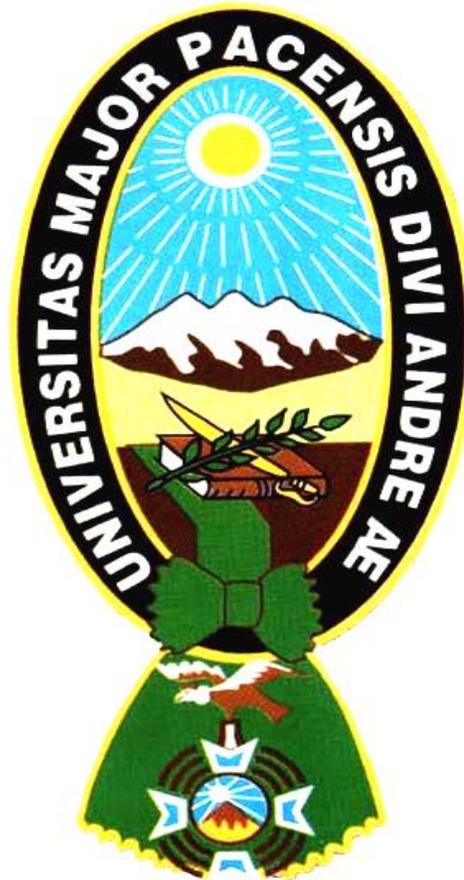


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFECTO DE DOS SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS  
EN LA GERMINACION DE PINO (*Pinus radiata* D. don) Y EUCALIPTO  
(*Eucalyptus globulus* Labill), EN EL MUNICIPIO DE CHUMA – LA PAZ**

**CHRISTIAN RIVEROS ESTIVARIZ**

**La Paz – Bolivia  
2015**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE DOS SUSTRATOS Y DOS TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS**  
**EN LA GERMINACION DE PINO (*Pinus radiata D.don*) Y EUCALIPTO**  
**(*Eucalyptus globulus Labill*), EN EL MUNICIPIO DE CHUMA – LA PAZ**

*Tesis de Grado presentada como requisito  
Parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo*

**CHRISTIAN RIVEROS ESTIVARIZ**

**Asesor:**

Ing. Luis Goitia Arze

**Tribunal Examinador:**

Ing. Ph.D. Abul Kalam Kurban

Ing. Carlos Mena Herrera

Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca

**APROBADA**

Presidente Tribunal Examinador

**La Paz – Bolivia**  
**2015**

## CONTENIDO GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	<b>I</b>
Agradecimientos.....	<b>II</b>
Índice General.....	<b>III</b>
Índice de Anexos.....	<b>VII</b>
Índice de Cuadros.....	<b>VIII</b>
Índice de Figuras .....	<b>IX</b>
Resumen.....	<b>X</b>
Summary.....	<b>XI</b>
.	

## **Dedicatoria**

*A mi padre Orlando Riveros Jove y a mi madre Gladys Estivariz Vera, por su confianza, empuje en la consolidación de mis metas, ejemplo de lucha, esfuerzo cotidiano y por brindarme siempre su apoyo incondicional en todas mis decisiones.*

*A mis hermanos, Dennis y Claudia.*

Christian Riveros Estivariz

## **AGRADECIMIENTOS**

Al acabar una etapa de mi vida y empezar un nuevo rumbo, agradezco a las personas que hicieron posible la realización de mi trabajo de tesis, con su colaboración y apoyo. Primero y ante todo agradecer a “Dios” quien siempre estuvo a mi lado y nunca se olvidó de mí.

Mi eterna gratitud a mi familia que me acompaña, apoyo y colaboro en todo momento, sea este difícil o bueno.

Por otro lado expresar mi gratitud a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, a mis revisores Abul Kalam, Carlos Mena, Paulino Ruiz por el apoyo incondicional brindado, al Lic. Edgar Garcia Cardenas, a mi asesor Luis Goitia por la confianza expresada, quienes forjaron mis enseñanzas en el campo de la Ingeniería Agronómica, brindándome el apoyo logístico para esta investigación.

A mis queridos amigos Sergio, Roger, Maria, Miriam, Nacho, Stephi, Aylin, y un especial agradecimiento a mi buen amigo Braulio Calle, quienes siempre estuvieron conmigo apoyándome.

*Christian Riveros Estivariz*

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. Objetivo General .....	2
2.2. Objetivos Específicos .....	2
2.3. Hipótesis .....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
3.1. Producción forestal.....	3
3.2. Características generales del Pino ( <i>Pinus radiata</i> D. don) .....	3
3.2.1. Origen.....	4
3.2.2. Descripción taxonómica del pino ( <i>Pinus radiata</i> D. don) .....	4
3.2.3. Descripción Botánica.....	4
3.3. Características generales del Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> Labill ).....	5
3.3.1. Origen.....	6
3.3.2. Descripción taxonómica del Eucalipto .....	7
3.3.3. Descripción botánica .....	7
3.3.3.1. Raíz .....	7
3.3.3.2. Tallo.....	7
3.3.3.3. Hojas .....	8
3.3.3.4. Flor .....	9
3.3.3.5. Fruto .....	9
3.3.3.6. Semilla.....	10
3.4. Manejo de semillas.....	11
3.4.1. Recolección de semillas .....	11
3.4.2. Selección de áreas de recolección .....	11
3.4.3. Época y duración de recolección de semillas.....	12
3.5. Propiedades externas de la semilla.....	12
3.5.1. Pureza Física .....	12
3.5.2. Número de Semillas por kilogramo .....	13
3.5.3. Peso de semillas .....	13
3.5.4. Humedad de la semilla .....	13

3.6. Propiedades Internas de la semilla .....	14
3.6.1. Viabilidad.....	14
3.6.2. Germinación .....	14
3.6.3. Latencia.....	15
3.6.4. Ocurrencia.....	15
3.6.5. Superación de la latencia .....	16
3.7. Tratamientos pre – germinativos .....	16
3.8. Siembra de la semilla .....	18
3.8.1. Profundidad de siembra .....	18
3.8.2. Cantidad de semillas a sembrarse .....	19
3.8.3. Densidad de siembra.....	19
3.8.4. Protección de la siembra .....	19
3.9. Sustrato .....	20
3.9.1. Desinfección del sustrato .....	20
3.9.2. Textura de sustratos.....	21
3.9.3. Características del sustrato ideal .....	21
3.9.4. Tipos de Sustratos .....	21
3.9.5. Composición del suelo .....	22
3.9.6 Tierra del lugar .....	22
3.9.7. Arena fina .....	22
3.9.8. Turba.....	23
4. LOCALIZACIÓN .....	24
4.1. Características climáticas.....	25
4.2. Especies Forestales .....	25
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
5.1. Materiales.....	25
5.1.1. Material Vegetal .....	25
5.1.2. Material para sustrato.....	25
5.1.3. Material de campo .....	26
5.1.4. Material de Laboratorio.....	26
5.1.5. Equipos e instrumentos .....	26

5.2. Metodología.....	26
5.2.1. Análisis Estadístico .....	26
5.2.2. Diseño Experimental .....	26
5.2.2.1. Modelo Aditivo Lineal .....	27
5.2.2.2. Factores de Estudio.....	27
5.2.2.3. Tratamientos en Estudio.....	28
5.2.3. Especificación del croquis experimental .....	28
5.2.4.1. Variables de respuesta.....	29
a. Porcentaje de emergencia .....	29
b. Altura de plantas .....	29
c. Diámetro de tallo .....	29
d. Número de hojas.....	30
e. Longitud de Raíz.....	30
5.2.5. Procedimiento Experimental.....	30
a. Recolección de semillas de Pino y Eucalipto .....	30
b. Preparación de tratamientos pre – germinativos.....	31
c. Calidad de semilla de Pino y Eucalipto .....	31
d. Preparación de Sustrato .....	32
e. Siembra.....	33
f. Labores culturales.....	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	34
6.1. Determinación de las características físicas y germinativas.....	34
6.1.1. Calidad de semilla de Pino y Eucalipto.....	34
6.1.1.1. Determinación de la pureza física de la semilla .....	34
6.1.1.2. Determinación del número de semillas por kilogramo .....	36
6.1.1.3. Determinación del contenido de humedad en semillas de Pino y Eucalipto. ....	37
6.2. Interacciones de sustratos y tratamientos .....	39
6.2.1 Emergencia de las plántulas en porcentaje, a los 30 días de siembra .....	39
6.2.2. Altura de planta .....	41
6.2.3. Diámetro de tallo .....	46
6.2.4. Número de hojas .....	50

6.2.5. Longitud de la raíz.....	54
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
7.1. Conclusiones.....	58
7.2. Recomendaciones.....	60
8. BIBLIOGRAFIA .....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Área de recolección de semillas.....	65
Anexo 2. Preparación de los sustratos.....	66
Anexo 3. Almacigado de los tratamientos en estudio.....	66
Anexo 4. Repicado de los ensayos .....	67

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Códigos y descripción de los tratamientos en estudio .....	28
Cuadro 2. Pureza física de la semilla del pino.....	35
Cuadro 3. Pureza física de la semilla del eucalipto .....	35
Cuadro 4. Número de semillas por kilogramo de Pino .....	36
Cuadro 5. Número de semillas por kilogramo de Eucalipto.....	37
Cuadro 6. Contenido de humedad del pino.....	37
Cuadro 7. Contenido de humedad del eucalipto .....	38
Cuadro 8. Porcentaje de emergencia en pino .....	39
Cuadro 9. Porcentaje de emergencia en eucalipto.....	40
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta del pino .....	41
Cuadro 11. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable altura de planta del Pino.....	42
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de planta del Eucalipto .....	44
Cuadro 13. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable altura de planta del eucalipto .....	45
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de Pino.....	46
Cuadro 15. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable diámetro de tallo del Pino.....	47
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo del Eucalipto.....	48
Cuadro 17. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable diámetro de tallo del Eucalipto .....	49
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable número de hojas del Pino.....	50
Cuadro 19. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable número de hojas del Pino.....	51
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable número de hojas del Eucalipto .....	52
Cuadro 21. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable número de hojas del Eucalipto .....	53
Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz del Pino .....	54

