



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONDICIONES CLIMÁTICAS  
PARA EL DESARROLLO DE UN INJERTO DE HENDIDURA DE  
*Pinus radiata* D. Don, EN LA EMPRESA AGLOMERADOS  
COTOPAXI S.A.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** MORELIA PIEDAD CUNALEMA GAVILANES

**DIRECTOR:** ING. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA Msc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Morelia Piedad Cunalema Gavilanes

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Morelia Piedad Cunalema Gavilanes, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de noviembre de 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Morelia Piedad Cunalema Gavilanes', with a large, stylized initial 'M' and a long horizontal stroke extending to the right.

**Morelia Piedad Cunalema Gavilanes**  
**180540587-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD RECURSOS NATURALES**

**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONDICIONES CLIMATICAS PARA EL DESARROLLO DE UN INJERTO DE Pinus radiata D. Don, EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.**, realizado por la señorita: **MORELIA PIEDAD CUNALEMA GAVILANES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Rolando Fabián Zabala Visuete <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2022-11-30
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda Msc. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	_____	2022-11-30
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	_____	2022-11-30

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios nuestro señor que fue por su voluntad que llegue a esta maravillosa carrera y que con su bendición he logrado culminarla.

Se lo dedico a mi madre María Clementina Cunalema Gavilanes, un ser sublime lleno de amor, dulzura y sobre todo mucha fuerza para brindar a sus cinco hijos y en especial a mí, por depositar en mí su confianza porque con cada sacrificio que realizó para que yo lograra conquistar esta meta me demostraba la grandeza de su amor gracias madre allí en el cielo.

A mi hija María Eliza, el pequeño ser que con su infinita ternura cambio mi mundo llenándolo de mucha fuerza, amor sobre todo dándome la suficiente motivación para cada día levantarme y luchar para lograr este sueño.

A mis hermanos Magaly, José, Marcelo y Andrea, por brindarme su apoyo incondicional, a mis sobrinos Anahí, Christopher, Ángela, María, Doménica, Damián y Jhon, por su amor y ser la motivación de superarme y ser su apoyo en un futuro.

MORELIA

## **AGRADECIMIENTO**

A la Empresa Aglomerados Cotopaxi, por la apertura y la confianza depositada en mí para realizar este trabajo de la mano de una persona muy especial y sobre todo una excelente profesional Ingeniera María Gallardo, que siempre me brindo el apoyo necesario compartiéndome sus conocimientos.

Al Ingeniero Eduardo Salazar que colaboro en el presente trabajo como mi director quien me guio durante la trayectoria brindándome su apoyo y conocimientos para culminar este proceso, gracias porque nunca me faltó esa motivación para no rendirme.

Al Ingeniero Carlos Carpio que muy gentilmente me colaboro como mi asesor a quien le agradezco mucho por su tiempo y espacio para despejar mis dudas e inquietudes, gracias por su paciencia y esmero.

**MORELIA**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Planteamiento Del Problema .....</b>	<b>2</b>
<i>1.1.1 Problema .....</i>	<i>2</i>
<b>1.2 Limitaciones y Delimitaciones .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Problema General De Investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Problemas Específicos De Investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Objetivos.....</b>	<b>2</b>
<i>1.5.1 Objetivo General .....</i>	<i>3</i>
<i>1.5.2 Objetivo Específico.....</i>	<i>3</i>
<b>1.6 Justificación.....</b>	<b>3</b>
<i>1.6.1 Justificación Teórica .....</i>	<i>3</i>
<i>1.6.2 Justificación Metodológica.....</i>	<i>3</i>
<i>1.6.3 Justificación Práctica .....</i>	<i>3</i>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>4</b>
<i>1.7.1 Hipótesis Nula .....</i>	<i>4</i>
<i>1.7.2 Hipótesis Alterna .....</i>	<i>4</i>

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes De Investigación .....</b>	<b>5</b>

2.1.1	<i>Plantaciones Forestales</i> .....	6
2.1.2	<i>Plantaciones para pulpa</i> .....	6
2.1.3	<i>Plantaciones para madera</i> .....	7
2.1.4	<i>Plantaciones como sumideros de carbono</i> .....	7
<b>2.2</b>	<b>Referencias Teóricas</b> .....	<b>8</b>
2.2.1	<i>Información Botánica de la especie forestal Pino (Pinus radiata D. Don)</i> .....	8
2.2.1.1	<i>Clasificación taxonómica del Pino (Pinus radiata D. Don)</i> .....	8
2.2.1.2	<i>Descripción botánica</i> .....	8
2.2.2	<i>Distribución nacional de Pinus radiata</i> .....	9
2.2.3	<i>Importancia económica</i> .....	9
2.2.4	<i>Vivero</i> .....	10
2.2.4.1	<i>¿Qué es un vivero forestal?</i> .....	10
2.2.4.2	<i>Métodos de producción</i> .....	10
2.2.4.3	<i>Propagación vegetativa o asexual</i> .....	10
2.2.4.4	<i>Producción en envases</i> .....	11
2.2.5	<i>Injerto</i> .....	11
2.2.5.1	<i>Injerto púa</i> .....	11
2.2.5.2	<i>Época de recolección del material vegetativo</i> .....	11
2.2.5.3	<i>Estado de lignificación</i> .....	12
2.2.6	<i>Patrón</i> .....	12
2.2.6.1	<i>Cuidados después de la injertación en vivero</i> .....	12
2.2.6.2	<i>Prendimiento</i> .....	12
2.2.7	<i>Condiciones ambientales</i> .....	13
2.2.7.1	<i>Temperatura</i> .....	13
2.2.7.2	<i>Sombra</i> .....	13
2.2.7.3	<i>Humedad</i> .....	14
2.2.7.4	<i>Viento</i> .....	14
2.2.7.5	<i>Oxígeno</i> .....	14
2.2.8	<i>Riego</i> .....	14
2.2.9	<i>Ventilación y enriquecimiento en CO2</i> .....	14
2.2.10	<i>Fisiología de cicatrización en el injerto</i> .....	15
2.2.11	<i>Supervivencia</i> .....	16
2.2.12	<i>Mortalidad</i> .....	16
2.2.13	<i>Desarrollo</i> .....	16
2.2.13.1	<i>Altura</i> .....	17
2.2.13.2	<i>Diámetro</i> .....	18

2.2.13.3	<i>Inclinación</i> .....	18
2.2.13.4	<i>Rectitud</i> .....	19
2.2.13.5	<i>Clorosis</i> .....	19
2.2.13.6	<i>Las Plagas y enfermedades</i> .....	21

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Enfoque de Investigación</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>Nivel de Investigación</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>Diseño de Investigación</b> .....	<b>24</b>
3.3.1	<i>Variables a evaluar</i> .....	24
3.3.1.1	<i>Porcentaje de supervivencia</i> .....	24
3.3.1.2	<i>Altura de púas</i> .....	25
3.3.1.3	<i>Clorosis de púas</i> .....	25
3.3.1.4	<i>Rectitud de púas</i> .....	26
3.3.1.5	<i>Procesamiento y análisis de los datos</i> .....	26
<b>3.4</b>	<b>Según La Manipulación o No De La Variable Independiente</b> .....	<b>26</b>
3.4.1	<i>Según las Intervenciones en el trabajo de Campo</i> .....	27
<b>3.5</b>	<b>Tipo de Estudio</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6</b>	<b>Población y Planificación, Selección y Cálculo Del Tamaño De La Muestra</b> .....	<b>27</b>
<b>3.7</b>	<b>Métodos, Técnicas e Instrumentos De Investigación</b> .....	<b>27</b>
3.7.1	<i>Materiales y métodos</i> .....	27
3.7.1.1	<i>Características del lugar</i> .....	27
3.7.1.2	<i>Materiales y equipos</i> .....	28
3.7.1.3	<i>Metodología</i> .....	29

### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados y Análisis Estadístico</b> .....	<b>32</b>
4.1.1	<i>Para el cumplimiento del primer objetivo</i> .....	34
4.1.1.1	<i>Supervivencia de injertos</i> .....	34
4.1.2	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo</i> .....	35
4.1.2.1	<i>Altura de injertos</i> .....	35

4.1.2.2	<i>Clorosis de injertos</i> .....	37
4.1.2.3	<i>Rectitud injertos</i> .....	39
<b>4.2</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>40</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>44</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b> Distribución del ensayo por bloques y tratamientos aplicados en la investigación. .....	<b>24</b>
<b>Tabla 2-3:</b> Categoría utilizada para la evaluación de la variable supervivencia de las plantas. .....	<b>25</b>
<b>Tabla 3-3:</b> Categoría utilizada en el ensayo para la evaluación de la variable clorosis. .....	<b>26</b>
<b>Tabla 4-3:</b> Categoría utilizada en el ensayo para la evaluación de la variable rectitud de la púa. .....	<b>26</b>
<b>Tabla 5-4:</b> Análisis estadístico de la variable supervivencia de los injertos por tratamiento. .....	<b>35</b>
<b>Tabla 6-4:</b> Análisis estadístico de la variable altura para los cuatro tratamientos .....	<b>36</b>
<b>Tabla 7-4:</b> Análisis estadístico de la variable altura para los cuatro tratamientos .....	<b>37</b>
<b>Tabla 8-4:</b> Análisis estadístico de la variable clorosis para los tratamientos del ensayo. .....	<b>39</b>
<b>Tabla 9-4:</b> Análisis estadístico de la variable rectitud para los tratamientos del ensayo. .....	<b>40</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b> Localización del vivero san joaquin en donde se va a desarrollar el ensayo .....	<b>28</b>
<b>Ilustración 2-3:</b> Esquema de la ubicación de cada injerto dentro del bloque. .....	<b>31</b>
<b>Ilustración 3-4:</b> Promedio de la variación de temperatura y humedad registradas en el microtúnel. ....	<b>32</b>
<b>Ilustración 4-4:</b> Promedio de la variación de temperatura y humedad registradas dentro de la funda. ....	<b>33</b>
<b>Ilustración 5-4:</b> Promedio de la variación de temperatura y humedad registradas durante la primera etapa.....	<b>33</b>
<b>Ilustración 6-4:</b> Gráfico de la variable supervivencia con los tratamientos de injertos .....	<b>34</b>
<b>Ilustración 7-4:</b> Gráfico de la variable altura promedio en crecimiento por tratamiento. .....	<b>36</b>
<b>Ilustración 8-4:</b> Gráfico de la variable clorosis de individuos con afectación por tratamiento. .....	<b>38</b>
<b>Ilustración 9-4:</b> Gráfico de la variable rectitud de los individuos por tratamiento. .....	<b>39</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A:</b> TRABAJO EN CAMPO.....	
<b>ANEXO B:</b> BASE DE DATOS .....	

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Evaluar diferentes condiciones climáticas para el desarrollo de injertos de hendidura de *Pinus radiata* D. Don. La investigación se llevó a cabo en el vivero San Joaquín perteneciente a la empresa Aglomerados Cotopaxi, se utilizó un patrón de un año y púas proveniente de un huerto clonal. Se injertó 40 unidades las cuales tan distribuidas descuerdo a su procedencia y dentro de cada uno dos tratamientos, el tratamiento uno es el injerto bajo micro túnel y el tratamiento dos bajo micro túnel y cubierto la parte del injerto con una funda transparente. Se evaluó supervivencia durante ocho semanas, Altura, Clorosis y Rectitud durante cuatro semanas. El diseño estadístico que se utilizó fue un Diseño completo al azar con dos tratamientos y 10 repeticiones, análisis estadístico se realizó aplicando el software libre InfoStat. Los resultados obtenidos en porcentaje de Supervivencia fueron tratamiento 1,2 y 4 100% y tratamiento 3 95%, con un promedio general de 97,5%, En Altura tratamiento 1 un crecimiento de 0,5 mm y tratamiento 2 un crecimiento de 1,3 mm, En clorosis tratamiento 1 30% de afectación y tratamiento 2 10% de afectación, En Rectitud tratamiento 1 70% de rectitud total y tratamiento 2 80%. El tratamiento 2 fue el que mostro un mejor comportamiento para supervivencia y desarrollo de los injertos, aun cuando estadísticamente no hay diferencia significativa. Se recomienda realizar otros ensayos probando otros tipos de tratamientos en las cuales se pueda conservar unos grados más de temperatura.

**Palabras clave:** <PINO (*Pinus radiata*) >, <FORESTAL >, <INJERTO >, <PRENDIMIENTO>, <SANIDAD >, <CLONES >, <VIVERO >, <COTOPAXI (PROVINCIA)>.

0103-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

This research aimed to evaluate different climatic conditions for the development of cleft grafts of *Pinus radiata* D. Don. The research was carried out in the San Joaquín forest nursery belonging to the Aglomerados Cotopaxi enterprise. A one-year rootstock and spikes from a clonal orchard were used. Forty units were grafted which were so distributed according to their origin and within each one two treatments. The first one was the graft under the micro tunnel, and the second one was under the micro tunnel and covered the part of the graft with a transparent cover. Survival was evaluated for eight weeks; as well as height, chlorosis, and straightness for four weeks. The statistical design was a completely randomized design with two treatments and 10 repetitions. Statistical analysis was carried out using the free software InfoStat. The result obtained in treatments one, two, and four was 100% (percentage of survival) and in treatment three 95%, with a general average of 97.5%. In height, treatment one had a growth of 0.5 mm, and treatment two had a growth of 1.3 mm. In chlorosis, treatment one had 30% affectation, and treatment two had 10% affectation. In straightness, treatment one had 70% of total straightness, and treatment two had 80%. Even though there was no statistically significant difference, treatment two showed the best behavior for graft survival and development. It was recommended to carry out other tests testing other types of treatments in which a few degrees more temperatures could be preserved.

**Keywords:** <PINE (*Pinus radiata*) >, <FORESTRY >, <GRAFTING>, <TAKE>, <HEALTH>, <CLONES>, <FOREST NURSERY>, <COTOPAXI (PROVINCE)>.

Riobamba, January 17th, 2023

PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

La determinación de una metodología de injertación y condiciones climáticas adecuadas para un óptimo desarrollo para especies forestales de importancia económica como lo es *Pinus radiata* D. Don, fundamental ya que esto ahorraría tiempo en cuanto a producción de semillas que esto traducido significa ahorro económico para la empresa Aglomerados Cotopaxi.

Los objetivos planteados fueron Evaluar el porcentaje de supervivencia de los injertos de hendidura para la especie *Pinus radiata* D. Don en el vivero y Evaluar el desarrollo de injertos de hendidura en dos condiciones climáticas aplicadas para *Pinus radiata* D. Don en el vivero perteneciente a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

La apertura de instituciones públicas o privadas en cuanto al ámbito de la investigación en un paso muy importante para poder resolver una de muchas incertidumbre y problemáticas en cuanto al área forestal, por tanto, es necesario un mayor acompañamiento e incentivo a los proyectos de investigación.

