad Nacional de Ucayali . <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026080L?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, G., & Mancera, J. M. (2012). *Slideshare*. <https://es.slideshare.net/GerardoPM88/los-sustratos?related=2>
- Pérez, O. (2020). *Técnica de Manejo y Propagación de las Semillas*. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, Barquisimeto.

- Pipinis, E., Milios, E., Kitikidou, K., & Radoglou, K. (2016). Treatments for seed germination improvement in *Prunus azorica*, *Frangula azorica* and *Morella faya*, three native species of Azores Islands. *Letras de botánica*, 163 (3), 329-335. doi:10.1080/23818107.2016.1206035
- Piril, V. (2015). *Efecto de la Escarificación en Semillas de dos Genotipos de Papaya, bajo condiciones protegidas*. Universidad Rafael Landívar, Escuintla. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Piril-Virginia.pdf>
- Prefectura de Imbabura. (2014). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Provincia De Imbabura 2015-2035. 1-124.
- Quiroz, I., García, E., Gonzáles, M., Chung, P., & Soto, H. (2009). *Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Chile: INFOR Sede Bío-Bío. [https://rngr.net/publications/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta-completo/at\\_download/file](https://rngr.net/publications/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta-completo/at_download/file)
- Quispe, J. F. (2014). *Análisis de Germinación de la Semilla Botánica de Algarrobo (Prosopis pallida Kunth), Utilizando 5 Tratamientos Pregerminativos*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/394>
- Ramírez, E., & Vanegas, D. (2020). *Estudio de la germinación y desarrollo inicial de tres especies forestales nativas del Bosque Protector Yanuncay - Iruquis*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Ramos, A., & Lombardi, I. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “Eucalipto urograndis”. *Revista Forestal del Perú*, 32(2), 132 - 145. doi:<http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>
- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma*. Roma, Italia: Bioersivity International. <https://www.yumpu.com/es/document/read/12232921/1261-manual-para-el-manejo-de-semillas-en-bancos-de-germoplasma>

- Rodríguez, L. (2006). *Contribución a la propagación de Myrcianthes rhopaloides (H.B.K) Me Vaugh "Lanche" en el caserío de Carpinteros Chalaco-Morropón. Piura.* Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Rodríguez, M., Tampe, J., Hormazábal, N., Araneda, X., Tighe, R., & Cárcamo, P. (2017). Efecto de la escarificación y estratificación sobre la germinación in vitro de *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz. *Gayana Bot.*, 282-287.
- Romayna, A., Ortega, W., & Ortega, A. (2020). Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) en la ciudad de Pucallpa-Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 88-103. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/490>
- Saldías, G., & Velozo, J. (2014). Estudio de la propagación de *Myrcianthes coquimbensis* (Barnéoud) Landrum et Grifo por semillas y esquejes. *Gayana Bot*, 17-23.
- Sánchez, J. (2019). *Germinación, desarrollo Inicial y supervivencia de plántulas bajo diferentes condiciones de almacenamiento de semillas de tres especies nativas de Bosques del Parque Nacional Cajas*". Universidad de Cuenca, Cuenca - Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32802>
- Sánchez, J., Pernús, M., Torres, Y., Barrios, D., & Dupuig, Y. (2019). Dormancy and germination in tree and shrub seeds of Cuba: implications for ecological restoration. *Ácta Botánica Cuba*, 77-108.
- Sinha. (2014). *Modern Plant Physiology. Oxford: Alpha Science Internantional.*
- Serrano, F. (1996). Árboles y arbustos del bosque de Mazán, 157. <https://doi.org/10.13140/2.1.3829.8403>
- Sistema de información y comunicación del sector agropecuario [Infoagro]. (2010). *Tipos de sustratos de cultivo.* [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm)
- Siza, W. A. (2017). *Zonificación ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo.* Universidad Técnica del Norte, Ibarra. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7583>



- Smith, M., Wang, B., & Msanga, H. (1998). Dormancia y germinación. *Manual de Semillas de Árboles Tropicales*, 157-182.
- Solano, K. (2020). *Tratamientos Pregerminativos en Semillas de "Lagenaria siceraria (Molina) Standl"*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>
- Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2010). Biología y germinación de semillas. *Experimentos en fisiología vegetal*.
- Triviño, T., & Torres, F. (2005). *Manual Práctico Manejo de semillas y Viveros Agroforestales*. Colombia: SEMICOL.
- Universidad Técnica del Norte [UTN]. (2012). *Código de Ética*. Ibarra.
- Vaca, J. (2018). *Evaluación del efecto de tratamientos pre germinativos en semillas de Guachapelí (Albizia guachapele) en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10207/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-132.pdf>
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., & Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, 105-119. [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v34n01\\_105.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v34n01_105.pdf)
- Varela, S., & Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos Pregerminativos*. ITA, Cuadernillo N° 3.
- Vázquez, C., Orozo, A., Rojas, M., Sánchez, M. E., & Cervantes, V. (1997). *La Producción de las Plantas: Semillas y Meristemas*. México.
- Vazquez, I. (2005). *Multiplicación o reproducción de árboles frutales por semillas*. <https://articulos.infojardin.com/Frutales/semillas-sembrar-multiplicacion-frutales.htm>
- Vela, A. (2016). *Avelalinares*. <http://avelalinares.blogspot.com/2010/03/manejo-y-conservacion-de-las-semillas.html>

- Villar, R., Ruiz, J., José, L. Q., Poorter, H., Valladares, F., & Marañón, T. (2008). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. 191-227.  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/47933/1/Tasas%20de%20crecimiento%20en%20especies%20le%C3%B1osas.pdf>
- Vozzo, J. (2010). Manual de semillas de árboles tropicales. *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio Forestal*.
- Zambrano, A. (2018). *Superación de la latencia en semilla de Kudzu (Pueraria phaseoloides)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7178720>
- Zari, J. (2018). *Evaluación de la germanización de semillas y potencial reproductivo de Cinchona officinalis L., provenientes de relictos boscosos de la provincia de Loja*. Universidad Nacional de Loja.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/21550>

# ANEXOS

## Anexo 1

Instrumento de registro para las variables de calidad de semillas de *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*

Nombre científico	
Nombre común	
Fecha de análisis	

TRATAMIENTO N°:

REPETICIÓN	% PUREZA	PESO DEL RECIPIENTE	PESO (g)		%CH
			FRESCO	SECO	
1					
2					
3					
4					

**Anexo 2**

Instrumento de registro para datos de las variables de germinación de *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*

Nombre científico										
Nombre común						Fecha de siembra				
Procedencia						Observaciones				
Días de siembra	Tratamiento 1				# de semillas sembradas	# de semillas germinadas	% Germinación	IVG	TMG	VG
	R1	R2	R3	R4						

**Anexo 3**

Instrumento de registro para de las variables de morfología de las especies de *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*.

Nombre científico			Edad planta	
Nombre común			Total, de plantas producidas	
Procedencia				

TRATAMIENTO N°:

Repetición	Altura inicial (cm)	Diámetro cuello raíz (mm)	Peso seco aéreo	Peso seco raíz	Peso seco total
1					
2					
3					
4					

## FOTOGRAFÍAS



Recolección de semillas para *Morella pubescens* y *Myrcianthes hallii*



Aplicación de los tratamientos pregerminativos



Siembra de las semillas



Germinación de las especies



Tamizado y llenado de fundas



Crecimiento en diámetro y altura de  
*Morella pubescens*



Crecimiento en diámetro y altura de  
*Myrcianthes hallii*