Cuadro 23. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable longitud de la raíz del Pino.....	55
Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz del Eucalipto....	56
Cuadro 25. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable longitud de la raíz del Eucalipto .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geografica de la comunidad Pucusani .....	24
Figura 2. Croquis experimental .....	29
Figura 3. Pino (Tratamientos vs. Porcentaje de emergencia) .....	39
Figura 4. Eucalipto (Tratamientos vs. Porcentaje de emergencia) .....	40
Figura 5. Prueba de comparación de medias Duncan (0,05) para la variable altura de planta .....	43
Figura 6. Prueba de comparación de medias Duncan (0,05) para la variable diámetro de tallo.....	47
Figura 7. Prueba de comparación de medias Duncan (0,05) para la variable número de hojas.....	51
Figura 8. Prueba de comparación de medias Duncan (0,05) para la variable longitud de la raíz.....	55

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la localidad de Chuma provincia Muñecas del departamento de La Paz, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de dos tipos de sustrato y dos tratamientos pre-germinativos para la Germinación de Pino (*Pinus radiata* D. don) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill). La evaluación cuantitativa de los factores de estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo bi factorial, con tres repeticiones por tratamiento (Reyes, 1978), obteniendo 12 unidades experimentales, los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico INFOSTAT. Las variables de respuesta de la investigación fueron: Días a la emergencia, altura de plantas, diámetro de tallo, número de hojas, longitud de raíz, características físicas y germinativas de las semillas de Pino y Eucalipto.

En los resultados obtenidos se puede observar claramente que los tratamientos con mayor cantidad presente de turba en los sustratos y remojándolos en agua a temperatura ambiente durante 48 horas ocupan los primeros lugares en el porcentaje de emergencia, para el caso altura de planta tanto para el Eucalipto como el Pino, en el análisis de varianza se detectan diferencias altamente significativas entre los tratamientos pre – germinativos ( $P < 0.01$ ), alcanzando un promedio de altura diferente entre cada tratamiento, el tratamiento empleado de remojo por 48 horas muestra un efecto sobre esta variable, en el análisis de varianza para la variable diámetro de tallo no se detectan diferencias significativas entre las fuentes de variación por lo que se acepta la hipótesis nula tanto para el Pino como para el Eucalipto.

En el análisis de varianza para la variable número de hojas en los plantines de pino y eucalipto no se divisan diferencias significativas entre las fuentes de variación por lo que se acepta la hipótesis nula.

En el análisis de varianza para la variable de longitud de raíz, se detectan diferencias significativas en los sustratos y en los tratamientos pre – germinativos, alcanzando una longitud de raíz diferente entre cada tratamiento. La interacción entre sustrato y tratamiento pre-germinativo, no presenta diferencias significativas es decir esta fuente de variación no influye en cuanto a obtener una mayor longitud de raíz.

## SUMMARY

This study was conducted in the town of Chuma Dolls province department of La Paz's main objective was to evaluate the effect of two types of substrate and two Eucalyptus pre-germination for germination Pine (*Pinus radiata* D. Don) treatments (*Eucalyptus globulus* Labill). Quantitative evaluation of factors study was conducted under a completely randomized design bi factorial arrangement, with three replicates per treatment (Reyes, 1978) with, obtaining 12 experimental units, the data were analyzed with statistical software INFOSTAT. The response variables of the research were: days to emergence, plant height, stem diameter, leaf number, root length, physical characteristics and germinating seeds of pine and eucalyptus.

In the results you can clearly see that the treatments more this amount of peat substrates and soaking in water at room temperature for 48 hours are at the top in the percentage of emergency, in case plant height for both Eucalyptus as Pino, analysis of variance highly significant differences among treatments were detected pre - germination ( $P < 0.01$ ), reaching an average height different between each treatment, the soaking treatment used for 48 hours show an effect on this variable , in the analysis of variance for the variable stem diameter no significant differences between the sources of variation so that the null for both pine and eucalyptus for the hypothesis is accepted is detected.

In the analysis of variance for the variable number of sheets in the pine and eucalyptus seedlings no significant difference can be seen between the sources of variation so that the null hypothesis is accepted.

In the analysis of variance for root length variable, significant differences were detected in the substrate and the pre - germinative treatments, reaching a different root length between each treatment. The interaction between substrate and pre-germination treatment, no significant differences ie this source of variation does not influence as to gain greater root length.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques constituyen ecosistemas complejos que pueden aportar una amplia gama de beneficios de orden económico, social y ambiental. Los bosques proporcionan productos y servicios que contribuyen directamente al bienestar de la población en todo el mundo y son vitales para nuestras economías, nuestro medio ambiente y nuestra vida cotidiana. No solamente son una fuente de recursos maderables, sino también de combustibles medicinas, materiales de construcción, alimentos, entre otros (CEDIB, 2005).

Las plantaciones forestales en Bolivia son todavía poco significativas. La implantación de áreas de plantación está basada principalmente en programas establecidos entre comunidades locales y organismos internacionales, en los cuales, se busca la generación de ganancias para pequeños propietarios rurales y la recuperación de áreas degradadas (MDSP, 2004, en UDAPE, 2005).

En el municipio de Chuma existe poca presencia de Pino y Eucalipto esto debido a la falta de información de los beneficios que trae la forestación.

El presente trabajo de investigación trata de establecer cuál es el mejor sustrato y tratamiento pre-germinativo para producir plantines de Pino (*Pinus radiata D. don*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*), para lo cual se utilizó turba, tierra del lugar y arena en diferentes proporciones.

La razón fundamental de la investigación es establecer el sustrato y tratamiento pre-germinativo más adecuado para la producción de Pino y Eucalipto para aumentar rendimientos y minimizar el tiempo de producción que es el principal problema en la producción de plantas forestales.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Determinar el efecto de dos sustratos y dos tratamientos pre-germinativos en la germinación de Pino (*Pinus radiata D.don*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*), en el Municipio de Chuma – La Paz.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físicas y germinativas de las semillas de pino y eucalipto.
- Determinar el mejor sustrato para la germinación de Pino y Eucalipto.
- Comparar el efecto de la interacción de los tratamientos pre-germinativos y combinaciones de sustrato en la germinación de Pino y Eucalipto.

### 2.3. Hipótesis

**Ho:** Los tratamientos pre-germinativos no influyen en el proceso de germinación de las especies forestales

**Ho:** Los distintos sustratos no influyen en el proceso de germinación de dos especies forestales

**Ho:** La interacción de los tratamientos pre-germinativos y los distintos sustratos no afectan en la germinación de las dos especies forestales.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1. Producción forestal**

Según la Cámara forestal de Bolivia (2007), el estado tiene una superficie total de 109,8 millones de hectáreas, de las cuales 53 millones de hectáreas son bosque, donde 8,8 millones de hectáreas tienen un desarrollo sostenible, ocupando solo un 30 % del potencial que tiene Bolivia. Las fortalezas y oportunidades para el país en el sector forestal son:

- Gran cantidad de mercados de exportación
- Predominio de producción con valor agregado
- Régimen bien regulado
- Distintos actores forestales, con acceso al bosque
- Alta generación de empleo, principalmente rural
- Presencia de la industria en todo el país
- Alto potencial de crecimiento (gran potencial de recursos forestales y mercados internacionales abiertos)
- Oportunidad para generar inversión nacional y extranjera (captar inversiones)

#### **3.2. Características generales del Pino (*Pinus radiata* D. don)**

Es una especie de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pasta de papel y la fabricación de tableros de partículas. Se cultiva en muchos países para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento (Willam R.2001).

### 3.2.1. Origen.

Es un árbol de la familia de las coníferas (Pinaceae). Su origen se encuentra en el centro y sur de Europa. Alcanza una altura de unos 30 metros pudiendo llegar a los 50. El tronco suele ser recto, con la corteza cenicienta. Forma una copa aovada de joven que luego queda reducida a una especie de plataforma en la edad adulta (Willam R.2001).