En Ecuador no contamos con las cuatro estaciones climáticas, pero si contamos con dos que están parcialmente marcadas en el año calendario, por lo que en la presente investigación se tuvo un poco de dificultad en cuanto a la etapa de recolección de púas ya que los arboles plus oscilaban entre 15 a 20 metros de altura, por lo que dificulto la recolección por seguridad de los escaladores.

Se utilizó un patrón de un año y púas proveniente de un huerto clonal. Se injerto 40 unidades las cuales tan distribuidas en dos bloques y dentro de cada uno dos tratamientos, el tratamiento uno es el injerto bajo micro túnel y el tratamiento dos bajo micro túnel y cubierto la parte del injerto con una funda transparente. Se evaluó supervivencia durante cuatro semanas, Altura, Clorosis y Rectitud durante tres semanas. El diseño fue completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones, análisis estadístico se realizó aplicando el software libre InfoStat.

Por medio del presente trabajo la empresa Aglomerados Cotopaxi se beneficiaría ya que los resultados obtenidos fortalecerán su programa de mejoramiento genético, ya que se podrá obtener un nuevo huerto clonal de donde en menor tiempo y costos se puede obtener semilla certificada.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento Del Problema

##### 1.1.1 Problema

En la actualidad la información con la que cuenta la empresa aglomerados Cotopaxi no es suficiente en cuanto a injertos para especies forestales, para lo cual se van a probar el injerto de punta o hendidura simple en la especie Pino (*Pinus radiata* D. Don) en diferentes condiciones climática. Al encontrar un método óptimo para el desarrollo de injertos la empresa puede asegurar la producción del material proveniente de árboles plus que son la base del programa de mejoramiento genético que quieren implementar.

#### 1.2 Limitaciones y Delimitaciones

La presente investigación trata de resolver la problemática a nivel nacional en el campo de producción y mejoramiento Genético Forestal en vivero, para lo cual se realizará en el vivero San Joaquín de la empresa Aglomerados Cotopaxi ubicado en la parroquia Lasso del Cantón Latacunga.

#### 1.3 Problema General De Investigación

La ausencia en el país de ensayos que ayuden a determinar una metodología apropiada para injertos de hendidura con unas condiciones climáticas adecuadas para su prendimiento y posterior desarrollo

#### 1.4 Problemas Específicos De Investigación

La poca información en cuanto a ensayos de injertos en condiciones climáticas del Ecuador los cuales hayan arrojado resultados que se puedan replicar en especies forestales tales como las que maneja aglomerados Cotopaxi como es *Pinus radiata* D. Don, la cual sería de suma importancia para la producción como para la propagación de material genético relevante.

#### 1.5 Objetivos

### **1.5.1 Objetivo General**

- Evaluar diferentes condiciones climáticas para el desarrollo de injertos de hendidura de *Pinus radiata* D. Don pertenecientes a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

### **1.5.2 Objetivo Específico**

- Evaluar el porcentaje de supervivencia de los injertos de hendidura para la especie *Pinus radiata* D. Don en el vivero perteneciente a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.
- Evaluar el desarrollo de injertos de hendidura en dos condiciones climáticas aplicadas para *Pinus radiata* D. Don en el vivero perteneciente a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

## **1.6 Justificación**

### **1.6.1 Justificación Teórica**

En Ecuador la demanda de madera ha ido en aumento cada año, por ende, el incremento de la producción en plantaciones, en las cuales destaca la especie *Pinus radiata* D. Don la cual es fácilmente adaptable, a este factor se lo podría aprovechar de mejor manera, el presente trabajo se justifica ya que, al conocer una técnica para propagar esta especie de una manera eficiente, garantizará la transmisión de características provenientes de árboles plus. Para lo cual el presente trabajo propone evaluar diferentes condiciones climáticas para el desarrollo de injertos de púa de la especie *Pinus radiata* D. Don

### **1.6.2 Justificación Metodológica**

La metodología que se utilizará generará información sobre la técnica en el proceso de injertación y condición climática posterior a la injertación para el prendimiento y desarrollo óptimo para *Pinus radiata* D. Don, obteniendo una buena guía beneficiará en un alto porcentaje en cuanto a la producción y propagación de la especie en estudio, esta a su vez puede ser aplicada en otros sitios siguiendo la guía resultante de este trabajo.

### **1.6.3 Justificación Práctica**

En la empresa Aglomerados Cotopaxi ya se han realizado antes ensayos sobre injertación de *Pinus radiata* D. Don probando diferentes metodologías, en los cuales no han podido obtener resultados positivos, a pesar de contar con recursos necesarios para realizar las diferentes investigaciones

con el fin de asegurar el material genético con el que la empresa futuramente va a trabajar, ya que una metodología adecuada beneficiaría de sobremanera en cuanto al tiempo que se tarda en obtener plántulas por semillas.

## **1.7 Hipótesis**

### ***1.7.1 Hipótesis Nula***

No hay diferencias en el efecto de las condiciones climáticas en el desarrollo vegetativo de los injertos de hendidura para *Pinus radiata* D. Don

### ***1.7.2 Hipótesis Alterna***

Hay diferencias en el efecto de las condiciones climáticas en el desarrollo vegetativo de los injertos de hendidura para *Pinus radiata* D. Don

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes De Investigación

En 32 países, los sistemas nacionales de conservación ex situ se establecieron entre 1951 y 2011. Los componentes más comunes de los sistemas de conservación fueron las colecciones de campo (en 28 países), instalaciones de almacenamiento de semillas, polen y otros tejidos (27) y rodales de conservación ex situ (26), seguido de otros componentes (4). (FAO, 2019, p.5)

Se reconoce en el informe del Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador, de acuerdo con Grijalva *et al.* (2016, p.27), que no existe un Programa de Mejoramiento Genético bien estructurado, sino iniciativas de empresas privadas y universidades. Estos actores sociales han conducido estudios puntuales de investigación, pero están lejos de sustentar y responder a un plan de mejoramiento genético forestal. (Bonilla, 2021, pp.1-2)

La propagación asexual presenta varios beneficios, entre los cuales se puede mencionar la obtención del material vegetativo en cualquier época del año, el tiempo en el que se puede obtener las plántulas para el repique, y las características similares que el nuevo individuo hereda de la planta madre, por lo cual es necesario e importante realizar investigaciones sobre este tipo de propagación en esta especie. (Bonilla, 2021, pp.1-2)

La propagación vegetativa, es una técnica simple y de fácil implementación, que ofrece la capacidad de obtener plantas de individuos selectos en un corto período de tiempo para la plantación comercial a gran escala con el fin de maximizar las ganancias productivas. (Ortiz, 2021, p.364)

Los injertos ofrecen diferentes ventajas a los agricultores, entre uno de ellos esta: crear nuevas variedades a partir de yemas o injertos seleccionados, mejorar la conservación de las características deseadas de la planta madre, reducción del tiempo para la floración, la producción del fruto, uniformidad, alta productividad y calidad. Existen diversas técnicas de injerto que se han implementado dependiendo de los objetivos de producción y que se han adaptado a la fisiología morfológica de dichas especies. (Gamarra, 2022, p.2)

En Ecuador a finales de 2016 existen aproximadamente 123 720 hectáreas de plantaciones forestales, de las cuales *Pinus radiata*, *P. patula* y *Eucalyptus globulus*, representan el 75% del área plantada. Alrededor del 90% de las plantaciones se encuentran en la Sierra y, el restante 10% en la costa y región amazónica con especies como *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y *Ochroma pyramidale*. (Aguirre, 2019, p.4)

*Pinus radiata* D. Don es una especie exótica muy difundida en la serranía, debido a su alta adaptabilidad, rápido crecimiento y a la rentabilidad de su producción. Actualmente es muy utilizada en tableros de aglomerados y de fibra. Se lo puede establecer en cortinas rompevientos, cercas vivas, sistemas silvopastoriles o en plantaciones puras. Después del eucalipto es la especie más plantada en la sierra. (Ecuador Forestal, sf, p.1)

### **2.1.1 Plantaciones Forestales**

Las plantaciones no son más que cultivos de árboles cuya finalidad es asegurar la demanda futura de la industria de la pulpa y el papel, una vez que sus fuentes tradicionales de suministro, vale decir los bosques nativos, se vean agotados. Como cualquier otra industria, su propósito es producir, vender y obtener ganancias. (Abella, 1999, pp. 6-10)

### **2.1.2 Plantaciones para pulpa**

Las plantaciones forestales industriales ocupan más de 100 millones de hectáreas en el mundo. Este modelo productivo no se basa en las necesidades materiales y espirituales de las poblaciones locales. Tampoco tiene como propósito beneficiar a estas comunidades ni al ambiente. Su interés es producir materia prima barata para la industria papelera mundial -principalmente a partir de madera de eucalipto- con el fin de asegurar el actual sobreconsumo de papel y productos derivados, especialmente en el Norte. Ya el 29% de la fibra utilizada en la industria del papel proviene de plantaciones de rápido crecimiento y dicha cifra está creciendo. (Abella, 1999, pp. 6-10)

Sin embargo, debemos tener presentes algunas dificultades, como ser: la generalizada creencia en la opinión pública de que plantar árboles es siempre algo bueno para el ambiente y para la preservación de los bosques nativos; la presentación del incremento del consumo de papel vinculándolo al aumento de la educación y los niveles de alfabetización en los países llamados subdesarrollados; la falta de serias evaluaciones de impacto ambiental, así como de alternativas al modelo dominante. (Abella, 1999, pp.6-10)

Las plantaciones para pulpa pueden ser muy extensas. La escala de las mismas -compuestas generalmente de eucaliptos, pinos o acacias- está dada por el gran número de fábricas que procesan la madera que de ellas se obtiene. Una fábrica de celulosa de U\$S 1.000 millones de costo puede producir medio millón a un millón de toneladas de celulosa al año y hacer pasar por sus máquinas el caudal equivalente al de un río entero, ubicada en medio de 60.000 hectáreas o más de plantaciones. El costo de la reingeniería y simplificación de los paisajes puede ser solventado sólo gracias a masivos subsidios directos e indirectos –incluyendo exenciones impositivas, subsidios monetarios, obras de infraestructura, investigaciones y supresión de la organización sindical- conseguidos por el ejercicio del poder político. (Abella, 1999, pp.6-10)

### **2.1.3 Plantaciones para madera**

El esquema de producción y las consecuencias de las plantaciones para madera -de pino, de teca y de otras especies- son similares a las de las plantaciones para pulpa, si bien presentan diferencias en el manejo, dado que su propósito es la producción de madera. (Abella, 1999, pp.6-10)

### **2.1.4 Plantaciones como sumideros de carbono**

Si bien los países de la OCDE son responsables del 77% de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles -cuya concentración en la atmósfera es considerada una de las principales causas del calentamiento global- los mismos están abogando por una “solución” que consiste en utilizar la actividad fotosintética de las hojas de los árboles para capturar CO<sub>2</sub> y retener carbono en el tejido de la madera. Los denominados “sumideros de carbono” son plantaciones de especies de rápido crecimiento a ser instaladas en el Sur. El modelo es sencillo: el Norte seguirá largando CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mientras que el Sur se responsabilizará de capturarlo mediante una nueva “cubierta forestal”. El esquema se llama “implementación conjunta” y constituye el argumento más reciente que los promotores de las plantaciones forestales están utilizando para justificar sus actividades. De acuerdo con una estimación, se requerirían 300 millones de hectáreas de plantaciones de especies de rápido crecimiento para absorber los volúmenes anuales de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, si, como se espera, el actual ritmo de emisiones se mantiene. No hay evidencias científicas de su eficiencia, dado que su capacidad para capturar el CO<sub>2</sub> puede resultar muy influenciada por el cambio climático. (Abella, 1999, pp.6-10)

La presente invención divulga un método para injertar lateralmente pino piñonero (*Pinus pinea*) sobre patrones o porta injertos de pino radiata (*Pinus radiata*), denominados P. pinea/P. radiata y de pino piñonero (*Pinus pinea*), denominados P. pinea/P. pinea, que permite aumentar el

prendimiento de injertos de pino piñonero en vivero, alcanzando éxitos por sobre el 85% en patrones de *Pinus radiata* y superior al 75% en patrones de *Pinus pinea*, mejorando significativamente el prendimiento obtenido con el método tradicional de injertación que corresponde al de sustitución de la púa apical, con el cual se alcanzan prendimientos cercanos al 30%. (Loewe, 2018, p. 3)

En el mes de mayo de 1975 se emprendió la tarea de efectuar los injertos necesarios para dotar dos huertos semilleros de 10 ha. cada uno de *Pinus radiata* D. Don. Las púas procedieron de árboles plus procedentes de zonas de Concepción y Arenales. Los patrones fueron transplantes de platabandas a macetas de plástico. Entre el 5 de junio y el 8 de agosto se hicieron 10.228 injertos y en febrero de 1976 se acusó una sobrevivencia de 1.052 injertos. Las causas de los valores de sobrevivencia observada pueden ser: muerte de patrones prematuramente, desecación de los tejidos circundantes de la hendidura y fallas en la ejecución del injerto mismo. (Smith, 1976, p.2)

## 2.2 Referencias Teóricas

### 2.2.1 Información Botánica de la especie forestal Pino (*Pinus radiata* D. Don)

#### 2.2.1.1 Clasificación taxonómica del Pino (*Pinus radiata* D. Don)

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Pinophyta
<b>Clase</b>	Pinopsida
<b>Orden</b>	Pinales
<b>Familia</b>	Pinaceae
<b>Género</b>	Pinus
<b>Especie</b>	<i>Pinus radiata</i>
<b>Nombre</b>	Científico <i>Pinus radiata</i> D. Don
<b>Nombre Común</b>	Pino. (Menéndez, 2009, p.245)

#### 2.2.1.2 Descripción botánica

Árbol de hasta 60 m de altura y 100 cm de DAP, tronco cónico y recto, corteza café interna crema rosácea, segrega resina. Las hojas de forma acicular en fascículos de tres, flores masculinas con estambres peltados, las femeninas se encuentran en conos o estróbilos. (Vinueza, 2013, p.1)

Los frutos, Presenta inflorescencias masculinas y femeninas, conos verticilados, sésiles asimétricos, ovoides, castaños. En la base de cada hoja carpelar, posee 2 óvulos, estróbilos masculinos amentiformes constituidos de numerosas hojas polínicas, cada una de las cuales lleva 2 sacos polínicos. Las piñas maduras permanecen adheridas al árbol durante varios años desprendiendo semillas viables intermitente y abundantemente. (Vergara, 2004, pp.11-14)

Posee semillas ortodoxas se pueden almacenar por varios años con un contenido de humedad del 8 % y a 4 ° C. Para mejorar la germinación se deja la semilla en remojo durante 24 horas. Un kilogramo tiene aproximadamente 22 000 semillas, cuya germinación inicia a los 9 días y culmina a los 20. (Vinueza, 2013, p.1)

### ***2.2.2 Distribución nacional de Pinus radiata***

**Provincias.** - La especie Pinus radiata se encuentra difundida en toda la serranía ecuatoriana, mayoritariamente en las provincias Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha y Loja. (Carrere, 2005, p.1)

**Rango altitudinal.** - La especie Pinus radiata D. Don se desarrolla muy bien entre los rangos de 450 a 2 400 msnm, se adapta en una gran variedad de condiciones edáficas, en condiciones climáticas requiere de una temperatura que va de 14 a 22 °C, precipitaciones anuales de 1 000 a 2 400mm<sup>3</sup>. (Vinueza, 2013, p.1)

**Ecología.** - El pino ha sido introducido en diferentes países de clima templado como planta exótica, que posee cualidades sobresalientes, en adaptación, desarrollo y producción. Desde la perspectiva económica esta situación ha sido favorable, ya que se ha generado industrias, trabajo y ganancias en las zonas donde se han cultivado bosques, sin embargo, desde el punto de vista ecológico las plantaciones de pino han desplazado los bosques nativos, mermando la población de fauna que sustenta el bosque nativo. (Martínez de Arano, 1973, pp.1-6)

### ***2.2.3 Importancia económica***

La importancia del pino como especie vegetal es completamente económica, al ser dueño de un crecimiento vegetal veloz y del desarrollo de un tronco grueso en poco tiempo, a partir del cual se puede explotar madera para diversos usos, en cuanto a carpintería y ebanistería. También ha sido utilizado ampliamente para generar bosques de contención de cultivos, ya que su tamaño permite la protección de zonas de cultivo para la agricultura, frente a procesos erosivos del viento.

A partir del procesamiento de la celulosa obtenida del pino también es posible fabricar papel y cartón, entre otros derivados. (Devia, 2003, p.1)

## **2.2.4 Vivero**

### *2.2.4.1 ¿Qué es un vivero forestal?*

Un vivero forestal es un sitio dedicado a la producción de plantas de la mejor calidad y a los menores costos posibles. Sus componentes son varios entre los fundamentales tenemos: terreno, cercas, fuente de agua segura, semillas, plántulas, herramientas, recursos económicos. Sus componentes complementarios: bodega, caminos equipo de riego, germinadores. (Jica, 2014, pp.1-20)

### *2.2.4.2 Métodos de producción*

Existen dos métodos de propagación sexual y asexual, la sexual se realiza por medio de semillas, en cuanto a la reproducción asexual son por esquejes o estacas (brotes de las plantas o también llamadas terminales) e injertos (consiste en unir dos plantas en decir se corta el tallo y se une a la yema). (Jica, 2014, pp.1-20)

### *2.2.4.3 Propagación vegetativa o asexual*

La propagación vegetativa o asexual es la reproducción de una planta a partir de una célula, tejido o un órgano como: raíz, tallo, ramas, hojas; las cuales tendrán las mismas características de la madre, esto dependerá también de las condiciones de suelo, temperatura, precipitación y nutrientes en las que se desarrolle. Esto es posible gracias a la totipotencia celular que es la capacidad que tiene los tejidos vegetales maduros para conservar la potencialidad de multiplicarse, diferenciarse y dar origen a diversas estructuras. (Rojas, et al. 2004, pp.7-8)

Las plantas presentan inhibidores naturales del crecimiento, una de estas es el ácido 10 abscísico, estos afectan la apertura de yemas, germinación de semillas y el desarrollo de latencia o dormancia; aunque también existen componentes que ayudan al crecimiento, división y desarrollo de las nuevas células, estas son las giberelinas, kinetinas y auxinas. (Muños, 2002, pp.15-19)

**Ventajas.** - Una de las ventajas más importantes es que ahorra tiempo para la obtención de plántulas de tamaño y desarrollo adecuado para el trasplante; además se obtiene plántulas con las mismas características de la planta madre. (Rojas, et al. 2004, pp.7-8)

**Desventajas.** - Este método de propagación presenta desventajas como: no siempre existe suficiente material vegetativo para la propagación, no es conveniente realizar estacas de las raíces y las enfermedades que tiene la planta madre pueden ser transmitidas a la nueva planta. (Rojas, et al. 2004, pp.7-8)

#### *2.2.4.4 Producción en envases*

Las plantas de pino se cultivan en los viveros de los países tropicales, comúnmente en envases, para plantarlas con cepellón. En Ecuador se usa bolsas de polietileno negro, que estando llenas miden entre 15 cm y 20 cm de alto y de 6 cm a 10 cm de diámetro. También se emplean otros envases. En EE. UU. y Canadá, usan Cestos plásticos y "balas" y en Suecia emplean macetas de papel, hexagonales, de 5 cm de diámetro. En Chile se emplea el sistema de cubetas de espumaflex, usado tan eficientemente por CORMADERA en Ecuador. (Estrada, 1997, pp.32-33)

#### *2.2.5 Injerto*

Es un método de propagación vegetativa que consiste en la unión de dos plantas diferentes, pero de la misma familia, género o especie; al unirse forman un solo tejido formando un solo individuo. Las partes que interviene en esta práctica se denominan patrón y yema, la primera es aquella que aporta la parte radicular y la segunda es aquella que formara la copa del individuo. (Ministerio de Agricultura, 2015, pp.48-50)

##### *2.2.5.1 Injerto púa*

El injerto de púa central, consiste en insertar en el patrón un segmento de vareta con 3 a 4 yemas activas. Posteriormente, darán origen a brotes que forman las 16 ramas de la planta injertada; experiencias de campo permiten recomendar este tipo de injerto en vivero y en chupones basales, para rehabilitar y renovar plantaciones viejas. (Gonzales, 2017, p.15)

##### *2.2.5.2 Época de recolección del material vegetativo*

Para la recolección del material vegetativo se debe tener en cuenta la fase lunar, esto se debe a que, en sus diferentes fases, las plantas actúan de diferente manera. En cuarto creciente la luz de la luna está en aumento, por lo cual las plantas tienen un crecimiento balanceado, en el que se favorecen el crecimiento de follaje y raíz; en luna llena sigue aumentando la luz lunar, pero hay

poco crecimiento de raíces y mucho de follaje; en cuarto menguante, la intensidad de la luz empieza a disminuir, en este es recomendable para trasplante porque se ha observado un crecimiento rápido y vigoroso; y en luna nueva, el crecimiento radicular y foliar es lento, pero la planta puede adaptarse a cambios. (Bonilla, 2021, pp.12-14)

#### 2.2.5.3 *Estado de lignificación*

El estado de lignificación hace referencia a la dureza de los tejidos, este factor interviene en el grado de facilidad y tiempo en el que se demora en enraizar el material vegetativo. Las estacas de los árboles se caracterizan en tener mayor lignina, a mayor edad mayor cantidad de lignina, por tal motivo entre mayor sea la lignificación más dificultad tiene para enraizar. (Bonilla, 2021, pp.12-14)

#### 2.2.6 *Patrón*

Patrón Llamado también como pie, porta injerto, o patrón, este debe seleccionarse por su adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y clima, tolerantes a diferentes plagas y enfermedades radicales y por su buena vigorosidad vegetativa. (Rojas, et al. 2004, pp.7-8)

**Edad:** Se entiende por edad de un árbol, el número de años contados a partir de la germinación de la semilla o a partir del brote. Sin embargo, convencionalmente se considera con frecuencia la edad de un árbol plantado a partir de su introducción en el bosque, excluyendo el tiempo que ha pasado en el vivero. El método más conocido para determinar la edad de los árboles consiste en contar el número de anillos anuales de crecimiento en la base del tronco. Esto sólo es posible en los árboles que tienen tales anillos, pero en estos casos se encuentran algunas dificultades debidas a la existencia de falsos anillos, poca demarcación para distinguirlos. (Juárez, 2014, p.35)

##### 2.2.6.1 *Cuidados después de la injertación en vivero*

Una vez injertadas las plantas deben protegerse del sol y tener cuidado al aplicar el riego, porque debe ser controlado para evitar entradas de agua en la unión del injerto, asimismo después de injertar se elimina la yema apical del patrón de esta forma se estimulará la brotación del injerto. (Orantes, 2003, p.33)

##### 2.2.6.2 *Prendimiento*

Es la respuesta manifestada por un injerto cuando los tejidos de una yema se adhieren a los tejidos del patrón, existiendo entre ellos intercambio de nutrientes (Ramírez, 2000). La falta de prendimiento depende de varios factores, entre ellos 11 tenemos: Patrones mal desarrollados, raquíuticos que ejercen un efecto negativo sobre la yema. (ICTA, 1990)

Así mismo las condiciones desfavorables influyen en el desprendimiento de los injertos, tales como: suelos poco drenados y sin materia orgánica, enfermedades y plagas, diferencias genéticas y botánicas en las plantas a injertar, cuando las regiones cambiales de los tejidos no están en contacto estrecho y las condiciones de temperatura y humedad son inadecuada. Cuando la temperatura es muy alta, arriba de 32 centígrados y cuando son muy bajas, debajo de 4 centígrados. (ICTA, 1990)

La época tiene una marcada influencia en los injertos, en ciertos períodos de mucha actividad de crecimiento en la primavera, las plantas que muestran una fuerte presión de las raíces, presentan un excesivo flujo de savia o desangrado cuando se hacen cortes previos al injerto. (Gonzales, 2017, p.10)

### ***2.2.7 Condiciones ambientales***

Los factores que tiene mayor incidencia en el éxito o fracaso en la propagación vegetativa mediante estacas son: la humedad relativa (proporcionada por lluvia o riego) y la temperatura. Se recomienda que la humedad relativa sea lo más alto posible, esto varía dependiendo de la rapidez de evaporación del agua del suelo y la aireación; la temperatura debe ser similar al sitio de habitad a la especie que se reproduce. (Bonilla, 2021, pp.12-14)

#### ***2.2.7.1 Temperatura***

Tiene efecto en la formación del tejido del callo. La consolidación del injerto requiere una temperatura que oscila entre los 15-30 grados Celsius siendo la óptima entre 22 y 25 grados Celsius. (Gonzales, 2017, p. 12)

#### ***2.2.7.2 Sombra***

Una vez hechos los injertos se colocan bajo media sombra (malla Sarán 50%) para darles el cuidado necesario. Se debe proporcionar sombra al área de propagación para reducir la intensidad lumínica y las altas temperaturas. (Gonzales, 2017, p. 12)

### *2.2.7.3 Humedad*

Es importante cuando se está formando el callo para que no se deseque la superficie de los cortes realizados, y la cicatrización sea buena. Esta debe estar entre 80 y 90% siempre elevada, pues en caso contrario la buena cicatrización es reducida. (Gonzales, 2017, p.12)

### *2.2.7.4 Viento*

Puede tener influencia sobre la humedad y deshidratación de las púas. La gran velocidad del viento puede acelerar la deshidratación de las púas, también puede disminuir el prendimiento, al romper brotes y desprender la unión del cambium. (Gonzales, 2017, p. 12)

### *2.2.7.5 Oxígeno*

Para la producción del tejido del callo es necesaria la presencia de oxígeno en la zona de unión, debido a que en esta hay un gran número de células en división y crecimiento que lo acompaña una respiración elevada. Para esto es conveniente que la ligadura del injerto permita el acceso del oxígeno a la zona de la unión. (Gonzales, 2017, p.13)

## **2.2.8 Riego**

Lindao (2010), menciona que una deficiente preparación física del suelo induce una deficiente absorción de la solución nutritiva. En general, se ha comprobado que se debe aportar por semana un mínimo de 25 litros por metro cuadrado cubierto de invernadero. La lámina de riego es variable esta depende del comportamiento del clima dentro del invernadero. En función de las condiciones ambientales se puede incrementar dicha cantidad hasta 35 o 40 litros. Según el tipo de suelo que se maneje, es preferible fraccionar dicha cantidad en dos o tres riegos semanales.

## **2.2.9 Ventilación y enriquecimiento en CO<sub>2</sub>**

Ferrer y Palomo (2004), sostienen que en muchas zonas las temperaturas durante las primeras horas del día son demasiado bajas para ventilar y, sin embargo, los niveles de 8 CO<sub>2</sub> son limitantes para el crecimiento de la planta. Bajo condiciones de invierno en climas fríos donde la ventilación diurna no es económicamente rentable. Asimismo, si el cierre de la ventilación se efectúa antes del atardecer, a causa del descenso de la temperatura, los niveles de dióxido de carbono siguen reduciéndose debido a la actividad fotosintética de las plantas. La aireación debe poder regularse, de forma manual o automática, en ocasiones con ventiladores interiores o incluso con extractores

(de presión o sobrepresión). Ya que así se produce una bajada del grado higrométrico y el control de ciertas enfermedades.

Vargas (2010), menciona que el intercambio de aire es de importancia máxima, especialmente durante las horas del día. Al amanecer, las temperaturas exteriores generalmente son demasiado bajas para permitir la ventilación sin pérdidas severas de calor del invernadero. Los niveles de dióxido de carbono han sido medidos durante este período y se encontró que eran limitantes para el crecimiento de la planta. Las adiciones de dióxido de carbono en la atmósfera del invernadero a través del uso de generadores o el suministro directo de depósito de dióxido de carbono son benéficas para el desarrollo del cultivo.

#### ***2.2.10 Fisiología de cicatrización en el injerto***

Álvarez (2005), manifiesta que las funciones de los dos individuos unidos por el injerto son bastante distintas. El patrón está radicado en la tierra y se encarga de absorber el agua y las sustancias nutritivas, así como la síntesis de otras sustancias como aminoácidos y sustancias necesarias para el crecimiento mientras que la variedad injertada se encarga de ejecutar la fotosíntesis para conseguir la energía necesaria y también la fabricación de proteínas y hormonas. El patrón y el cultivar a injertar, comienzan a soldarse en un ambiente cerrado ya sea por el recubrimiento de la unión con cera o preparados especiales o bien atadura tipo bandas de goma o lámina metálica, estudios sobre injertos han mostrado la existencia de tres fases en el proceso de unión. La primera fase: durante los dos primeros días no se observa ninguna reacción en las partes injertas. Sobre la superficie aparece un color pardusco originado por las células heridas durante el corte. Al tercer día intervienen ya las células del cambium no heridas y otras células del patrón que se encuentran justo debajo de la herida. Este crecimiento celular inicial conduce a la formación del llamado tejido intermedio que crece en el espacio libre entre el patrón y la parte injertada. La zona de la herida del patrón es rodeada y cubierta en parte por este tejido intermedio en estadio puede existir ya un contacto entre el patrón y la variedad injertada. La segunda fase: aumenta la presión entre ambas partes debido al mayor crecimiento del tejido intermedio. El brote se ha comportado hasta ahora de una forma pasiva. La tercera fase: partiendo del tejido intermedio del patrón se forman unas cuñas de crecimiento que se dirigen hacia el tejido de la corteza o yema injertada. A continuación, se desarrollan los puentes de parénquima. Ahora tiene lugar el primer trasvase de agua hacia la zona exterior leñosa de la púa (aún un sistema de emergencia) gracias a estos puentes de parénquima lo que provoca la primera reacción positiva de la parte injertada. El cambium del cultivar injertado recibe un nuevo impulso y comienza gradualmente su proceso de división celular, después del cual se

produce la unión de ambos cambiums a través de los puentes de parénquima. Este cambium recién aparecido comienza a formar xilema hacia el interior. Cuando se han formado ya unos puentes leñosos, gracias a la acción del cambium se establece el suministro de agua a través de ellos.