### 3.2.2. Descripción taxonómica del pino (*Pinus radiata* D. don)

MARZOCCA, (1985) describe:

<b>Reino:</b>	<i>Plantae</i>
<b>División:</b>	<i>Pinophyta</i>
<b>Clase:</b>	<i>Pinopsida</i>
<b>Orden:</b>	<i>Pinales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Pinaceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Pinus</i>
<b>Especie:</b>	<i>Pinus radiata</i> D. Don

### 3.2.3. Descripción Botánica

Es un árbol de la familia de las pináceas, que alcanza una altura de 20 a 30 metros, aunque en condiciones excepcionales se han medido pinos que rondan los 40 metros. Las ramas aparecen a lo largo del tronco agrupadas en verticilos, cada uno de esos grupos de ramas corresponde a un crecimiento en altura. La forma de las ramas suele ser de candelabro. Es un árbol de porte piramidal en los ejemplares jóvenes, con copa redondeada, a veces desproporcionada, por lo pequeña, con el tronco; la resinación

suele modificar la silueta de los pinos. Tronco grueso, derecho. La corteza (ritidoma, consiste de tres capas, el felógeno, el floema, y el cambium vascular. Puede alcanzar cerca del 10 - 15 % del peso total del árbol), es áspera en los pinos jóvenes, luego se hace gruesa y muy resquebrajada, de gran grosor. Los ramillos son fuertes y de color pardo-rojizos, presentando hojas aciculares largas y erectas, que van en grupos de 2, de 10 - 27 cm. de largo, por unos 2 ó 2,5 mm. de ancho, planas o acanaladas en su cara superior, de color verde oscuro, rígidas y punzantes; se agrupan por parejas en la axila de una hoja rudimentaria escamosa, sobre un diminuto tallito (braquiblasto) provisto de una vaina membranosa que las abraza por la base. Las flores masculinas aparecen en espigas a lo largo del extremo del crecimiento anual, son amarillas y de 1 a 2 centímetros de largas. Los conos femeninos son pequeños, de color rojo a violeta y aparecen en grupos de 2 o 3 en el extremo del crecimiento, y sólo en la parte superior de la copa. Sistema radical muy fuerte, con raíz principal penetrante y secundaria muy desarrollada.

Los pinos pueden tener cada año uno o dos crecimientos en altura. El segundo, si existe, da lugar a un verticilo de ramas de menores dimensiones, por lo que si contamos el número de verticilos importantes podremos conocer de forma aproximada la edad del árbol (Bueno, 1972).

### **3.3. Características generales del Eucalipto ( *Eucalyptus globulus* Labill )**

En el documento elaborado por ENCE S.A. (2009), respecto al eucalipto se indica en los siguientes tres párrafos:

La especie *Eucalyptus globulus* o eucalipto blanco es descrita en el año 1799 por el botánico francés Labillardière. El nombre *Eucalyptus* deriva del griego *eu* (bien) y *kalyptus* (cubierto), en alusión a la protección que el opérculo presta a los órganos sexuales. Por su parte, el vocablo *globulus* alude a la semejanza de sus frutos con unos botones que estaban de moda en Francia y que se denominaban precisamente así.

El eucalipto comenzó a ser utilizado en plantaciones fuera de su área de distribución natural hace más de 200 años en Europa. Fueron botánicos europeos los descriptores del género y de sus principales especies. El primer registro del eucalipto en la Península Ibérica data de 1829 en Portugal.

En otros países y zonas del mundo el eucalipto fue introducido a partir de los colonialismos británico, francés, español, portugués y holandés, así como por iniciativas internacionales gubernamentales y no gubernamentales.

En condiciones naturales es un árbol de gran tamaño, alcanza alturas de 45 a 60 m y en sitios óptimos de hasta 75 m. Su fuste es recto hasta unos dos tercios de la altura total y presenta una copa bien desarrollada. La corteza es rugosa y persistente en la parte baja del tronco y en la parte alta se desprende en largas tiras que dejan una superficie lisa color gris-azulado (INFOR-CORFO, 1986).

### **3.3.1. Origen**

El género *Eucalyptus* debe su nombre a L' Heritier, quien fue el primero que lo describió en 1788. Este género, originario de Oceanía, pertenece a la familia Mirtaceae y posee más de 600 especies de las que unas 50 se han difundido en el mundo y entre éstas alrededor de 20 son las que mejor éxito han tenido por sus características silviculturales y tecnológicas (Bueno, 1972).

El eucalipto es un árbol originario de Tasmania, Australia y otras islas indo-malasias. Existen cerca de 700 especies de eucalipto, todas ellas de gran valor medioambiental, de las cuales unas 37 tienen interés para la industria forestal y apenas 15 son utilizadas con fines comerciales. (ENCE, S.A. 2009).

### 3.3.2. Descripción taxonómica del eucalipto

MARZOCCA, (1985) describe:

<b>Reino:</b> Plantae
<b>División:</b> Angiosperma
<b>Clase:</b> Dicotiledónea
<b>Orden:</b> Myrtales
<b>Familia:</b> Myrtaceae
<b>Género:</b> Eucalyptus
<b>Nombre Científico:</b> <i>Eucalyptus globulus</i> sp.
<b>Nombre común:</b> Eucalipto macho, eucalipto blanco, eucalipto azul, eucalipto medicinal

### 3.3.3. Descripción botánica

#### 3.3.3.1. Raíz

Tiene una raíz vigorosa y agresiva (aunque bastante menos que la del *Eucalyptus camaldulensis*), que ancla muy bien al árbol frente a los agentes atmosféricos. No obstante, el árbol puede resultar poco resistente frente al viento si la planta de la que procede se ha repicado definitivamente en vivero; de aquí la conveniencia de utilizar siempre en sus plantaciones la planta adecuada, y también la necesidad de cultivarla en los envases más apropiados. La conversión de su capacidad natural para rehacer el eje central pivotante de la raíz principal resulta en este sentido fundamental (Montoya, 1995).

#### 3.3.3.2. Tallo

El árbol a su madurez alcanza 40 a 60 m de altura. En plantaciones generalmente no pasa de 40 m. Es de porte relativamente majestuoso, fuste largo y limpio de ramas hasta varios metros, sólido y robusto, de copa pequeña en plantaciones, de follaje medianamente denso con grandes hojas colgantes. La corteza es caduca y se desprende en largas tiras; la nueva corteza es lisa y ligeramente azulada, adquiriendo posteriormente un color gris amarillento. Con la edad la corteza va siendo persistente

en la base del fuste, a una altura que aumenta regularmente hasta que se quiebra y se desprende en anchas placas longitudinales (Bueno, 1972).

### 3.3.3.3. Hojas

Las hojas jóvenes son opuestas de color azul blanquecino, sentadas, de forma oval-cordiforme y de intenso aroma; mide entre 5 y 16 cm de longitud por 4 a 8 cm de ancho y se encuentran en gran número de ramas de consistencia tierna y de sección cuadrangular. Las hojas adultas son alternas, pecioladas, lanceolado-acuminadas, de color verde oscuro brillante, coriáceo, de 10 a 20 cm de longitud por 2 a 3 cm de ancho, la nervadura es bien señalada, oblicua e irregular. Las ramas adultas, de color claro, son redondeadas y muy flexibles (Bueno, 1972).

Una de sus características más llamativas es su “heterofilia”; es decir, el hecho de presentar en el mismo árbol distinto y diferente sus hojas jóvenes (opuestas, sentadas) respecto a las adultas (alternas, pecioladas, falciformes y acuminadas). Las hojas, que se agrupan agolpadas en los extremos de las ramillas, producen una copa de aspecto poco frondoso (Montoya, 1995).

La FAO (1981), menciona que las hojas de eucalipto están en forma notable, desde la plántula al árbol maduro, las cuales están descritas en los siguientes párrafos:

- a) **Hojas de plántulas:** Se trata de las hojas tempranas formadas sobre plántulas durante su primer año. Se desarrollan pares de hojas sobre el brote en crecimiento, opuestas sobre el talluelo, y los pares sucesivos están distribuidos en ángulos rectos unos de otros, disposición denominada decusado.
- b) **Hojas juveniles:** Se trata de las hojas que se hallan en una plántula de vivero cuando se han formado de cuatro a seis pares de hojas sobre la joven extremidad en crecimiento. Son comunes también en el bosque cuando los brotes se forman del ligno tubérculo que se forman sobre la mayoría de los troncos de eucaliptos.

**c) Hojas intermedias:** Las hojas intermedias son generalmente más anchas que las juveniles o las adultas, y la punta en crecimiento puede producir muchos pares después de la fase juvenil y antes de que aparezcan las hojas adultas más o menos estables.

**d) Hojas adultas / maduras:** Se trata de las hojas normalmente producidas sobre las partes no dañadas de las copas de los eucaliptos maduros. Por lo general, son coriáceas, a menudo grueso, rígido, fuertemente cutinizadas y ricas en esclerénquima. Normalmente, son alternas, su forma como lanceoladas, su tamaño varía mucho.

#### **3.3.3.4. Flor**

Las flores en el *Eucalyptus globulus* son hermafroditas, raramente se encuentra en grupos de 2 ó 3; sésiles o con un pedúnculo muy corto, axilares, receptáculo de forma tetragonal turbinada de superficie rugosa pardo grisácea y de 20 a 25 milímetros (Montoya, 1995).

La corola tiene sus pétalos soldados formando el opérculo que cubre a las anteras de color blanco, que son la parte llamativa de la flor; el opérculo es leñoso, pardo grisáceo y se desprende y cae cuando los estambres están maduros (Montoya, 1995).

Los estambres están sujetos al receptáculo de la flor que es la parte engrosada e inferior del botón floral que luego lo será también de la flor y cuya forma exhibirá más tarde el fruto (Montoya, 1995).

#### **3.3.3.5. Fruto**

Los frutos miden 10 a 15 mm de diámetro por 15 a 30 mm de altura y están cubiertos de un disco convexo grueso, liso que cubre más o menos las valvas; son cápsulas secas dehiscentes; al madurar se abre el ovario por su parte superior apareciendo 4 valvas y las semillas se dispersan (Bueno, 1972).

El fruto se forma con el desarrollo del hipantio y del ovario inferior adherido. La parte superior del fruto consiste en cuatro segmentos. La cicatriz producida por la caída del opérculo forma un anillo externo llamado anillo calicinal. El siguiente anillo interno es el anillo estaminal. Debajo, y en el interior del disco, está la parte superior del ovario, que, al madurar, se parte y se separa en valvas (FAO, 1981).