### **2.2.11 Supervivencia**

En muchas especies, la exposición a una temperatura superior a la óptima, pero moderada, induce en la planta una respuesta adaptativa llamada aclimatación. Esta respuesta involucra una reprogramación molecular profunda que permite a la planta soportar temperaturas que, en otra situación, serían letales. Si se exponen directamente a temperaturas severas, las plantas establecen también una respuesta, pero, en este caso, esa reprogramación no es lo suficiente efectiva como para permitir su supervivencia. (UPM, 2015)

### **2.2.12 Mortalidad**

Se conoce como tasa de mortalidad a un índice creado para reflejar la cantidad de defunciones por cada mil individuos de una determinada comunidad en un periodo de tiempo concreto (por lo general, doce meses). Es habitual mencionar a este indicador demográfico como tasa bruta de mortalidad o, simplemente, como mortalidad. Es importante destacar además que las tasas de mortalidad están vinculadas de manera inversa a la esperanza de vida al momento de llegar al mundo: a más esperanza de vida, más baja es la tasa de mortalidad. (Pérez, 2012, p.2)

Se suele considerar que una tasa de mortalidad es alta cuando se ubica por arriba del 30%; moderada si oscila entre el 15% y el 30%; y baja si no supera el 15%. La denominada tasa de mortalidad específica, por último, es una proporción que señala cuántos individuos mueren por un motivo concreto durante un lapso específico de tiempo. La intensidad de la mortalidad hace que la tasa pueda expresarse por 1.000, por 10 mil o hasta por 100 mil individuos. Se denomina tasa de letalidad al porcentaje de individuos que pierden la vida por una determinada causa entre quienes la padecen en un momento y una región específicos. (Pérez, 2012, p.2)

### **2.2.13 Desarrollo**

Uno de los aspectos más fascinantes de los organismos vivos es su capacidad para crecer y desarrollarse. La síntesis continua de macromoléculas a partir de iones y moléculas pequeñas no

sólo conduce a la formación de células más grandes sino también más complejas. Más aún, no todas las células crecen y se desarrollan de igual forma, lo que resulta en una planta madura compuesta por numerosos tipos de células. Se puede definir al crecimiento como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa. Para que exista crecimiento no basta con que se haya producido división celular, dado que la simple división de una célula no constituye un aumento de volumen o masa. (Courtis, 2014, p.1)

El conocimiento de las dimensiones longitudinal y transversal del fuste, resulta imprescindible para cuantificar el volumen de madera o la biomasa de un árbol. Esas dimensiones son la altura y la superficie de las secciones transversales en determinados puntos del tronco. La forma más sencilla de conocer el tamaño de la sección de un tronco es mediante la medición de su diámetro, que es la variable dendrométrica más sencilla de medir. El diámetro está directamente relacionado con el volumen y otros parámetros fundamentales del árbol, por lo que se considera una medición básica en cualquier estudio dendrométrico. (Juárez, 2014, p.12)

#### 2.2.13.1 *Altura*

La importancia de la medición de la altura de los árboles, radica en el hecho de que, con esta variable, junto con el diámetro normal, es posible estimar otras importantes variables del árbol individual y, por extensión, también de la masa, como el volumen de madera, el volumen de leña o biomasa. Además, la altura de cada individuo constituye el estrato dominante de una masa. La altura de un individuo también se emplea, entre otras cosas, para:

- Obtener la curva de alturas de la masa, que relaciona la altura de un árbol con su diámetro normal ( $h = f(d)$ ).
- Calcular diversos parámetros de forma que son indicadores de la estabilidad mecánica del árbol (Coeficiente de esbeltez).
- Determinar la calidad de sitio.
- Clasificar una masa forestal por su jerarquía o status sociológico. (Juárez, 2014, p.22)

#### **a) Métodos directos**

La medición no puede realizarse a distancia. Los procedimientos más habituales son la escalada del árbol y el empleo de jalones y pértigas telescópicas. (Juárez, 2014, p.24)

## **b) Métodos indirectos**

La medición se efectúa a distancia, a través de instrumentos llamados hipsómetros, que pueden ser contruidos por semejanza de triángulos (Principios geométricos) o relaciones angulares de triángulos rectángulos (Principios trigonométricos). Los instrumentos contruidos por principios geométricos producen errores de estimación de hasta el 5 % del valor real. Los contruidos por principios trigonométricos, son normalmente instrumentos ópticos basados en la relación de ángulos y de un lado de un triángulo. (Juárez, 2014, p.24)

### *2.2.13.2 Diámetro*

El diámetro  $d$ , es la variable más habitualmente medida en los inventarios forestales y se suele expresar en centímetros o milímetros. A lo largo del fuste de un árbol, y considerando que las secciones fuesen circulares, se podría medir un diámetro en cada uno de sus puntos. De todos ellos, el denominado diámetro normal o diámetro a la altura del pecho (medido a la llamada altura normal, que se fija a 1,30 m sobre el nivel del suelo) es, probablemente, la medición más común en árboles en pie. Puesto que en la práctica la mayor parte de las veces la sección del fuste no es circular, se pueden obtener medidas diferentes para el diámetro dependiendo de la dirección en la que se realicen, Debido a esto y para minimizar el error, la medición del diámetro se suele realizar en dos ejes diferentes. Cuando las secciones fuesen claramente elípticas esos dos ejes deberían ser el mayor y el menor de la sección. En otros casos se deberían medir el diámetro del eje mayor y el perpendicular a este, o bien los diámetros de cualquier par de ejes perpendiculares, aunque lo habitual es establecer a priori un punto o dirección de medición del diámetro en el árbol y luego medir el diámetro perpendicular. (Juárez, 2014, p.13)

### *2.2.13.3 Inclinación*

Otras variables medidas son de tipo cuantitativo y se determinan realizando mediciones en campo. Entre estas variables se encuentran la inclinación general (IG, medida en grados sexagesimales) y la inclinación en la base (IB, grados sexagesimales). La primera de ellas mide la inclinación general del individuo, tomada desde el suelo hasta el otro extremo donde se sitúe la yema que hace la función de yema terminal. Sin embargo, la llamada inclinación en la base, determina la inclinación que presenta el individuo únicamente al comienzo del tronco. Por esta razón, la inclinación general puede resultar en 0° pese a que en ciertas partes del tronco se observen curvaturas. (Fernández, 2018, p.34)

#### 2.2.13.4 Rectitud

Un árbol con fuste recto permitirá obtener un aprovechamiento óptimo de madera. Para que ello ocurra, es necesario utilizar procedencias que genéticamente tiendan a ser rectas o evitar condiciones que generen pérdidas de guía o inclinaciones. La rectitud en el tronco de plantas jóvenes no está necesariamente correlacionada con la que tendrán en su estado adulto debido a que varios factores externos pueden afectar a la forma del tronco a lo largo de su vida (viento, nieve, etc.). Sin embargo, siempre que una planta sufre una inclinación, se desencadenan complejos procesos de reorientación para recuperar la verticalidad. (Fernández, 2018, p.14)

#### 2.2.13.5 Clorosis

La clorosis es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila. Las causas posibles de la clorosis son el drenaje insuficiente, las raíces dañadas, las raíces compactadas, la alcalinidad alta y las deficiencias nutricionales de la planta. Las deficiencias nutricionales pueden ocurrir debido a que el suelo no es rico en nutrientes o porque estos no están disponibles por el pH alto (suelo alcalino). También es posible que los nutrientes no puedan absorberse porque las raíces de las plantas están dañadas o poco desarrolladas. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

El nutriente que suele faltar cuando se manifiesta la clorosis es el hierro. La falta de manganeso o de zinc en la planta también resulta en clorosis. La manera de distinguir la deficiencia de hierro de la de zinc o manganeso es observando cuál follaje se tornó clorótico primero. La clorosis por falta de hierro comienza en las hojas más jóvenes o terminales y luego avanza hacia las hojas más viejas. Sin embargo, las deficiencias de manganeso y zinc se manifiestan en las hojas internas o más viejas primero y después en las de afuera. Las plantas necesitan hierro para producir la clorofila. La clorofila les da a las hojas el color verde y es esencial para que la planta produzca los alimentos necesarios para crecer. El hierro también es necesario para varias funciones enzimáticas que manejan el metabolismo y la respiración de la planta. El hierro se torna más insoluble a medida que el pH del suelo aumenta por encima de 6.5 a 6.7 (7.0 es neutro; menos de 7.0 es ácido; arriba de 7.0 es alcalino). En la mayoría de las plantas el hierro puede absorberse solamente como un ion libre ( $Fe^{++}$ ) cuando el pH está entre 5.0 y 6.5. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

Otros elementos como el calcio, el zinc, el manganeso, el fósforo o el cobre en grandes cantidades en el suelo pueden fijar el hierro y, por lo tanto, la planta no puede disponer de este. Sin embargo, la falta de potasio en la planta reducirá la disponibilidad de hierro para esta. La falta de hierro

suficiente en el suelo también es un problema. Tanto las plantas herbáceas como las leñosas son susceptibles a la clorosis. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

### **Síntomas**

Los síntomas pueden variar dependiendo de varios factores. Cuanto más alto sea el pH, más clorótica será la planta. En general, cuanto más tiempo dura la clorosis en la planta, más grave se torna. Comúnmente, la clorosis leve comienza como una decoloración (de verde claro a verde lima) del tejido internerval mientras que el color amarillo indica un problema más grave. En algunos casos, se torna clorótica una sola parte de la planta. Las zonas afectadas (o la planta entera) pueden atrofiarse o dejar de producir flores y frutos. Además, las hojas cloróticas suelen enfermarse y escaldarse. La clorosis severa causa el amarillamiento de los nervios foliares, luego la necrosis de la hoja, después la de la rama y, por último, la de la planta. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

### **Control**

El tratamiento de la clorosis varía según la causa. Si la clorosis se debe a la compactación del suelo, al drenaje insuficiente, al poco desarrollo de las raíces o a que estas están dañadas habrá que airear el suelo, labrarlo, agregarle mulch, etc. Las deficiencias nutricionales pueden tratarse de varias maneras. La aplicación foliar de nutrientes ya sea en forma de solución soluble en agua o como quelatos puede corregir el problema por un tiempo, pero sólo afectará a las hojas que estén presentes cuando se haga la aplicación. Las hojas que se desarrollen y crezcan después de realizado el tratamiento no recibirán los beneficios. Por lo tanto, para mantener el follaje verde harán falta varios tratamientos cada estación de crecimiento. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

Otro método es la aplicación en el tronco. Este método es rápido y puede durar varios años. Sin embargo, hay que esperar 30 días antes de ver los primeros resultados. Los nutrientes pueden incorporarse al árbol a través del tronco de dos maneras. Ambos métodos se hacen agujereando el tronco, la cantidad de agujeros depende del diámetro del tronco. El primer método de aplicación consiste en atar a los agujeros recipientes con tubos. El movimiento de agua en el árbol ayudará a llevar los nutrientes al tronco. Una vez que los recipientes se vacían, se retiran y se tapan los agujeros. El otro método consiste en clavar cápsulas plásticas en los agujeros. Estas cápsulas están diseñadas para permanecer en el árbol. En ambos casos, es recomendable contratar a un profesional para hacer las aplicaciones en los troncos. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

El último método para tratar la clorosis es a través del tratamiento del suelo. Es necesario realizar análisis del suelo para determinar el pH como así también la disponibilidad de nutrientes relacionados con la clorosis. Teniendo en cuenta el análisis del suelo, el pH puede corregirse o se pueden aplicar los nutrientes necesarios haciendo agujeros en el suelo a un ángulo de 45 grados hasta 12 pulgadas de profundidad comenzando a tres a cinco pies del tronco y alcanzando la altura total del árbol o cuanto permitan los límites de la propiedad, los cimientos, las calles y las veredas. (Universidad de Illinois, 2022, p.1)

#### 2.2.13.6 Las Plagas y enfermedades

Generalmente se presentan por falta o error de fertilización. En Ecuador se presentan las siguientes:

##### a) Plagas

Defoliadores:

Medidor (polilla)	<i>Leucolopsis sp.</i>
Medidor (polilla)	<i>Neotherina sp.</i>
Polilla nocturna	<i>Copaxa medea</i>
Medidor de musgo	<i>Nemoria omphax</i>
Larva del triángulo	<i>Gaujonia arbori</i>
Escarabajo de las acículas	<i>Eurymetopellus sp.</i>

Insectos del floema:

Coleóptero de la corteza	<i>Leiopus superstes</i>
Taladrador	<i>Paramallocera ilinizae</i>
Insectos de la madera:	
Escarabajo negro	<i>Hexaphyllum seguyi.</i> (Estrada, 1997, p.62)

##### b) Enfermedades

Pudrición del pie	<i>Damping-off</i>
Quemadura de acículas	<i>Dothistroma sp.</i>
Manchas de acículas	Género: <i>Lophodermium</i> <i>Pestalotia</i>

	<i>Hypodermella</i>
	<i>Strasseria</i>
	<i>Naemacyclus</i>
Muerte descendente	<i>Diplodia pinea</i>
Marchitez descendente	Géneros: <i>Phomopsis</i>
	<i>Curvularia</i>
	<i>Sclerophoma</i>
	<i>Speggazinia</i>
Marchitez	<i>Apospheria hominalis</i>
Chancro	<i>Nectria sp.</i> (Estrada, 1997, p.62)

#### Investigaciones relacionadas

Clonación de árboles maduros de *Pinus leiophylla* SCHIEDE EX SCHLTDL. ET CHAM. de un huerto semillero sexual:

Se utilizaron patrones de planta correspondientes a 1, 2 y 4 años de edad con procedencia del Estado de México y seis meses antes de realizar los injertos, toda la planta patrón, independientemente de su edad, se trasplantó en condiciones homogéneas a bolsa de polietileno negra de 4.5 litros con una mezcla de sustrato de turba (Kekila), tierra negra, perlita (agrolita) y vermiculita en una proporción 70-10-10-10, respectivamente, adicionándole 5 g L-1 de fertilizante de liberación controlada de 8-9 meses de acción (osmocote) con la fórmula 15-9-12. Las púas se recolectaron del árbol madre de las ramas del primer tercio de la copa con tijeras de podar con extensión y solo se recolectaron las que iban a ser injertadas ese mismo día. (González, 2017, p.17)

Después de 60 días, el PI varió de manera significativa ( $p \leq 0.05$ ) según el genotipo, la edad del patrón y el tipo de injerto. El genotipo 51 obtuvo el mayor PI con 57.2 %, mientras el peor resultó ser el 168 con solo 29.4 %. Los patrones de 1 año tuvieron el mayor PI con 59.2 %, comparado con los de 2 y 4 años con 52.1 y 31.3 %, respectivamente. El estado de desarrollo de la púa no tuvo efecto significativo; sin embargo, el “estado 1” mostró un porcentaje mayor de PI de 51.9 % comparado con el “estado 2” con 43.1 %. (González, 2017, p.9)

A los 60 días de haber realizado los injertos, en general para todo el experimento (720 injertos) en la categoría de injerto “vivo con respuesta”, “vivo sin respuesta” y “muerto”, se obtuvieron 47.5 %, 3.75 % y 48.75 %, respectivamente. De los injertos “vivos con repuesta” correspondientes

a los injertos considerados como prendidos, tres de los factores probados (genotipo, edad del patrón y tipo de injerto), así como algunas de sus interacciones mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el prendimiento de los injertos (PI) de *P. leiophylla*; mientras que el factor púa en esa misma categoría no presentó diferencias significativas. (González, 2017, p.27)

No se encontraron diferencias entre los dos estados de la púa probados; sin embargo, el “estado 1” mostró un porcentaje mayor de PI de 51.9 % y “estado 2” 43.1 %, no obstante, el “estado 1” es recomendable, por ser más práctico su manejo, particularmente al hacer los cortes en forma de bisel. (González, 2017, p.31)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Enfoque de Investigación

Es una investigación propuesta para dar respuesta a problemas que presentan los productores.

#### 3.2 Nivel de Investigación

En una investigación básica de tercer nivel para la obtención de título de pregrado.

#### 3.3 Diseño de Investigación

El diseño experimental que se aplicó fue un Diseño completo al azar.

Hubo cuatro tratamientos con diez repeticiones.

Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2017.

**Tabla 1-3:** Descripción de los tratamientos utilizados en el ensayo llevado a cabo en junio 2022.

Tratamiento	Código	Descripción
1	B1T1(A+35)	Árbol plus A+35 – injerto sin protección
2	B1T1(A+35)	Árbol plus A+35 – injerto con protección
3	B1T1(A+35)	Árbol plus H6 – injerto sin protección
4	B1T1(A+35)	Árbol plus H6 – injerto con protección

Realizado por: Cunalema, Morelia, 2022.

##### 3.3.1 Variables a evaluar

###### 3.3.1.1 Porcentaje de supervivencia

La información fue determinada en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición, de la siguiente manera, Primer dato se tomó a los 8 días, segundo a los 15 días, tercer a los 22 días, cuarto a los 30 días, quinto a los 37 días, sexto a los 44 días, séptimo a los 51 días y octavo dato a los 58 días de haber transcurrido la investigación, se contabilizó los injertos muertos y vivos. Los valores se expresan en porcentaje.

**Tabla 2-3:** Categoría utilizada para la evaluación de la variable supervivencia de las plantas.

<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje de supervivencia</b>
Muy bueno	80 – 100%
Bueno	60 – 100%
Regular	40 – 59%
Malo	< 40%

**Fuente:** Centeno, 1993, p.79

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación (López, 2015, p.9).

$\% \text{ supervivencia: } \frac{Pv}{(pv + pm)} * 100$
---

**Donde**

**Pv:** plantas vivas

**Pm:** plantas muertas

### 3.3.1.2 *Altura de púas*

Se evaluó la altura de la púa con regla desde el punto donde se realizó el corte al patrón hasta el ápice de la púa, se colocó una marca guía para las posteriores mediciones para evitar posibles variaciones en la toma de datos en todas las unidades experimentales, el intervalo de tiempo para la toma de datos fue de la siguiente manera, Primer dato se tomó a los 37 días, segundo dato a los 44 días, tercer dato a los 51 días y cuarto dato a los 58 días de haber transcurrido el ensayo. Las mediciones se expresaron en centímetros.

### 3.3.1.3 *Clorosis de púas*

Para el levantamiento de información de la variable clorosis se pondero valores, el intervalo de tiempo para la toma de datos fue de la siguiente manera, Primer dato se tomó a los 37 días, segundo dato a los 44 días, tercer dato a los 51 días y cuarto dato a los 58 días de haber transcurrido el ensayo.

**Tabla 3-3:** Categoría utilizada en el ensayo para la evaluación de la variable clorosis.

<b>Categoría</b>	<b>Coloración</b>	<b>Ponderación</b>
Sin clorosis	Verde	0
Con clorosis leve	Verde agua	1
Con clorosis media	Amarillento	2
Con clorosis alta	Tomate	3

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

#### 3.3.1.4 *Rectitud de púas*

Para el levantamiento de información de la variable clorosis se pondero valores, el intervalo de tiempo para la toma de datos fue de la siguiente manera, Primer dato se tomó a los 37 días, segundo dato a los 44 días, tercer dato a los 51 días y cuarto dato a los 58 días de haber transcurrido el ensayo.

**Tabla 4-3:** Categoría utilizada en el ensayo para la evaluación de la variable rectitud de la púa.

<b>Categoría</b>	<b>Angulo</b>	<b>Ponderación</b>
Recto	90°	0
Inclinado	45° - 89°	1
Virado	< 44°	2

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

#### 3.3.1.5 *Procesamiento y análisis de los datos*

Todos los datos de la libreta de campo fueron transferidos a una hoja de cálculo EXCEL, en la cual se procedió al análisis de la información mediante el uso del programa estadístico INFOSTAT versión 2017. El primer paso del procedimiento consistió en aplicar estadística descriptiva para obtener el valor del resultado de las variables estudiadas. Posteriormente, se procedió a realizar un análisis de varianza estadística no paramétrica (Kruskal Wallis) para la variable supervivencia, posteriormente se realizó estadística paramétrica análisis DCA (ANOVA) para determinar diferencias significativas que permitieron determinar cuál de los tratamientos en estudio ejerció mayor significancia en relación a las variables de interés evaluadas (altura, rectitud y clorosis). Para la redacción del documento final se utilizó el programa Microsoft Word.

### 3.4 **Según La Manipulación o No De La Variable Independiente**

Es una investigación de tipo experimental

### ***3.4.1 Según las Intervenciones en el trabajo de Campo***

La investigación tendrá una intervención de tipo longitudinal.

### **3.5 Tipo de Estudio**

El presente trabajo es de tipo investigativo en campo

### **3.6 Población y Planificación, Selección y Cálculo Del Tamaño De La Muestra**

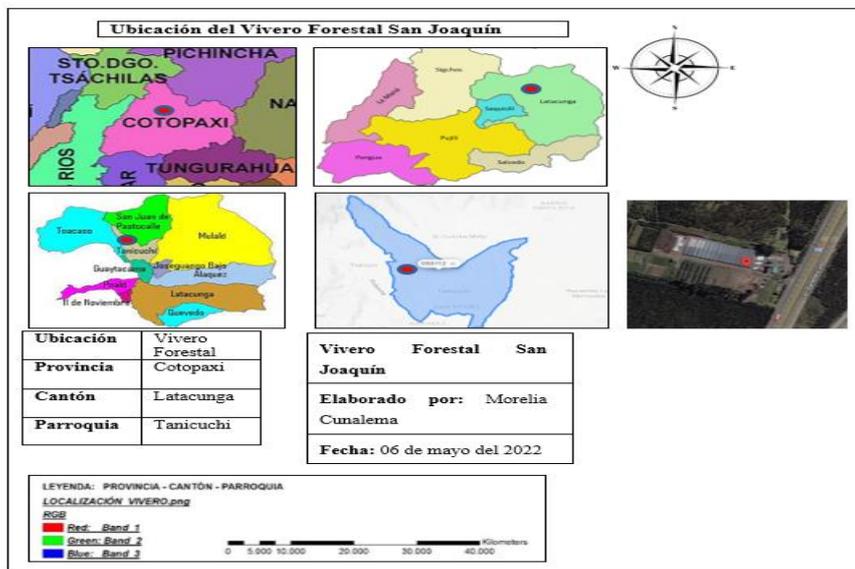
Se tomó como unidad experimental plantas de 1 año de edad en fundas de 2 libras en las cuales se realizó la injertación.

### **3.7 Métodos, Técnicas e Instrumentos De Investigación**

#### ***3.7.1 Materiales y métodos***

##### ***3.7.1.1 Características del lugar***

## Localización



**Ilustración 1-3:** Localización del Vivero San Joaquín en donde se va a desarrollar el ensayo

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

## Características climatológicas

**Temperatura media anual:** aproximadamente 9,5 y 12.5°C

**Precipitación media anual:** 1200mm (Escobar. S, 2018: pp:215)

### 3.7.1.2 Materiales y equipos

#### Campo

- Agua, Alcohol, Bolsa de Polietileno, Botiquín, Caja de Aislapol, Esfero, Elástico para inyección, Etiquetas, Hilo nilón, Lápiz, Libreta de campo, Papel absorbente, Pinza de ropa, Porta bisturí y bisturíes N°24 con mango, Regla, Teflón, Tijera, tijera de cortar púas.

#### Equipos de campo

- Cámara fotográfica Celular (J2 core), Sensor de temperatura y humedad (HT. w SENSOR)

#### Oficina

- Borrador, Calculadora (CASIO fx-350 ES PLUS), Computadora (hp corei5), Hojas (A3),

Lápiz, Libreta.

### 3.7.1.3 Metodología

#### **Especificaciones del campo experimental**

- Números de total de unidades experimentales: 40
- Bloques: 2
- Forma de las parcelas: cuadrada

#### **Para el cumplimiento del primer objetivo**

Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó la metodología (Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal, 2018) que consistió en:

#### **Fase de injertación**

- El proceso se inició con la recolección del material vegetativo o púas desde el tercio superior de la copa de árboles seleccionados como superiores o árboles plus, los cuales están en el huerto clonal el cual está ubicado en predios perteneciente a la Empresa Aglomerados Cotopaxi.
- Planta patrón o porta injertos se forma a partir de una planta de semilla, cuando tiene una altura de 10 a 12 cm se replica a bolsa de 2-3 litros con sustrato. Se debe procurar que cada planta tenga un espacio suficiente entre ellas para que se formen ramas basales, e incluso hacer topping del brote terminal para fomentar la brotación basal y/o aumentar el diámetro del tallo.
- La altura de la planta al momento de la injertación fue de entre 30 y 40 cm. El diámetro en la zona de injertación de estas plantas estuvo en un rango de entre 5 a 8 mm, lo cual dependió del tipo de púa que se colectó. Lo importante es que siempre el diámetro de púa sea igual o menor que el de la planta patrón.
- **Preparación púa:** Se retiró las acículas de la zona de corte cuidando de no producir heridas en la corteza, no se debe tirar hacia atrás ya que esto raja el tejido, sino más bien tirarlas hacia arriba, como arrancándolas. Con las púas que presentaron estróbilos, se procedió de igual forma, siempre evitando el daño de la corteza. La mejor época de colecta de púas es cuando el

brote terminal de la rama aun no comienza la elongación de las acículas.

- El tamaño de la púa recolectada fluctuó entre 6 y 10 cm, considerando que el corte de unión debe ser entre 4 y 5 cm.
- **Preparación y corte planta patrón:** Se Seleccionó plantas patrón que tenían el diámetro igual o superior al diámetro de la púa, con ramas o abundantes acículas en la zona basal. Sobre 20 a 25 cm de altura de la planta tomada desde la base hacia arriba, se limpió el tallo de acículas liberando una zona de entre 4-5 cm, procurando no provocar heridas de rasgado área donde se hizo el corte para introducir la púa.
- Se decapito la planta, y se despejo de acículas la zona de unión y se realizó un corte de 4 a 5 cm de forma longitudinal de arriba hacia abajo por la parte central del tallo de la planta.
- Para evitar la oxidación del corte se utilizó una pinza de ropa.
- **Corte preparación Púa:** Se realizó un corte en forma de doble bisel o cuña, para esto se tomó la púa y se hizo una incisión limpia de arriba hacia abajo por un lado y luego por el otro, evitando tocar con los dedos el tejido expuesto. El corte tuvo de 4 a 5 cm de largo, de esta forma habrá una buena superficie de contacto entre púa y patrón.
- Finalmente, se colocó la púa en la incisión de la planta patrón procurando que ésta quede en línea con el borde del tallo de la planta patrón, de manera que queden en estrecho contacto de ambos cambiums, nunca colocar la púa en el centro sin que haya una alineación de al menos uno de los bordes. Para asegurar la posición, se utilizó una pinza de ropa y luego se procedió con el embarrilado con elástico biodegradable o papel Parafilm.
- En cada bloque la mitad del total de unidades experimentales se colocó una funda en la parte del injerto. La funda es transparente de 15X20 cm transparente.

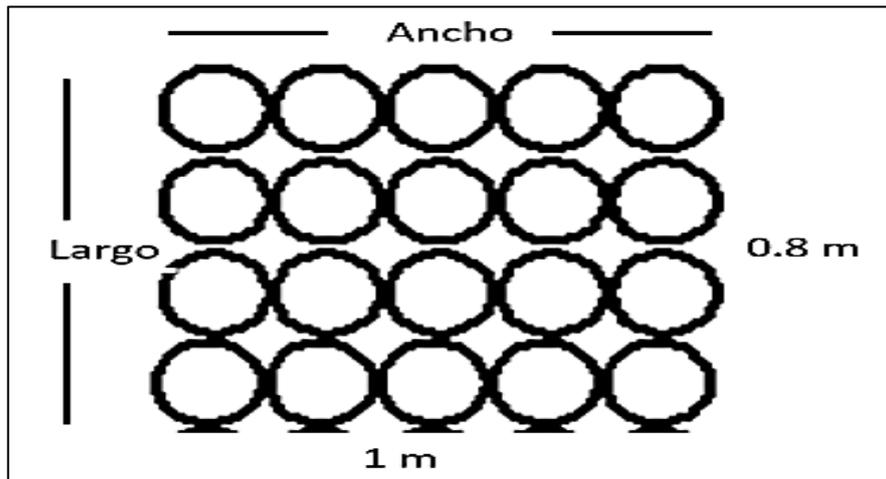
### **Cuidados posteriores**

1. Se mantuvo un calendario de control sanitario en el área de injertación.
2. Control adecuado de riego. Se realizó el riego a la maceta, así se evitó mojar la zona de unión.
3. Las ramas basales deben estar siempre bajo el nivel del embarrilado, de esta forma no competirá en desarrollo con la púa.