### **3.3.3.6. Semilla**

Las semillas fértiles son globulosas, negras, a veces grisáceas con un diámetro medio entre 1 y 2 mm, se encuentra mezclada con granos estériles de color pardo anaranjado y de forma alargada (Bueno, 1972).

Las flores del eucalipto son polinizadas principalmente por insectos, en particular abejas, hormigas, y raramente por el viento. Cada fruto de eucalipto contiene una cantidad de óvulos. Algunos, pero nunca todos ellos, son fertilizados durante la polinización. Es importante recordar que cada óvulo tiene que ser fertilizado por un grano separado de polen, de manera que, mientras cada semilla en un fruto procede de la misma planta madre, puede haber varios padres diferentes en la formación de la semilla dentro de una misma cápsula (FAO, 1981).

Los óvulos fertilizados se desarrollan unos seis meses, aproximadamente, o aún menos, a partir de su polinización, y la cápsula se hincha hasta el tamaño que es normal para la especie. La semilla es corrientemente viable cuando las cápsulas cambian de color verde a pardo. Las cápsulas maduras son marrones y quedan generalmente cerradas durante varios meses, o incluso dos o más años, en el caso de mantenerse ligadas a sus ramas madre. Si los frutos o las ramas se desprenden del árbol, las valvas que mantienen las semillas en las cápsulas se abren en el curso de horas o de días, y dejan caer la semilla, junto con los óvulos no fertilizados, que por lo común son más pequeños y livianos en peso que las semillas fértiles (FAO, 1981).

### **3.4. Manejo de semillas**

#### **3.4.1. Recolección de semillas**

Para la recolección de las semillas se debe seleccionar un árbol (plus o tipo), llamados también árboles productores de semillas, de buen fuste o tronco que tenga muy buenas características como: un solo tronco, de ser posible recto, ni muy joven ni muy viejo, que tenga una buena copa y que esté libre de plagas y enfermedades (Solorzano, 2005).

La recolección de semillas se organiza, evaluando el sistema más adecuado para cada especie en función del tamaño, hábitos de fructificación, forma de diseminación de los frutos (Pérez, 1982). Las semillas deben recolectarse cuando los frutos están maduros. Algunas pueden juntarse directamente del suelo, pero no se tiene la seguridad de que pertenezcan al árbol elegido. Para otros, es necesario juntar los frutos del árbol, antes de que se abran y se dispersen todas las semillas. Las estacas, de unos 25-30 cm, se cortan cuando la planta está en descanso de invierno (de Junio a Agosto) (INTA, 2002). Perez (1982), indica que las semillas inmaduras tienen un porcentaje muy bajo de germinación y no se pueden almacenar bien. Por otro lado, éstas deben ser cosechadas antes de que se deterioren. Las fechas de recolección varían según especie y localidades. Goitia, 2003. Indica que existen diferentes métodos entre los cuales podemos indicar: método de las espuelas, métodos de la escalera, recolección del suelo y recolección de las áreas de aprovechamiento.

#### **3.4.2. Selección de áreas de recolección**

Según Gold (2004), la selección de áreas de exploración y recolección depende, en gran parte, del tipo de recolección. Mientras unos proyectos pretenden recolectar múltiples especies, por ejemplo, toda la flora de una región como parte de una estrategia de conservación regional o para acciones de restauración ecológica, otros se enfocan en recolectar especies a las cuales se les ha dado prioridad (por estado de conservación, rareza o utilidad) en una u otra región. No obstante, muchas veces se recolectan otras especies, adicionales, que crecen en el mismo hábitat. Cualquiera sea

el propósito de la recolección, se necesita información eco geográfica para identificar localidades potenciales a explorar y recolectar. Se debería buscar información acerca de:

- La diversidad de hábitat en una u otra región.
- La distribución geográfica de las especies priorizadas en la región.
- los tipos de hábitat donde se encuentran dichas especies.

### **3.4.3. Época y duración de recolección de semillas**

Las prospecciones con fines de recolección pueden durar de 1 a 30 días. La duración depende del recolector y al momento de tomar esta decisión se debe tener en mente: la extensión del área a prospectar, la distancia a recorrer, el número de especies y localidades específicas a prospectar y finalmente algo importante, los fondos disponibles para realizar la recolección. En el caso de prospecciones de larga duración es recomendable considerar días de descanso entre medio (Serrada, 2000).

La época de apeo debe coincidir con la maduración. Es un sistema sencillo y barato, aunque en la práctica no se suele seleccionar la calidad del arbolado. Al hacerse el apeo y la recogida de semilla antes de la diseminación natural, puede restar regeneración natural en las masas donde se practica (Gold, 2004).

## **3.5. Propiedades externas de la semilla**

### **3.5.1. Pureza Física**

El objetivo del análisis de pureza es determinar la composición por peso de la muestra de análisis. Las muestras de semillas forestales pueden contener impurezas, tales como malezas, semillas de otras especies, estructuras desprendidas de la semilla, partículas de hojas y ramitas como también otros materiales diferentes de la semilla. El tipo y cantidad de impurezas ofrece información importante sobre la calidad de la semilla (Poulsen, 1993).

Para ISTA (1976), considera que la semilla pura es aquella que pertenezca a cada especie que se trate, que sea madura, sin daños, de tamaño normal, libres de material inerte el que puede ser: trozos de semilla cuyo tamaño es inferior al normal (la mitad del tamaño de la semilla), fragmentos de hojas, ramitas, piedras o tierra.

### **3.5.2. Número de Semillas por kilogramo**

Para ISTA (1976), la finalidad de este análisis es determinar el peso de semillas de la muestra, en el cual son empleadas semillas puras, y se calcula para 100 o 1000 semillas con cuatro repeticiones. El cálculo de semillas por kilogramo, es una información muy importante en las operaciones del vivero y para determinar el rendimiento de las plantas. Además el peso de las semillas esta positivamente relacionado con la calidad de la semilla (Poulsen, 1993).

### **3.5.3. Peso de semillas**

El peso de la semilla se mide en el componente de semilla pura que se ha separado mediante el ensayo de pureza. Se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras. Es muy sencillo convertir esta cifra en el número de semillas puras por gramo o por kilogramo, según se requiera. El peso puede determinarse sencillamente contando 1000 semillas y pesándolas pero la utilización de varias muestras más pequeñas permite al analista estimar la variación que existe dentro de la muestra (Bonner 1974, Paul 1972). La ISTA (1976) prescribe cuatro réplicas de 100 semillas cada una, con las que se puede calcular la desviación típica y el coeficiente de variación, así como la media.

### **3.5.4. Humedad de la semilla**

El contenido de humedad y la temperatura son factores cruciales durante el almacenamiento y manejo de la semilla. El contenido de humedad determina la actividad fisiológica y bioquímica de la semilla. Por tanto la determinación del contenido de humedad de la semilla es de vital importancia para las operaciones de manejo

(Poulsen, 1993). Goitia, 2012. Menciona que la humedad de la semilla es el peso húmedo menos el peso seco sobre el peso húmedo por 100.

### **3.6. Propiedades Internas de la semilla**

#### **3.6.1. Viabilidad**

Según la FAO (1993), indica que la viabilidad, es la capacidad potencial que posee una semilla para germinar. Esta capacidad depende, por un lado, del estado de madurez de la semilla y por el otro, de su calidad, que significa tamaño, color, contenido de humedad, etc. Asimismo menciona que existen dos posibilidades de prácticas para determinar rápidamente la viabilidad de la semilla: prueba de flotación y prueba del martillo. En la prueba de flotación, se sumerge la semilla en agua, las semillas viables, por efecto de su gravedad específica, se sumergen y permanecen en el fondo, mientras que las no viables, quedan flotando en la superficie. En la prueba del martillo, se toma igualmente una muestra al azar y se golpea cada semilla hasta abrirla, de modo que se pueda observar si el embrión está bien formado y fresco, luego se hace el conteo para determinar las semillas viables y no viables.

#### **3.6.2. Germinación**

El objetivo principal de la germinación es establecer el número máximo de las semillas que puedan germinar bajo condiciones óptimas de luz, humedad y temperatura (Poulsen,1993). Fon Quer (1982), indica que el proceso de germinación, es esencialmente la reiniciación del crecimiento del embrión una vez superado el período de latencia y cuando las condiciones de temperatura, luz, disponibilidad de oxígeno y agua son las adecuadas. La germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos: 1) absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal; 2) actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación, que indican la utilización de alimento almacenado y su transposición a las zonas en crecimiento; 3) engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula (William, R. 2001). De todas las mediciones de la calidad

de un lote de semilla, ninguna tiene tanta importancia como la que sirve para determinar la germinación potencial de las semillas (Bonner,1974). Los ensayos de germinación que se efectúan en laboratorio tienen por finalidad principal estimar el número máximo de semillas que pueden germinar en las condiciones óptimas.

### **3.6.3. Latencia**

Existen semillas que aun teniendo la capacidad para germinar y siendo colocadas bajo condiciones adecuadas, no germinan, por lo cual se les llama latentes. En ciertas especies deben ocurrir algunos cambios en la estructura física o bioquímica de la semilla, antes del inicio de la germinación, en otros casos el embrión tiene que someterse a cambios fisiológicos para facilitar el proceso (Goitia, 2003).