### Fase Ubicación de bloques

- Una vez realizados los injertos se los llevó el 100% a condiciones controladas en camas dentro de un micro túnel, este estuvo cubierto por sarán a una altura de 2 m.
- Se instaló el sensor de Temperatura y Humedad

### Esquema del ensayo en campo



**Ilustración 2-3:** Esquema de la ubicación de cada injerto dentro del bloque.

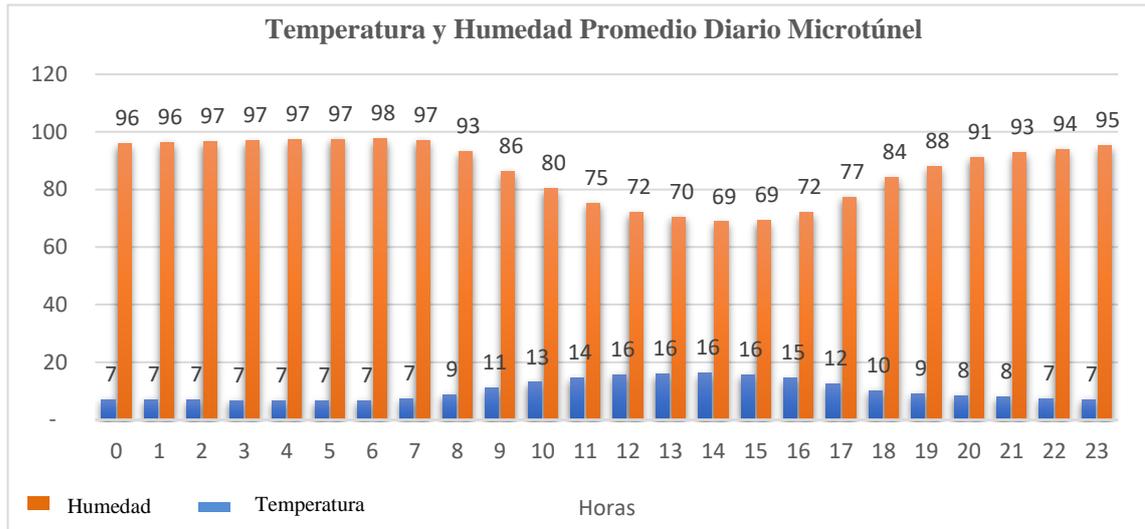
**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados y Análisis Estadístico

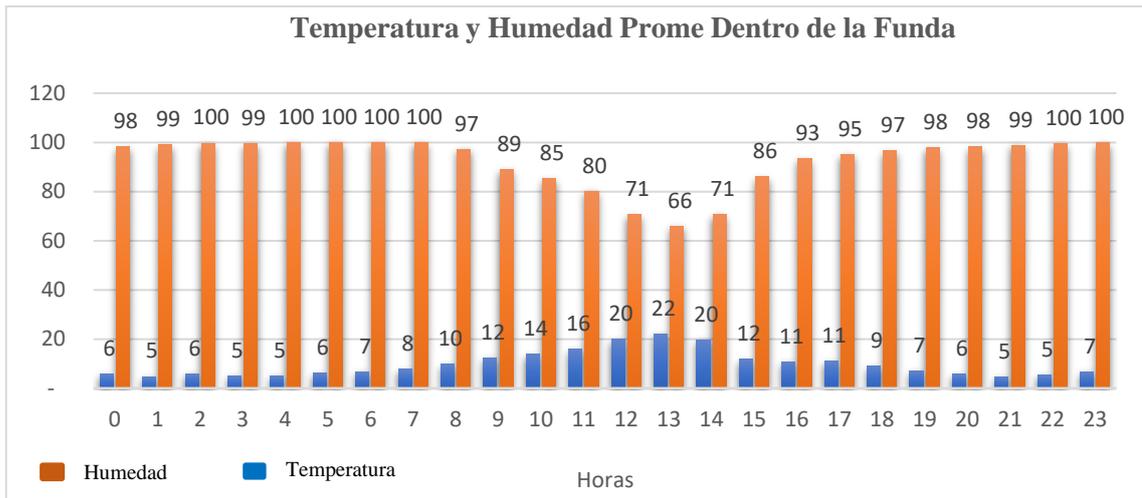
##### Condición Climática



**Ilustración 3-4:** Promedio de temperatura y humedad registradas en el Microtúnel durante 24 horas desde 17 junio a 05 agosto del 2022.

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

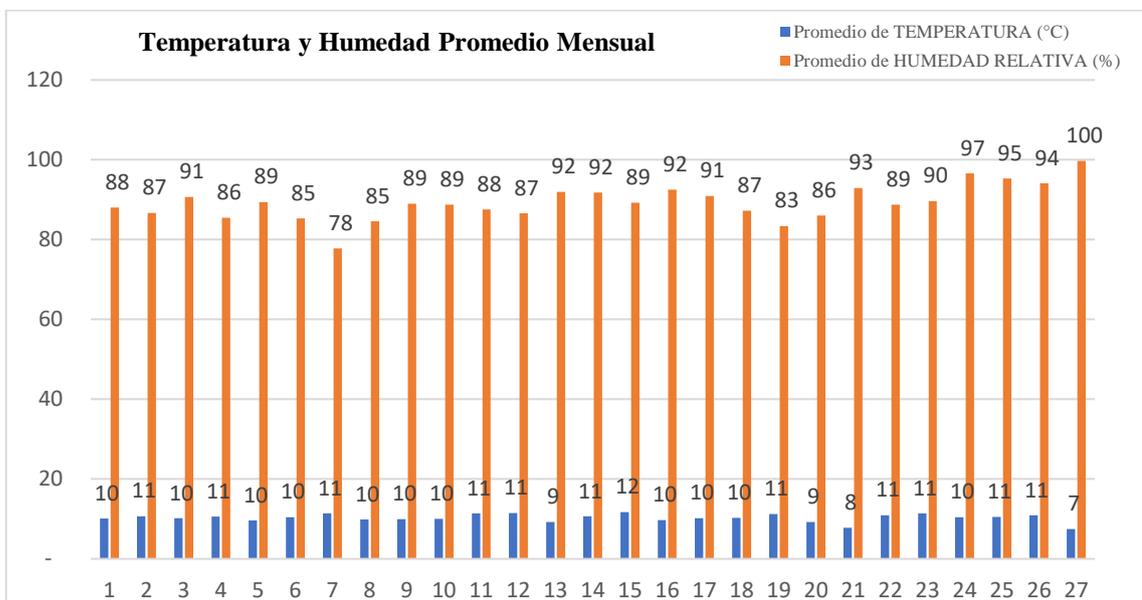
En el promedio de la lectura diaria de la temperatura y la humedad dentro del Microtúnel proporcionada de la Estación Climatológica de la Empresa Aglomerados Cotopaxi (**Ilustración 3-4**), se visualizó que estas varían de acuerdo al transcurso del día es decir que en las horas de medio día se observó una humedad que tiende a bajar y la temperatura tiende a subir.



**Ilustración 4-4:** Promedio de temperatura y humedad registradas dentro de la funda durante 24 horas desde 17 junio a 05 agosto del 2022

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

En el promedio de la lectura de la temperatura y la humedad dentro de la funda proporcionada de la Estación Climatológica de la Empresa Aglomerados Cotopaxi (**Ilustración 4-4**), se visualiza que estas tienden a variar mucho más que las lecturas registradas en el Microtúnel, en las cuales se logró visualizar que al registrarse un descenso en la humedad hasta un 65 % lo cual provoca que la temperatura suba en un promedio de seis grados centígrados.



**Ilustración 5-4:** Promedio de la variación de temperatura y humedad registradas fuera del Microtúnel desde 17 junio a 05 agosto del 2022.

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

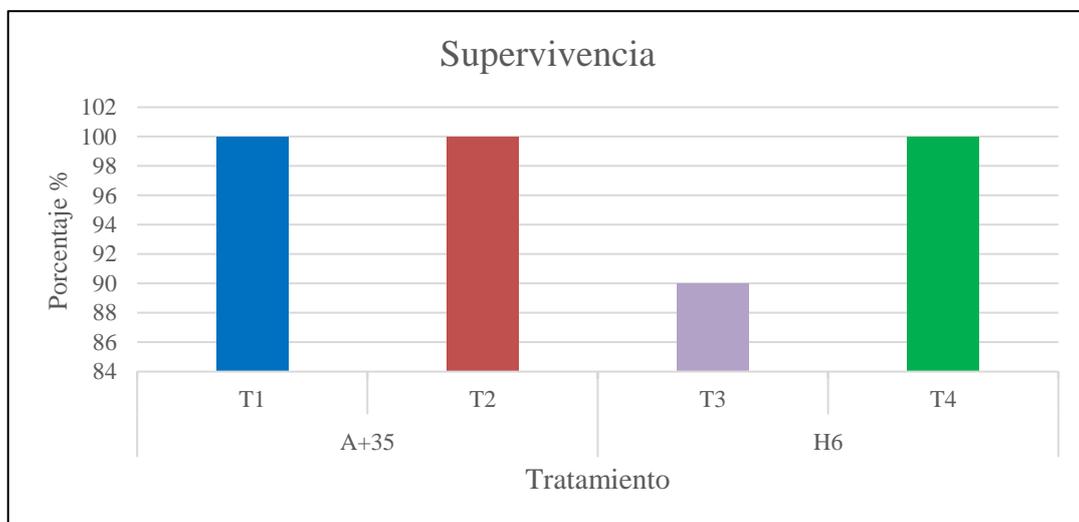
La evaluación de temperatura y humedad fuera del Microtúnel proporcionada por la Estación

Climatológica de la Empresa Aglomerados Cotopaxi, se midió de la fecha de instalación del ensayo hasta la octava semana en la última toma de datos, en la cual se puede evidenciar un porcentaje de humedad alto y de temperatura bajo estos porcentajes tienden a variar a medio día en donde la humedad baja y la temperatura tiende a subir (**Ilustración 5-4**).

#### 4.1.1 Para el cumplimiento del primer objetivo

Evaluar el porcentaje de supervivencia de los injertos de hendidura para la especie *Pinus radiata* D. Don en el vivero perteneciente a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

##### 4.1.1.1 Supervivencia de injertos



**Ilustración 6-4:** Gráfico de la variable supervivencia con los tratamientos de Injertos durante 8 semanas.

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

Posterior a la última evaluación en un periodo de tiempo de 8 semanas, la sobrevivencia del Tratamiento 1 (Árbol plus A+35 – injerto sin protección), Tratamiento 2 (Árbol plus A+35 – injerto con protección) y Tratamiento 4 (Árbol plus H6 – injerto con protección) fue de 100%, mientras que el del Tratamiento 3 (Árbol plus H6 – injerto sin protección) fue de 90%, dando un promedio general de 97,5% (**Tabla 2-3**). El promedio obtenido en el presente está por encima de los encontrados en los ensayos anteriores realizados por Aglomerados Cotopaxi, en el cual se reportó una sobrevivencia de 0%, con una pérdida de 500 patrones y material vegetativo. La baja sobrevivencia que presentó pudo haber sido por las condiciones ambientales no controladas, falta de manejo y control fitosanitario.

#### Análisis Estadístico de Supervivencia

Los resultados que se obtuvieron al analizar la supervivencia de los injertos de púa de *Pinus radiata* después de 50 días, al aplicar análisis de varianza estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, en la cual se obtuvo un, P valor > 0,05.

**Tabla 5-4:** Análisis estadístico de la variable supervivencia de los injertos por tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
1	10	1,00	0,00	1,00	0,22	0,3916
2	10	1,00	0,00	1,00		
3	10	0,90	0,32	1,00		
4	10	1,00	0,00	1,00		

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

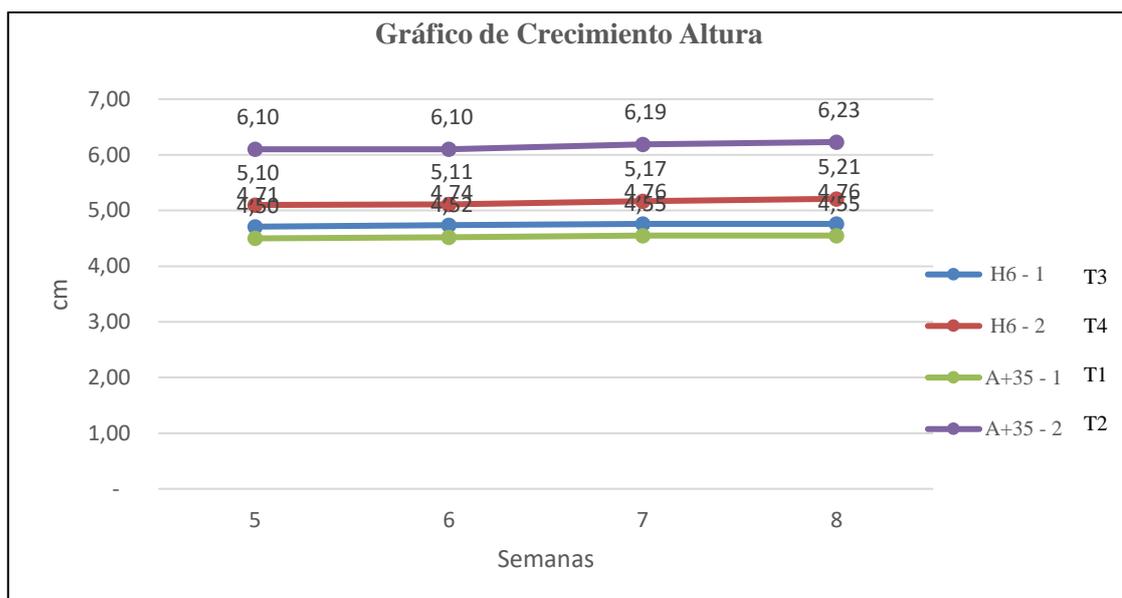
T1 (Árbol plus A+35 – injerto sin protección), T2 (Árbol plus A+35 – injerto con protección), T3 (Árbol plus H6 – injerto sin protección) y T4 (Árbol plus H6 – injerto con protección).

La evaluación estadística de supervivencia de injertos durante ocho semanas, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, ya que el porcentaje de injertos vivos, fue estadísticamente similar entre los tratamientos.

#### **4.1.2 Para el cumplimiento del segundo objetivo**

Evaluar el desarrollo vegetativo de injertos de hendidura en dos condiciones climáticas aplicadas para *Pinus radiata* D. Don en el vivero perteneciente a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

##### **4.1.2.1 Altura de injertos**



**Ilustración 7-4:** Gráfico de la variable altura promedio en crecimiento por tratamiento medido de la semana 5 a la 8.

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

En la gráfica de desarrollo de crecimiento en altura **Ilustración 7-4**, se visualizar que el T1 (Árbol plus A+35 – injerto sin protección) tuvo un crecimiento de 0,5 mm, el T2 (Árbol plus A+35 – injerto con protección) tuvo un crecimiento de 1,3 mm, el T3 (Árbol plus H6 – injerto sin protección) tuvo un crecimiento de 0,5 mm y el T4 (Árbol plus H6 – injerto con protección) tuvo un crecimiento de 1.1 mm.