Flores (2004), señala que hay varias causas que determinan el letargo prolongado, entre ellas: presencia de embriones rudimentarios o fisiológicamente inmaduros, la resistencia mecánica o cubiertas seminales impermeables, los inhibidores de la germinación y el almacenaje insuficiente. La dormancia, se define “como la detención temporal del crecimiento de las plantas, órganos o tejidos sanos debido a la falta de un factor indispensables del medio externo o interno, sin comprometer la vida de dichas plantas, acompañadas por una actividad metabólica reducida y relativamente independiente de condiciones ambientales” (FAO, 1993). Para Rodríguez (2000), es un estado fisiológico en el cual una semilla predispuesta a germinar no lo hace, aún en presencia de condiciones ambientales favorables.

### **3.6.4. Ocurrencia**

Normalmente la latencia es consecuencia de la combinación de elementos ambientales y genéticos, las que varían en función de las especies. Por lo tanto, la ocurrencia está relacionada a los casos presentados por las especies, por ejemplo de las zonas templadas, en relación a las estaciones. Un caso de ocurrencia se puede dar en la inducción del estado de latencia de una semilla a través de manejar las condiciones de almacenaje o secado (Goitia, 2003).

### **3.6.5. Superación de la latencia**

Para superar el bloqueo natural que impide la germinación o para uniformar y mejorar la velocidad de la misma, es posible la utilización de los llamados tratamientos pre-germinativos, una de estas formas es la estratificación en arena, escarificación mecánica, remojo en agua, utilización de ácidos, hormonas vegetales (Goitia, 2003).

### **3.7. Tratamientos pre – germinativos**

El objetivo del tratamiento pre –germinativo es obtener el máximo número de plántulas por unidad de peso de semilla y que la germinación sea uniforme, muchas semillas no requieren de tratamiento (Goitia, 2012). Antes de sembrar, algunas semillas necesitan un tratamiento para “despertar” y así dar una germinación más pareja. Algunos de los tratamientos más usados en vivero para esto son: remojo en agua tibia (como para el mate), dejándola enfriar y sacándolas a las 8 o 12 horas; lijado (pasada rápida sobre un papel de lija medio) y sacudida con arena en un tarro. Todos estos tratamientos intentan apurar la entrada de agua en la semilla, para que se hinche y germine (INTA, 2002).

Según la FAO (1993), se remoja la semilla en agua fría por tiempos variables. Se debe tener cuidado en cambiar el agua por lo menos una vez al día para evitar problemas de fermentación. Indudablemente, este método es el de mayor facilidad y, por lo tanto, de mayor aplicación. Según Tarima (1996), los tratamientos pre-germinativos sirven para superar el bloqueo natural que impide la germinación o para uniformizar y mejorar la velocidad de la misma, pueden ser: Remojo de semillas; colocar las semillas a tratar en un atado de tela y sumergirlas en agua a temperatura ambiente, durante 24, 48 o 72 horas, después escurrir y tender bajo la sombra para que se seque lentamente. Remojo de semilla en agua hirviendo; consiste en colocar la semilla en un pedazo de tela fina y sumergirla en agua hirviendo por 1 a 2 minutos, si se excede el tiempo se podría dañar la semilla e inutilizarla, luego se procede al secado.

Solórzano, 2005, menciona que en especies vegetales lo más común son las semillas muy duras, protegidas por un tegumento (cáscara) muy fuerte que debe romperse para dejar penetrar el agua. En estos casos se usan varios tratamientos:

**a. Alternancia del Remojo y Secado:** Consiste en dejar en remojo a las semillas durante la noche y dejar secar durante el día, por ejemplo es el caso de la teca, nogal. Esto se lo realiza de una a dos semanas.

**b. Tratamiento térmico :** Consiste en dejar las semillas en remojo 1,2 ó 3 días en agua fría, esto se utiliza para las semillas no muy duras, por ejemplo las leguminosas.

**c. Escarificación Mecánica:** Consiste en utilizar cualquier material áspero de manera que cuando exista el rozamiento de la semilla con este material (lija) disminuya el espesor de la capa protectora de las semillas.

**d. Corte y Rotura:** Consiste en cortar una esquina de la cáscara, sin dañar parte del embrión, esto permite que el agua penetre. Otra forma de permitir el ingreso del agua es golpeando la semilla suavemente sin dañar el embrión, ejemplo nogal.

**e. Remoción total de la cáscara:** Consiste en retirar totalmente la cáscara, para esto se puede utilizar un martillo y dar un golpe no muy fuerte de manera que no sufra lastimaduras el embrión, ejemplo, nueces.

**f. Escarificación con tierra o Arena:** Se puede utilizar una caja cuya superficie tenga orificios por donde pueda salir el agua y consiste en colocar una pequeña capa de tierra o arena luego se coloca las semillas, posteriormente otra capa de tierra o arena, luego se deja la caja en un lugar con sombra es decir que no le de el sol y se la mantiene con humedad. Las semillas se las retira una vez que aparezca el punto blanco del tallito. Esto puede suceder luego de varias semanas o meses según la especie.

**g. Estratificación en frío:** Consiste en remojar las semillas con agua fría por 12 a 24 horas, luego se cierne y se coloca las semillas en una bolsa de polietileno herméticamente cerrada y se la pone en el refrigerador (1 y 4 ° C). Se las deja por algunas semanas antes de sembrar, es necesario sacar cada semana la bolsa con semillas para voltear y airear. Esto se puede aplicar en el caso de los pinos, eucaliptos, alisos.

### **3.8. Siembra de la semilla**

Los siguientes párrafos son descritos de acuerdo a (Serrada, 2000). La distribución de la siembra en el espacio, directamente sobre la era, para cultivo de planta a raíz desnuda se puede hacer según los siguientes modos:

**a. En líneas paralelas:** Se separan las líneas de siembra entre 10 y 15 cm en coníferas y de 15 a 20 cm en frondosas, sembrando sobre una superficie de era completamente allanada. El marcado de las líneas se puede hacer con tablas provistas de cuñas de profundidad igual a la de la siembra o marcando con cuerdas para siembras manuales, que se hacen a chorrillo o con simples aperos de molinete o de disco. Para siembras mecanizadas con sembradoras de precisión (mecánicas o neumáticas) que completan una era en una sola pasada, no es necesario el replanteo previo de las líneas de siembra. Este procedimiento es el más usual para planta forestal a raíz desnuda.

**b. En golpes:** Se hace una distribución regular en marco real de la semilla, replanteando con cuerdas cruzadas o tablas con agujeros. Se aplica cuando interesa obtener planta de relativamente gran edad, para trasplante posterior con cepellón a campo, maceta o contenedor, por lo que es más frecuente su aplicación en planta forestal ornamental.

#### **3.8.1. Profundidad de siembra**

Según Abad (1993), la profundidad de siembra debe ser de 1,5 a 2 veces la longitud del diámetro máximo de la semilla. Otra regla en este sentido es recubrir con un espesor igual a 5 veces el diámetro mínimo de la semilla. Se consigue graduando las

rejas de las sembradoras o realizando surcos con palas graduadas en las manuales. Para siembras en lleno o con semillas de muy pequeño tamaño se procede depositando la semilla sobre el suelo y recubriéndola posteriormente con mantillo o tierra cribada.

### **3.8.2. Cantidad de semillas a sembrarse**

Para Goitia (2012), en base a los datos de análisis de semillas, como el porcentaje de capacidad germinativa o potencia germinativa o porcentaje de germinación, pureza, área a sembrarse y número de semillas por unidad de peso, se puede determinar la cantidad de semillas necesarias para la siembra, utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{A \times D}{C (P \times Pg \times L)}$$

### **3.8.3. Densidad de siembra**

Para muchas especies se desea en las almacigueras de 500 a 600 plantas/m<sup>2</sup>, lo que puede proveer a cada planta una superficie de aproximadamente 16 a 60 cm<sup>2</sup>, lo que depende de cada planta, desarrollo radicular, intensidad y vigor de crecimiento y del tiempo que se quedarán en almacigueras (Goitia, 2012).

### **3.8.4. Protección de la siembra**

La protección de la siembra naciente se debe realizar por dos motivos. Uno es evitar la predación, sobre todo de aves, sobre la semilla y las plántulas y se consigue cubriendo con mallas de plástico y la aplicación de repelentes sobre la semilla. En especies de temperamento delicado, se debe evitar una excesiva insolación, lo que se consigue empleando sombreros contruidos con ramaje o mejor con telas de diferente material y textura (Serrada, 2000).

### **3.9. Sustrato**

Un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero, entre los que encontramos tierra Vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra del lugar (Fossati, 1996). El término “sustrato”, que se aplica en la producción, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada.

Arriaga *et al.*, (1994), mencionan que el sustrato debe presentar consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, el volumen no debe variar drásticamente con los cambios de humedad, textura media para asegurar un drenaje adecuado y buena capacidad de retención de humedad. Fertilidad adecuada, libre de sales y materia orgánica no mineralizada.

Las texturas más adecuadas para instalar un vivero forestal son las arenosas y las francas. En general, se puede proponer como limitante un contenido en limo o arcilla superior al 15% cada uno de ellos. El motivo de esta limitación es que cuando existe impermeabilidad se pueden producir encharcamientos tras las precipitaciones, con riesgos para las plantas y dificultad en las tareas de cultivo. La impermeabilidad es difícilmente corregible, mientras que el mayor inconveniente de las texturas arenosas, escasa capacidad de retención de agua, se puede compensar aumentando las dosis y frecuencias de riego (Serrada, 2000).

#### **3.9.1. Desinfección del sustrato**

Es necesario e importante desinfectar los sustratos para almácigos debido a que un hongo o enfermedad podría eliminar miles de plántulas (Fossati, 1996). Para la desinfección del sustrato se utilizan diferentes procedimientos, el más general y efectivo es utilizar formol o formalina al 10 %, aplicar sobre el sustrato, cubrir durante 24 o 48 horas con un plástico de color negro de preferencia y después airear 24 horas, para proceder a la siembra. Otros métodos consisten en la utilización de agua

hirviendo, ácido sulfúrico al 10%, ácido nítrico al 10%, bicloruro de mercurio al 2 por 1000, entre todos (Goitia, 2003).

### **3.9.2. Textura de sustratos**

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (Durán, 2004). De acuerdo a las diferentes proporciones de arena, limo y arcilla, los suelos son agrupados en clases texturales. Una clase textural, es el nombre con que se designa a un suelo de acuerdo a la fracción o fracciones predominantes.

### **3.9.3. Características del sustrato ideal**

INFOAGRO (2006), menciona que el mejor sustrato depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja, especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Siempre que sea posible debe evitarse el uso de estiércol, debido a la variabilidad de sus características, su heterogeneidad, la dificultad de controlar su descomposición microbiológica, la variación de los contenidos de nutrientes y su posible grado de infestación (FAO, 2002).

### **3.9.4. Tipos de Sustratos**

Los sustratos se seleccionan por sus cualidades físicas y sanitarias, corrigiéndose el pH si es necesario. Un buen sustrato de multiplicación debe reunir las siguientes características: Buena porosidad que facilite la evacuación del agua en exceso, Buena aireación, excelente capacidad de retención, de manera que no comprometa el desarrollo de las raíces jóvenes y sin duda, que sea irreprochable en el plano sanitario (Boutherin, 1994).

El sustrato para el llenado de cualquier tipo de envase puede componerse a voluntad, tendiendo a conseguir las siguientes propiedades: higroscopicidad, que permita

espaciar suficientemente los riegos; baja densidad para facilitar el manejo y transporte; permeabilidad que permita el desarrollo de las raíces en todo su volumen; esterilidad respecto de posibles patógenos para las plántulas; y fertilidad adecuada para la producción de plantas en buen estado fisiológico. Además, en el momento de la extracción, el cepellón formado debe ser consistente y facilitar la extracción sin adherencias a las paredes del envase. Otras condiciones exigibles se refieren a buena estabilidad en el mantenimiento de sus propiedades a lo largo del cultivo; capacidad de re humectación después de sufrir déficit hídrico y capacidad de intercambio catiónico para graduar la nutrición al vegetal y retener los productos del abonado (Serrada, 2000).

### **3.9.5. Composición del suelo**

#### **3.9.6 Tierra del lugar**

Las plantas obtienen normalmente sus necesidades de agua y elementos minerales a partir del suelo que también proporciona oxígeno y un soporte para el sistema radicular de las plantas (Resh, 1987). Para Fossati y Olivera, (1996) la tierra del lugar son sustratos propios del lugar de estudio, por debajo de los 3000 m.s.n.m., presenta características desde ligeramente ácida a ligeramente alcalina, son suelos livianos a franco arenosos y suelos semipesados franco limoso. La función de la tierra del lugar es sustituir, en forma barata y sencilla. Además, le da a la planta un medio parecido al que tendrá en sus sitios de plantación.

#### **3.9.7. Arena fina**

Para Tarima (1996), la arena fina debe ser traída de algún río cercano, y para tener una tierra limpia y uniforme se produce el cernido, con este se elimina las hojas, raíces, terrones y otros residuos. La mezcla debe ser de textura liviana, rica en nutrientes y sin presencia de terrones ni piedra, esto se consigue mediante una adecuada mezcla de diferentes tipos de tierra. Según Hidalgo *et al.*, (1997), la arena es una de las sustancias más utilizadas de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades. La arena mejora la estructura del sustrato, pero aporta peso al mismo, las arenas

utilizadas no deben contener elementos nocivos tales como sales, arcillas o plagas; el grano no debe de ser grueso. La arena del río, que es la mejor debe estar limpia para ser utilizada en sustratos.

La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Las partículas deben ser de 0,5 mm a 2 mm de diámetro. No contiene nutrientes y no tiene capacidad amortiguadora. La capacidad de intercambio catiónico es de 5 meq/l – 10meq/l. se emplea en mezcla con materiales orgánicos (FAO, 2002).

### **3.9.8. Turba**

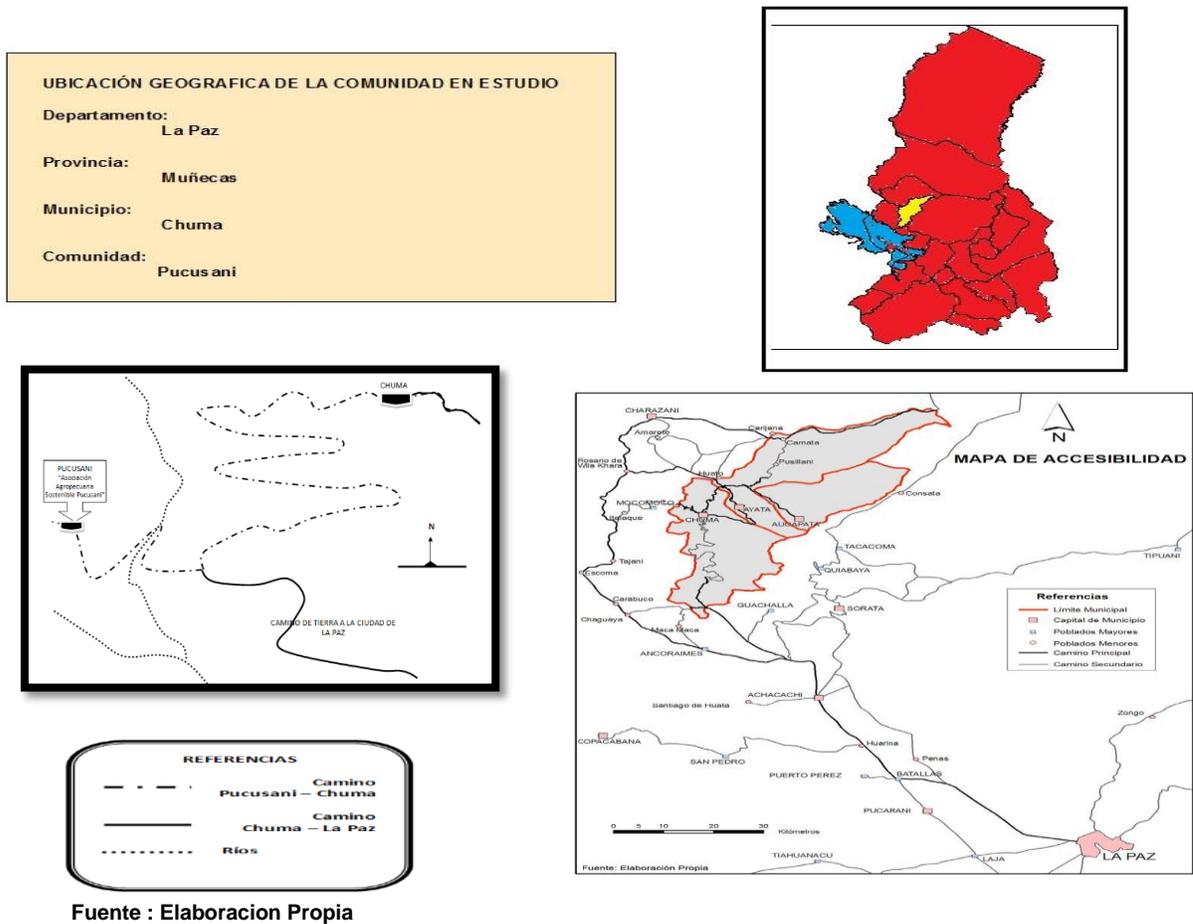
Es un humus fosilizado relativamente reciente. Se forma en los yacimientos llamados turberas, se encuentra en muy pocos lugares, en las cercanías de lagos y ríos en las que el clima y el estancamiento favorecen la descomposición parcial en un ambiente húmedo y sin oxígeno de residuos vegetales y animales. Aporta materia orgánica. (Chacón, 1999)

Pérez y Viniegra (1998), mencionan que la turba, también conocido como peatmoss, es un material orgánico compacto, de color pardo claro hasta oscuro y rico en carbono. Está formado en regiones nórdicas con pantanos por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas. Las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia. La turba rubia que es naturalmente ácida (pH 3,5 - 4,0), forma la base principal para la producción de sustratos profesionales.

## 4. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la comunidad Pucusani perteneciente al Municipio de Chuma de la Provincia Muñecas, ubicada a 205 Km de la ciudad de La Paz y a 15 minutos en auto de la capital Chuma, entre las coordenadas 15°28'51" de latitud Sur; 68°53'54" de longitud Oeste a una altitud de 2700 msnm (PDM Chuma, 2012).

**Figura 1. Ubicación Geografica de la comunidad Pucusani**



#### **4.1. Características climáticas**

La temperatura promedio de la comunidad de Pucusani es 14,73 °C, con una máxima registrada de 22,4 °C y la mínima de 7,07 °C. La precipitación total media anual de 934,9 mm (SENAMHI, 2014).

#### **4.2. Especies Forestales**

El aprovechamiento de los recursos forestales en todo el Municipio de Chuma, no es sostenible, donde el uso irracional se remonta al periodo colonial, que originó procesos de degradación, desequilibrios hídricos y cambios en micro climas, debido a una actividad extractiva. Por lo cual la tala forestal se viene desarrollando en forma descontrolada, sin tomar en cuenta la capacidad productiva natural del territorio (PDM Chuma 2012).

### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1. Materiales**

##### **5.1.1. Material Vegetal**

Las semillas se obtuvieron del árbol de Pino y eucalipto, las mismas que fueron recolectadas del municipio de Chuma, luego de su recolección, fueron expuestas al sol por quince días y posteriormente fueron colocadas en bolsas de polietileno para su conservación en lugar fresco y oscuro.

##### **5.1.2. Material para sustrato**

Los suelos utilizados para combinar los sustratos en diferentes proporciones fueron:

- a) Arena fina:** procedente del río Pucusani (Chuma), para formar el sustrato, la misma que se utilizó en cantidades distintas para cada sustrato en estudio.
- b) Tierra del lugar:** procedente de los lugares aledaños del área de estudio.

**c) Turba o Tierra negra:** procedente de la calle Zavaleta de la ciudad de La Paz, la misma que fue incorporada con los otros dos componentes en diferentes cantidades.

### **5.1.3. Material de campo**

Se utilizó las siguientes herramientas: Pala, picota, regaderas, martillo, clavos, malla milimétrica, cinta métrica, formol al 40% y bolsas de polietileno.

### **5.1.4. Material de Laboratorio**

Los materiales utilizados en laboratorio fueron: Cajas petri, agua destilada, algodón, pinzas papel absorbente

### **5.1.5. Equipos e instrumentos**

Los equipos utilizados fueron: Balanza de precisión, Cámara fotográfica

## **5.2. Metodología**

### **5.2.1. Análisis Estadístico**

Se realizó una base de datos de las variables de respuesta y fue analizada por el programa estadístico Infostat, este programa también analizó la comparación de medias mediante la prueba de Duncan.

### **5.2.2. Diseño Experimental**

Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, con tres repeticiones por tratamiento (Reyes, 1978) para cada especie indistintamente. Este diseño se aplicó al presente trabajo porque permite mayor flexibilidad en cuanto al número de tratamientos y de repeticiones.

### 5.2.2.1. Modelo Aditivo Lineal

El modelo lineal que se empleó en la investigación fue el Diseño Completamente al Azar con Arreglo Bifactorial, que se encuentra descrito por Ochoa (2009):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

#### Dónde:

$Y_{ijk}$  = Una observación

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  – ésimo nivel del factor A

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo nivel del factor B

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto del  $i$ –ésimo nivel del factor A, con el  $j$ –ésimo nivel del factor B( Interacción A x B)

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

### 5.2.2.2. Factores de Estudio

#### Factor A = Componentes del sustrato

a1= Turba (3 partes) + Tierra de lugar (2 partes) + Arenilla (1 parte).

a2= Turba (2 partes) + Tierra de lugar (3 partes) + Arenilla (1 parte).

#### Factor B = Tratamientos Pre - germinativos

b1= Remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

b2= Remojo en agua a temperatura ambiente durante 48 horas.

### 5.2.2.3. Tratamientos en Estudio

**Cuadro 1. Códigos y descripción de los tratamientos en estudio**

No	CODIGO	DESCRIPCION
1	a1b1	Turba (3 partes), Tierra de lugar (2 partes), Arenilla (1 parte) + Remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.
2	a1b2	Turba (3 partes), Tierra de lugar (2 partes), Arenilla (1 parte) + Remojo en agua a temperatura ambiente durante 48 horas.
3	a2b1	Turba (2 partes), Tierra de lugar (3 partes), Arenilla (1 parte) + Remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.
4	a2b2	Turba (2 partes), Tierra de lugar (3 partes), Arenilla (1 parte) + Remojo en agua a temperatura ambiente durante 48 horas.

### 5.2.3. Especificación del croquis experimental

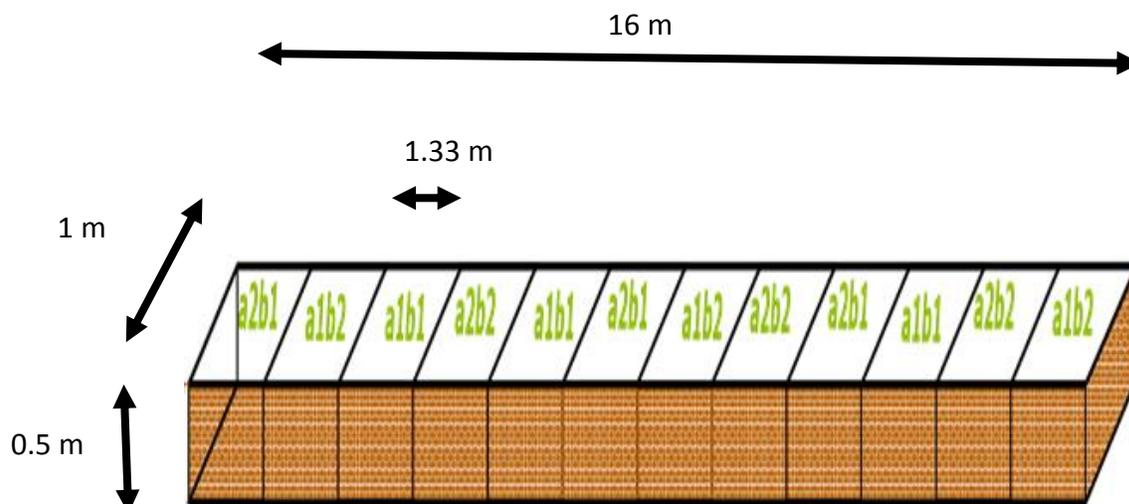
a) Área total de ensayo: 16 m<sup>2</sup>

b) Forma del ensayo: Camas de almacigo de 1,33 largo x 1,00 de ancho x 0,50 m de profundidad.

c) Número de tratamientos: 4

d) Número de repeticiones: 3

e) Número total de unidades experimentales: 12



**Figura 2. Croquis experimental**

#### **5.2.4.1. Variables de respuesta**

##### **a. Porcentaje de emergencia**

Se realizó el seguimiento, desde el primer día de la siembra de semillas hasta la aparición de los cotiledones, considerándose la cantidad de semilla empleada, realizando un registro cada quince días en cuaderno de campo para su posterior análisis.

##### **b. Altura de plantas**

Se evaluó la altura de las plántulas con la ayuda de una regla graduada en centímetros, realizando mediciones cada quince días, considerando en todo caso mediciones desde la base del tallo hasta el ápice o guía principal del tallo.

##### **c. Diámetro de tallo**

Para poder evaluar los diferentes tratamientos se registraron datos del diámetro del tallo, utilizando un vernier calibrado, midiendo el tallo a la mitad de la longitud.

#### **d. Número de hojas**

En cuanto al número de hojas la evaluación, fue cada quince días, contando cada una de las hojas que se encontraba en una planta y registrándola.

#### **e. Longitud de Raíz**

Consistió en medir desde el cuello hasta el ápice de la raíz. Esta variable se realizó al finalizar la investigación, es decir, a los 90 días. Para medir esta variable se utilizó una regla graduada en centímetros.

### **5.2.5. Procedimiento Experimental**

Para determinar los tratamientos óptimos para el desarrollo de las plántulas en almaciguera de Pino y Eucalipto se realizó el siguiente procedimiento:

#### **a. Recolección de semillas de Pino y Eucalipto**

La recolección de semilla forestal y en este estudio semilla de Pino y Eucalipto tiene un proceso que facilita el almacenamiento y garantiza una buena viabilidad, se describe a continuación.

**a1. Selección del área de recolección:** Se seleccionó el área del Pucusani, por ser un lugar potencial respecto a las plantas de Pino y Eucalipto, presentando arbustos erguidos, libres de plagas y enfermedades.

**a2. Duración y época de recolección:** Para el presente estudio, se tomó en cuenta la época de fructificación de Pino y Eucalipto, esta recolección se lo realizo en un día soleado, para evitar el contacto de la semilla con el agua con una duración de seis horas.

**a3. Obtención de frutos:** Una vez escogido el lugar y los arbustos de obtención de semilla, se procedió a cortar los frutos que se encontraban más secos, por mantener a la semilla totalmente protegida. Se procedió a llenar bolsas de polietileno de 20X30 cm. con los frutos recolectados

**a4. Llenado de formulario de recolección:** Una vez guardada la semilla, se colocó una etiqueta con el nombre del recolector, el lugar de recolección, la fecha de recolección y el nombre común de la especie.

**a5. Post – recolección:** Después de la recolección, se secó los frutos al sol para que baje la humedad contenida, y posteriormente se liberaron las semillas.

#### **b. Preparación de tratamientos pre – germinativos**

Para realizar estas pruebas se siguieron las normas de la ISTA (1996).

**b1. Primer tratamiento:** se realizó el remojo de semilla de Pino y Eucalipto (libre de impurezas) en agua temperada al ambiente, dejando reposar la semilla por 24 horas, posteriormente se procedió a extender la semilla sobre un plástico expuesto al sol por media hora, para luego proceder a su siembra.

**b2. Segundo tratamiento:** se realizó el remojo, de semilla de Pino y Eucalipto (libre de impurezas) en agua temperada al ambiente, dejando reposar la semilla por 48 horas, posteriormente se procedió a escurrir la semilla y extenderla sobre un plástico expuesto al sol por media hora, para luego proceder a su siembra.

#### **c. Calidad de semilla de Pino y Eucalipto**

Los análisis correspondientes para determinar la calidad de la semilla se efectuaron siguiendo la metodología (ISTA, 1976), utilizando semilla de Pino y Eucalipto determinando la pureza física, Número de semillas por kilogramo, porcentaje de germinación y porcentaje de humedad.