#### **Análisis Estadístico de la variable Altura a las cinco semanas**

Los resultados que se obtuvieron al analizar la variable altura de los injertos de púa de *Pinus radiata* a la semana 5, al aplicar análisis de varianza estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, en la cual se obtuvo un, P valor > 0,05.

**Tabla 6-4:** Análisis estadístico de la variable altura de los cuatro tratamientos a la semana 5.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
1	10	4,50	0,72	4,35	4,82	0,1839
2	10	6,10	2,45	5,20		
3	9	5,23	0,93	5,40		
4	10	5,10	0,59	4,95		

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

La evaluación estadística no paramétrica Kruskal Wallis para la variable altura a la semana 5 de la injertación, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, obteniendo un p valor de  $0,1839 > 0,05$  (**Tabla 6-4**).

#### **Análisis Estadístico de la variable Altura a las ocho semanas**

Los resultados que se obtuvieron al analizar la variable altura de los injertos de púa de *Pinus radiata* a la semana 8, al aplicar análisis de varianza estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, en la cual se obtuvo un, P valor  $> 0,05$ .

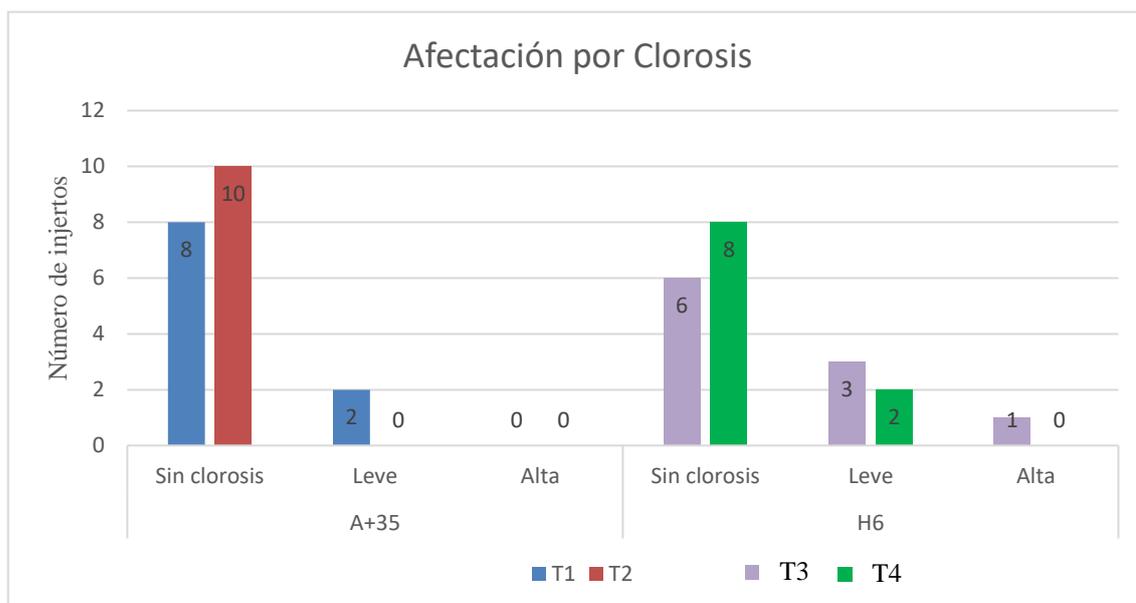
**Tabla 7-4:** Análisis estadístico de la variable altura de los cuatro tratamientos a la semana 8.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
1	10	4,55	0,68	4,40	5,35	0,1465
2	10	6,23	2,51	5,30		
3	9	5,29	0,91	5,40		
4	10	5,21	0,63	4,95		

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

La evaluación estadística no paramétrica Kruskal Wallis para la variable altura a la semana 8 de la injertación, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, obteniendo un p valor de  $0,1465 > 0,05$  (**Tabla 7-4**).

#### 4.1.2.2 *Clorosis de injertos*



**Ilustración 8-4:** Gráfico de la variable clorosis de individuos con afectación por tratamiento de la semana 5 a la 8.

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

Según la **Ilustración 8-4**, se puede evidenciar la afectación por clorosis por tratamiento en el cual se tiene que en el T1 (Árbol plus A+35 – injerto sin protección) sin afectación 8 individuos, con afectación leve 2 individuos y con alta afectación 0 individuos. T2 (Árbol plus A+35 – injerto con protección) sin afectación 10 individuos, afectación leve 0 individuos y afectación alta 0 individuos. T3 (Árbol plus H6 – injerto sin protección) sin afectación 6 individuos, afectación leve 3 individuos y afectación alta 1 individuos. T4 (Árbol plus H6 – injerto con protección), sin afectación 8 individuos, afectación leve 2 individuos y afectación alta 0 individuos.

#### **Análisis Estadístico de la variable Clorosis a las ocho semanas**

Los resultados que se obtuvieron al analizar la variable clorosis de los injertos de púa de *Pinus radiata* a la semana 8, al aplicar análisis de varianza estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, en la cual se obtuvo un, P valor > 0,05.

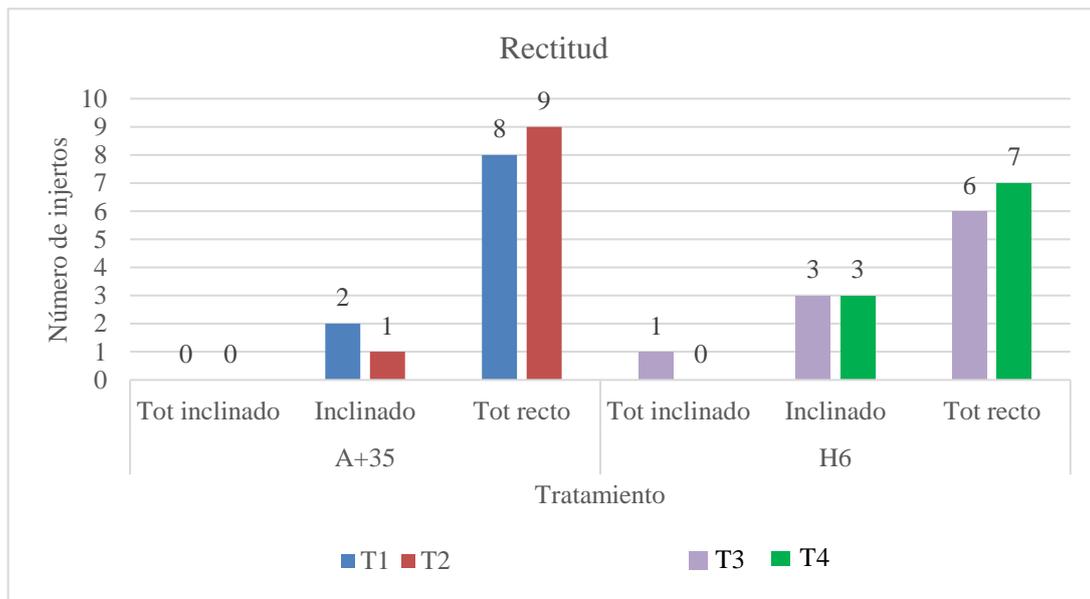
**Tabla 8-4:** Análisis estadístico de la variable clorosis para los tratamientos del ensayo de la semana 5 a la 8.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
1	10	0,20	0,42	0,00	2,46	0,1646
2	10	0,00	0,00	0,00		
3	10	0,60	0,97	0,00		
4	10	0,20	0,42	0,00		

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

La evaluación estadística no paramétrica Kruskal Wallis para la variable clorosis a la semana 5 a la 8 de la injertación, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, obteniendo un p valor de  $0,1646 > 0,05$  (**Tabla 8-4**).

#### 4.1.2.3 Rectitud injertos



**Ilustración 9-4:** Gráfico de la variable rectitud de los individuos por tratamiento de la semana 5 a la 8.

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

Según la **Ilustración 9-4**, se puede evidenciar el número de individuos con inclinación y rectitud. T1(Árbol plus A+35 – injerto sin protección) individuos totalmente rectos 8, individuos inclinados 2 y totalmente inclinados 0. T2(Árbol plus A+35 – injerto con protección) individuos totalmente rectos 9, individuos inclinados 1 y totalmente inclinados 0. T3 (Árbol plus H6 – injerto sin protección) individuos totalmente rectos 6, individuos inclinados 3 y totalmente inclinados 1. T4(Árbol plus H6 – injerto con protección) individuos totalmente rectos 7, individuos inclinados

3 y totalmente inclinados 0. El promedio general es 30 individuos con rectitud total equivalente a un 75%, individuos inclinados 22,5% y totalmente inclinado 2,5%.

### **Análisis Estadístico de la variable Rectitud a las ocho semanas**

Los resultados que se obtuvieron al analizar la variable Rectitud de los injertos de púa de *Pinus radiata* después de 51 días, al aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, es P valor > 0,05.

**Tabla 9-4:** Análisis estadístico de la variable rectitud para los tratamientos del ensayo de la semana 5 a la 8.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>Medianas</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
1	10	1,80	0,42	2,00	2,00	0,3262
2	10	1,90	0,32	2,00		
3	9	1,44	0,73	2,00		
4	10	1,70	0,48	2,00		

**Realizado por:** Cunalema, Morelia, 2022.

La evaluación estadística no paramétrica Kruskal Wallis para la variable clorosis a la semana 8 de la injertación, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, obteniendo un p valor de  $0,3262 > 0,05$  (**Tabla 9-4**).

## **4.2 Discusión**

Un aspecto importante dentro de la metodología utilizada es la parte del árbol de donde se recolecta las púas, en este caso se las recolecto del tercio superior e injertándolos en un patrón de 1 año de edad dando resultados muy buenos en cuanto a supervivencia lo que concuerda con los resultados encontrados por (González, 2017, p.31) el cual probó injertos con protección en patrones de diferentes edades en el cual el que mejor resultados fue el patrón de 1 año de edad.

Los resultados obtenidos con el tratamiento dos colocando una funda plástica transparente en la parte del injerto que se comportó de mejor manera obteniendo un resultado de 100% de sobrevivencia, coincide con el rango de resultados obtenidos por (Loewe, 2018, p. 3) en la cual el ensayo de injertos de pino piñonero (*Pinus pinea*) en patrones de pino piñonero (*Pinus pinea*) y pino piñonero (*Pinus pinea*) en patrones de pino (*Pinus radiata*) en el cual esta combinación

permite aumentar el prendimiento de injertos de pino piñonero en vivero, alcanzando éxitos por sobre el 85% en patrones de *Pinus radiata*.

Los resultados que se obtuvo en porcentaje de supervivencia difiere con los resultados obtenidos por (Smith, 1976, p.2) en el cual en dicho ensayo se hicieron 10.228 injertos en agosto y en febrero de 1976 se acusó una supervivencia de 1.052. Las causas de los valores de supervivencia observada pueden ser: muerte de patrones prematuramente, desecación de los tejidos circundantes de la hendidura y fallas en la ejecución del injerto mismo. El porcentaje que obtuvieron es de 8,62%.

## CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Evaluación De Diferentes Condiciones Climáticas Para El Desarrollo De Un Injerto De Hendidura De *Pinus radiata* d. don, en la empresa aglomerados Cotopaxi s.a.” se llegaron a las siguientes conclusiones.

- De acuerdo a los resultados se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y acepta a hipótesis alternativa ( $H_a$ ), ya que con el tratamiento dos (Funda) los injertos se comportaron de mejor manera.

### En cuanto al primer objetivo

- Estadísticamente las dos condiciones climáticas aplicadas para injertos de *Pinus radiata* D. Don no influyen estadísticamente en la variable supervivencia, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos se determina un 95% de supervivencia en el tratamiento injertos dentro del Microtúnel y 100% en el tratamiento con funda en la sección del injerto, (**Tabla 2-3**), lo cual se puede determinar que presenta una sobrevivencia Muy buena según la clasificación propuesta por Centeno (1993).
- De acuerdo a la lectura Temperatura y Humedad se concluye que el Tratamiento dos (Funda) se comportó favorablemente a la supervivencia ya que se tuvieron lecturas de 0,4 °C en el Microtúnel mientras que dentro de la funda se conserva la temperatura hasta 2 °C, esta conservación de temperatura disminuye la humedad la cual podría generar problemas fitosanitarios.

### En cuanto al segundo objetivo

- Para la variable Altura las dos condiciones climáticas aplicadas para injertos de *Pinus radiata* D. Don, se concluye que los tratamientos en los que se colocó una funda en la sección injertada es en el cual se obtuvo un mayor crecimiento en un 1.3 mm y en el tratamiento sin funda de un 0,5 mm con una diferencia de 0,8 mm de crecimiento favorable en los injertos con funda.
- Para la variable clorosis las dos condiciones climáticas aplicadas para injertos de *Pinus radiata* D. Don, se concluye que hay mayor susceptibilidad de presentar clorosis los injertos en los cuales se dejó en el Microtúnel sin funda, presentan un 30% de afectación, mientras que en el tratamiento con funda se presentó en un 10%, este resultado pudo haber sido por la variación

de temperatura y humedad en el Microtúnel y dentro de la funda, ya que en este último hay una conservación de temperatura.

- Para la variable rectitud las dos condiciones climáticas aplicadas para injertos de *Pinus radiata* D. Don, se concluye que el tratamiento con un porcentaje de individuos con rectitud total es el que se utilizó la funda con un 80% y el tratamiento sin funda un 70% de rectitud total, por lo que se puede decir que los dos tratamientos tienen un porcentaje aceptable.

## RECOMENDACIONES

- Para poder obtener un porcentaje aceptable de supervivencia se recomienda que en la fase de injertación la desinfección de materiales sea minuciosa ya que tanto el patrón como la púa pueden ser expuestos a algún tipo de contaminación al ponerse en contacto con los materiales y manos que no han sido desinfectados debidamente con alcohol.
- El estado fitosanitario de los árboles plus de los cuales se recolectarán las púas deben ser revisados detenidamente ya que para tener un óptimo desarrollo de un injerto luego de haberse unidos los tejidos de esta manera se disminuirá el porcentaje de pérdida por algún tipo de patógeno y se conservarán las características del árbol plus.
- Realizar otros ensayos probando otros tipos de tratamientos en las cuales se pueda conservar unos grados más de temperatura como cajas totalmente selladas con plástico y de esta manera también poder evitar el ingreso de insectos como la babosa que pueden ser portadoras de algún patógeno.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUIRRE, Z. et al.** Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador. *Scielo Perú*, n° 26, (2019), (Ecuador) pp.4.

**ÁLVAREZ, M.** Rosas, guía esencial para el cultivo, el mantenimiento y la renovación de las rosas de su jardín. Buenos Aires, 2005, pp. 112.

**ABELLA, A.** *Plantaciones Forestales: impactos y luchas*. Espiritu Santo. HIVOS (Holanda) y de la Sociedad Sueca para la Conservación de la Naturaleza. Brasil, 1999, pp. 6-10.

**BONILLA VALLE, Mirian Rocío.** Propagación Vegetativa De *Hesperomeles obtusifolia* (pers) lindl (Cerote) Empleando Hormonas De Enraizamiento En El Cantón Otavalo, Provincia De Imbabura [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales. Carrera De Ingeniería Forestal. (Ibarra – Ecuador). 2021. pp. 1-2. [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11892/2/03%20FOR%20337%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

**BONILLA VALLE, Mirian Rocío.** Propagación Vegetativa De *Hesperomeles obtusifolia* (pers) lindl (Cerote) Empleando Hormonas De Enraizamiento En El Cantón Otavalo, Provincia De Imbabura [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería En Ciencias Agropecuarias Y Ambientales. Carrera De Ingeniería Forestal. (Ibarra – Ecuador). 2021. Pp. 12- 14. [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11892/2/03%20FOR%20337%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

**Carrere, R.** *Pinos y eucaliptos: símbolos de un modelo destructivo* [blog]. [Consulta: 2022-04-20]. Disponible en: <https://wrm.org.uy/>

**CENTENO, M.** Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Trabajo diploma. Ingeniería Forestal. Managua, Nicaragua UNA, 1993, pp. 79.

**COURTIS, Azul.** Guía de estudio, Crecimiento y Desarrollo, Catedra de Fisiología Vegetal [En

línea]. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura UNNE. 2014. pp. 1. [Consulta: 2022-09-22]. Disponible en: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Gu%C3%ADa%20de%20Estudio-Crecimientoydesarrollo.pdf>

**DEVIA, C.** “Valoración de la madera en pie. Una alternativa para el manejo adecuado de los recursos forestales”. *FAO* [En línea], 2003, Canadá, pp. 1. [Consulta: 2022-04-16]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/XII/0167-A2.htm> el

**ECUADOR FORESTAL.** *Ficha técnica N° 11 Pino* [blog]. [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/pino.pdf>

**ESCOBAR, S.** Caracterización del paisaje del Valle de Machachi (Ecuador), y análisis de su evolución reciente (1940-2015) [En Línea] (Trabajo de Titulación). Universitat de Barcelona (Barcelona). 2018. pp. 215. [Consulta: 2022-05-03]. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/127010>

**ESTRADA, W.** *Manual para la producción de Pino Pinus radiata D. Don.* [en línea]. Quito – Ecuador: Editorial EDI-U Ecuador, 1997. [Consulta: 18 septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/Other%20Publications/op-14%20s%20pino.pdf>

**FAO (COMMISSION ON GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE).** First Report on the Implementation of the Global Plan of Action for the Conservation, Sustainable Use and Development of Forest Genetic Resources. [En línea]. FAO. Roma – Italia. 2019. p.5. [Consulta: 2022-04-24]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/my877en/my877en.pdf>

**FERNANDEZ RODRIGUEZ, Pablo.** Evaluación de la influencia de condiciones de vivero sobre la rectitud de *Pinus pinaster* en campo a medio plazo [En línea]. (Maestría) Universidad de Valladolid Campus de Palencia Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, España. 2018. pp. 14-34. [Consulta: 2022-09-24]. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/TFM-L393.pdf>

**FERRER, M.; & PALOMO, S.** El rosal. Manual del buen aficionado. Quito, Editorial Limusa, (2004), (Ecuador) pp. 75-84.

**GAMARRA VALENZUELA, Paola Mayli.** Principales tipos de injertos que se practican en plantas de cítricos, en Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de

Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo – Ecuador. 2022. pp. 2. [Consulta: 2022-04-21]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11335/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GONZALEZ RÍOS, Abel Elías.** Incidencia De Las Fases Lunares En El Prendimiento y Desarrollo Del Cacao Clon ccn-51 Bajo Diferentes Tipos de Injertos En Tocache San Martín. Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto Facultad De Ciencias Agrarias Escuela Profesional De Agronomía. Perú. 2017. pp. 6- 15.

**GONZÁLEZ JIMÉNEZ, Benito.** Clonación de Árboles Maduros de *Pinus leiophylla Schiede Ex Schltdl. Et Cham.* de un Huerto Semillero Sexual. Colegio de Postgraduados Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo Postgrado en Ciencias Forestales. México. 2017. pp. 9- 31.

**GRIJALVA, Jorge; et al.** *Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador. Programa Nacional de Forestería Estación Experimental Santa Catalina Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.* Quito – Ecuador. Publicación Miscelánea, 2016. pp. 27.

**JICA.** “Guía técnica manejo de viveros forestales”. [En Línea], 2014, (Ecuador), pp:1-20. [Consulta 20 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>

**JUAREZ, Yner.** *DASOMETRIA Apuntes de clase y Guía de Actividades Practicas* [en Línea]. Cochabamba – Bolivia: Copyright, 2014. [Consulta: 19 de septiembre 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/User/Downloads/DASOMETRIA\\_Apuntes\\_de\\_Clase\\_y\\_Guia\\_de\\_Ac.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/DASOMETRIA_Apuntes_de_Clase_y_Guia_de_Ac.pdf)

**LINDAO, V.** Apuntes de floricultura II, cultivo de rosa. México. 2010. pp. 120.

**LOEWE, Verónica.** Método de injerto lateral de Pino Piñonero (*Pinus pinea*) sobre patrones de Pino Radiata (*Pinus Radiata*) o sobre la misma especie (*P. pinea*), que permite el aumento en el prendimiento de los individuos injertados [en línea] 2018 [consultado el 7/5/2022]. Disponible en: [https://patentscope.wipo.int/search/docs2/pct/WO2018072046/pdf/Sn0xxtW0mzEomFW76xZxbr3robeNUaFKF0UrTgl1N\\_IL3\\_TN69ahqkxVMejPGDIVOi40C6n1In\\_AEp-AfQRBGkiqOuUpbAXr82eVue42Zew8WlXOEmotuR0ux8VkJhE-?docId=id00000042170687](https://patentscope.wipo.int/search/docs2/pct/WO2018072046/pdf/Sn0xxtW0mzEomFW76xZxbr3robeNUaFKF0UrTgl1N_IL3_TN69ahqkxVMejPGDIVOi40C6n1In_AEp-AfQRBGkiqOuUpbAXr82eVue42Zew8WlXOEmotuR0ux8VkJhE-?docId=id00000042170687)

**MARTÍNEZ, I.** *Estado nutritivo y recomendaciones de fertilización para Pino radiata*. Euskadi Forestal, 1973. 61(1). pp. 1- 6.

**MENÉNDEZ VALDERREY, Juan Luis.** Pinus radiata. En asturnatura.com [en línea] Num. 245, 30/11/2009 [consultado el 7/5/2022]. Disponible en: asturnatura.com. ISSN 1887-5068

**MINISTERIO DEL AMBIENTE [MAE], Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [FAO].** Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. [En Línea], 2015, (Ecuador), pp. 48- 50.

**MUÑOS, F.** *Plantas Medicinales y Aromaticas Estudio Cultivo y Procesado*. Madrid, Barcelona, México. Mundi-Prensa. 2002. pp. 15- 19.

**ORTIZ, LORENA; ET AL.** Efecto del sustrato y el ácido naftalenacético en la propagación vegetativa Hypericum brasiliense (Hypericaceae). Manglar [En línea], 2021, (Argentina) 18 (4), pp. 364. [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/290/412>

ROJAS, Salvador; et al. *Propagación Asexual de plantas. Conceptos Básicos y Experiencias Con Especies Amazónicas*. Colombia. Diagramación, armada, fotomecánica. 2004. Pp. 7- 8.

**PÉREZ PORTO, Julián.** Definición de supervivencia [blog]. [Consulta: 12 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://definicion.de/supervivencia/>

**PÉREZ PORTO, Julián.** Definición de mortalidad [blog]. [Consulta: 12 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://definicion.de/tasa-de-mortalidad/>

**SMITH VIVALLO, Norman.** Primera experiencia masiva de injertación en pino insigne (Pinus radiata D. Don.) en Chile [en línea]. Santiago, Chile: INFOR, 1976. [consultado: 13 Octubre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/3873>

**THUN Y THUN.** Calendario de agricultura biodinámica. Ed. Rudolf Steiner. (1990). Madrid España. pp. 50.

**UNIVERSIDAD DE ILLINOIS.** *Enfoque: Plagas y Enfermedades, Clorosis* [blog]. [Consulta: 2022-09-26]. Disponible en:

[https://web.extension.illinois.edu/focus\\_sp/chlorosis.cfm#:~:text=La%20clorosis%20es%20el%20amarillamiento,deficiencias%20nutricionales%20de%20la%20planta.](https://web.extension.illinois.edu/focus_sp/chlorosis.cfm#:~:text=La%20clorosis%20es%20el%20amarillamiento,deficiencias%20nutricionales%20de%20la%20planta.)

**Universidad Politécnica de Madrid (UPM).** ¿Qué determina la supervivencia o la muerte de las plantas frente al calor? [blog]. [Consulta: 24 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Que-determina-la-supervivencia-o-la-muerte-de-las-plantas-frente-al-calor>

**VARGAS, J.** Evaluación de enraizadores hormonales en la productividad del cultivo de rosa (Rosa sp). Mulaló, Cotopaxi. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 2010. pp. 53.

**VERGARA, K.** " Respuesta del inóculo Micorrizal del hongo Scleroderma vecucosum en la Producción de Plántulas de Pinus radiata D. Don en Jauja [En línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Lima – Perú. 2004. pp. 11- 14. [Consulta: 2022-05-01]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1741/P34-V4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

### ANEXO A. TRABAJO EN CAMPO

Instalación del umbráculo



Selección de patrones



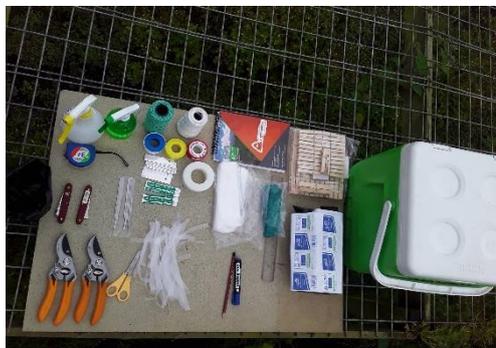
Identificación de púas



Recolección de púas



Preparación de materiales para injertar



Transporte de púas en una unidad fría



Unión de patrón y púa



Embarrilado de la púa



Verificación antes de la envoltura



Tratamiento uno



Tratamiento uno (sin funda)



Tratamiento dos (con funda)



Instalación del sensor dentro del micro túnel



Instalación del sensor fuera del micro túnel



Señalización punto guía de medida



Toma de datos



Instalación del sensor dentro del tratamiento dos.



Instalación del sensor dentro del tratamiento dos.



ANEXO B. BASE DE DATOS

REGISTRO DE DATOS SOBREVIVENCIA					
Responsable	Morelia Cunalema		Fecha:	8/7/2022	
N° Semana	Cuarta		Estado		Observación
Código Procd	N° Bloque	Tratamiento	Vivo	Muerto	
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	1	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
A+35	1	2	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	3		0	Ligeramente inclinada
H6	2	3	1		
H6	2	3	1		
H6	2	4	1		
H6	2	4	1		
H6	2	4	1		Ligeramente inclinada
H6	2	4	1		
H6	2	4	1		
H6	2	4	1		Ligeramente inclinada
H6	2	4	1		
H6	2	4	1		
H6	2	4	1		

Datos Variable Altura

Código	N°	N°	N°	Altura (cm)
Procedencia	Bloque	Tratamiento	Planta	
A+35	1	1	1	5,2
A+35	1	1	2	4,5
A+35	1	1	3	4,3
A+35	1	1	4	4
A+35	1	1	5	4,2
A+35	1	1	6	4,6
A+35	1	1	7	3,7
A+35	1	1	8	4,2
A+35	1	1	9	4,7
A+35	1	1	10	6,1
A+35	1	2	1	4,2
A+35	1	2	2	3,4
A+35	1	2	3	4,6
A+35	1	2	4	4,2
A+35	1	2	5	4,6
A+35	1	2	6	8,8
A+35	1	2	7	8,1
A+35	1	2	8	7,3
A+35	1	2	9	11,1
A+35	1	2	10	6
H6	2	1	1	5,7
H6	2	1	2	4,5
H6	2	1	3	4,5
H6	2	1	4	5,4
H6	2	1	5	0
H6	2	1	6	4,3
H6	2	1	7	4,5
H6	2	1	8	7
H6	2	1	9	5,9
H6	2	1	10	5,8
H6	2	2	1	4,9
H6	2	2	2	6
H6	2	2	3	4,5
H6	2	2	4	5,6
H6	2	2	5	4,7
H6	2	2	6	5
H6	2	2	7	4,9
H6	2	2	8	4,9
H6	2	2	9	6,5
H6	2	2	10	5,1

**Datos Variable Clorosis**

Código	N°	Clorosis					
		Procedencia	Tratamiento	Con clorosis			Sin Clorosis
				Leve=1	Med=2	Alto=3	SC =0
A+35	1				0		
A+35	1				0		
A+35	1				0		
A+35	1				0		
A+35	1		1				
A+35	1		1				
A+35	1				0		
A+35	1				0		
A+35	1				0		
A+35	1				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
A+35	2				0		
H6	1				0		
H6	1				0		
H6	1				0		
H6	1				0		
H6	1			3			
H6	1		1				
H6	1		1				
H6	1		1				
H6	1				0		
H6	1				0		
H6	2				0		
H6	2				0		
H6	2				0		
H6	2		1				
H6	2				0		
H6	2				0		
H6	2				0		
H6	2		1				
H6	2				0		
H6	2				0		

Datos Variable Rectitud

Código	N°	Rectitud		
		Virado=0	Inclinad=1	Recto=2
A+35	1			2
A+35	1			2
A+35	1			2
A+35	1			2
A+35	1		1	
A+35	1		1	
A+35	1			2
A+35	1			2
A+35	1			2
A+35	1			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2			2
A+35	2		1	
A+35	2			2
H6	1			2
H6	1			2
H6	1			2
H6	1			2
H6	1	0		
H6	1		1	
H6	1		1	
H6	1		1	
H6	1			2
H6	1			2
H6	2			2
H6	2			2
H6	2			2
H6	2		1	
H6	2			2
H6	2			2
H6	2			2
H6	2		1	
H6	2		1	
H6	2			2