**c1. Pureza Física de la semilla en laboratorio:** Para la realización de esta prueba se tomó el peso de 100 gr. de semillas de eucalipto y pino en la balanza electrónica, haciendo dos replicas, con la siguiente formula:

$$\% \text{ pureza} = \frac{PSP}{PTM} * 100$$

Dónde:

PSP = Peso de semilla pura;

PTM = Peso total de la muestra original

Esta prueba fue realizada para determinar el contenido de semilla pura y el contenido de otras partículas o material distinto de las semillas en 100gr. de muestra.

**c2. Número de semillas por kilogramo:** El análisis se realizó con el uso de las semillas obtenidas en el análisis de pureza de las mismas, siguiendo las normas (ISTA, 1976). Se realizó el conteo de 1000 semillas con 8 repeticiones, luego se pesó cada repetición, registrando las réplicas; los datos obtenidos en gramos fueron convertidos a kilogramos.

**c3. Porcentaje de contenido de humedad:** En el análisis del contenido de humedad de la semilla se utilizó el método de secado en estufa durante dos horas a 130 °C, indicado por la ISTA (1981), mencionado por William (1991),

#### **d. Preparación de Sustrato**

Para la preparación del sustrato se utilizaron: turba, tierra de lugar y arena, se realizó la limpieza, mezcla y desinfección de los sustratos en proporciones volumétricas.

**d1. Limpieza de componentes del sustrato:** La arena fue tamizada para eliminar restos vegetales y gravas (piedras mayores a 5mm).La turba solo fue adquirida e incorporada a la mezcla.

**d2. Mezcla de los componentes de sustrato:** Posteriormente a la limpieza de cada uno de los componentes del sustrato, se procedió a incorporarlos en una mezcla uniforme.

**d3. Desinfección del sustrato:** Una vez incorporado el sustrato a las parcela experimental, se procedió a su desinfección con formol al 40%, diluido de 5 a 10%, se agregaron 50 a 100ml de formol a 10 litros de agua limpia, utilizada para 1m<sup>2</sup> de sustrato, concluido el proceso se cubrió con nylon por un tiempo de 48 horas, se destapo y se dejó por 48 horas al aire libre.

#### **e. Siembra**

Una vez preparada las camas del almacigo con los sustratos correspondientes, se procedió a la siembra de las semillas de Pino y Eucalipto las mismas que estaban bajo el efecto de los tratamientos pre –germinativo

Se realizaron seis divisiones en cada almaciguera para poder incorporar las semillas con tratamientos pre-germinativos todo completamente al azar. En cada división se realizó la siembra en hileras e incorporando una semilla cada tres centímetros de distancia, obteniendo una siembra de 200 semillas por cada división. Posteriormente a la siembra se puso paja encima de cada división, para mantener la humedad y evitar la insolación.

#### **f. Labores culturales**

Se realizaron las siguientes labores culturales:

**f1. Riego:** El riego se realizó de forma periódica y cuidadosamente, con la utilización de regaderas.

**f2. Deshierbes:** El control de las hierbas se realizó en forma manual, con la ayuda de chontillas o con la mano. No se utilizó el control químico con herbicidas porque elimina a los hongos micorrízicos del suelo. Las malas hierbas se eliminaron para evitar la competencia de la humedad, la luz, nutrientes y el espacio vital para las plantas.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados y la metodología empleada, son presentados en el presente estudio con su respectivo análisis, interpretación y discusión.

### **6.1. Determinación de las características físicas y germinativas**

En el presente estudio se eligieron 2 tratamientos pre - germinativos, el primero sumergido en agua fría durante 24 horas y el segundo durante 48 horas.

El presente estudio, identificó dos tratamientos simples y útiles que permitieron homogenizar y mejorar la germinación en semilla de Pino y Eucalipto así como disminuir los períodos de latencia.

#### **6.1.1. Calidad de semilla de Pino y Eucalipto**

A continuación se detallan los parámetros que se realizaron y los resultados obtenidos.

##### **6.1.1.1. Determinación de la pureza física de la semilla**

De acuerdo a las normas del ISTA (1976), que establecen que se debe tomar 1000 gr de un lote de semillas, y además de las semillas maduras y sin daños se incluyen semillas del tamaño menor al normal, consumidas, inmaduras y germinadas siempre y cuando pertenezcan a la especie de que se trate y los trozas de semilla rotas cuyo tamaño es superior a la mitad del original, los resultados de esta prueba fueron dos componentes en el lote de semilla muestreado: Semilla pura y material proveniente de restos de semilla, hojas y frutos. Las dos replicas realizadas se presentan los siguientes datos en el cuadro 3:

**Cuadro 2. Pureza física de la semilla del pino**

Composición de la muestra	Replica A	Replica B
Semilla pura	92 %	94 %
Otros	8 %	6 %

Los resultados obtenidos para el pino, en las dos replicas tiene como promedio 93 % de pureza física, lo que demuestra que se tiene un mínimo porcentaje de impurezas (7 %). Esto determina que el lote de semillas utilizadas para la realización de este ensayo es de alta pureza física de acuerdo a las normas del ISTA para este tamaño de semilla.

**Cuadro 3. Pureza física de la semilla del eucalipto**

Composición de la muestra	Replica A	Replica B
Semilla pura	90 %	92 %
Otros	10 %	8 %

Los resultados obtenidos para la especie eucalipto, como se muestra en el cuadro anterior, en las dos replicas tiene como promedio 91 % de pureza física, lo que demuestra que se tiene un mínimo porcentaje de impurezas, 9 %. Esto determina que el lote de semillas utilizadas para la realización de este ensayo es de alta pureza física de acuerdo a las normas del ISTA para este tamaño de semilla.

Triviño et al. (2009), menciona que los aspectos que presentan dificultad de manejo de las semillas de especies forestales están: la baja germinación y el tiempo de germinación prolongado, ocasionando por mecanismos de latencia.

### 6.1.1.2. Determinación del número de semillas por kilogramo

La información de esta variable de respuesta es muy importante para la calidad de la semilla, para el cálculo de la densidad de siembra, donde se evaluó cuatro replicas, según el ISTA (1976).

En el cuadro 5, se observa los resultados por replica para determinar la cantidad de semilla por kilogramo de pino y en el cuadro 6 observamos para el eucalipto.

Para el pino se observa como máxima 24000 semillas por kilogramo y mínima 22000, existiendo un rango de uno a otro de 2000 semillas, esto sobre todo debido a que las muestras tomadas fueron de árboles de pino que fueron plantadas hace varios años y otros más jóvenes, existiendo una des uniformidad en las semillas. Se obtuvo una media de 22750 semillas por kilogramo.

**Cuadro 4. Número de semillas por kilogramo de Pino**

Número de replicas	1	2	3	4
Nº de semillas en 1 gr.	24	22	23	22
Nº de semillas en 1 Kg.	24000	22000	23000	22000
Media	<b>22750 semillas por kilogramo</b>			

Poulsen (1993), menciona que a mayor cantidad de semilla por kilogramo, menor serán los gastos al momento de la siembra por hectáreas de la semilla forestal.

**Cuadro 5. Número de semillas por kilogramo de Eucalipto**

Número de replicas	1	2	3	4
Nº de semillas en 1 gr.	14	15	13	14
Nº de semillas en 1 Kg.	14000	15000	13000	14000
Media	14000 semillas por kilogramo			

Para el eucalipto se encuentra una máxima de 15000 semillas por kilogramo y una mínima de 13000, existiendo una diferencia de 2000 semillas de uno a otro, esta desuniformidad es debida a que las semillas recolectadas de la especie fueron extraídas de árboles tanto jóvenes como maduros. Se obtuvo una media de 14000 semillas por kilogramo.

### 6.1.1.3. Determinación del contenido de humedad en semillas de Pino y Eucalipto

En el análisis del contenido de humedad de la semilla se utilizó el método de secado en estufa durante dos horas a 130 °C, indicado por la ISTA (1981), mencionado por William (1991), como se muestra en los cuadros 7 y 8, donde tanto el pino como el eucalipto, con dos replicas cada uno respectivamente dieron los siguientes resultados:

**Cuadro 6. Contenido de humedad del pino**

Replicas	A	B
Peso del recipiente y su tapa en gramos	93,03	89,06
Peso del recipiente, su tapa y la muestra en gramos	98,03	94,06
Peso del recipiente y su contenido después del secado en estufa	97,45	93,42
Resultados del porcentaje de humedad	11,62	12,82
Promedio de humedad (%)	12,22	

El contenido de humedad promedio obtenido de las dos muestras es de 12.22 %, para la semilla de pino; en cambio para el eucalipto se obtuvo un promedio de humedad de 14, 88 %.

**Cuadro 7. Contenido de humedad del eucalipto**

Replicas	A	B
Peso del recipiente y su tapa en gramos	93,03	89,06
Peso del recipiente, su tapa y la muestra en gramos	98,03	94,06
Peso del recipiente y su contenido después del secado en estufa	97,25	93,36
Resultados del porcentaje de humedad	15,68	14,07
Promedio de humedad (%)	14,88	

Poulsen (1993), indica que si el contenido de humedad es muy alto, superior a un 20 %, la semilla tiene mayor porcentaje de germinación, si el contenido es menor a un 20%, la semilla debe ser hidratada con más frecuencia durante la etapa de germinación.

El presente estudio muestra un porcentaje promedio de contenido de humedad menor al 20% en ambas especies, por lo que se hidrato las semillas sembradas con mayor frecuencia.

## 6.2. Interacciones de sustratos y tratamientos

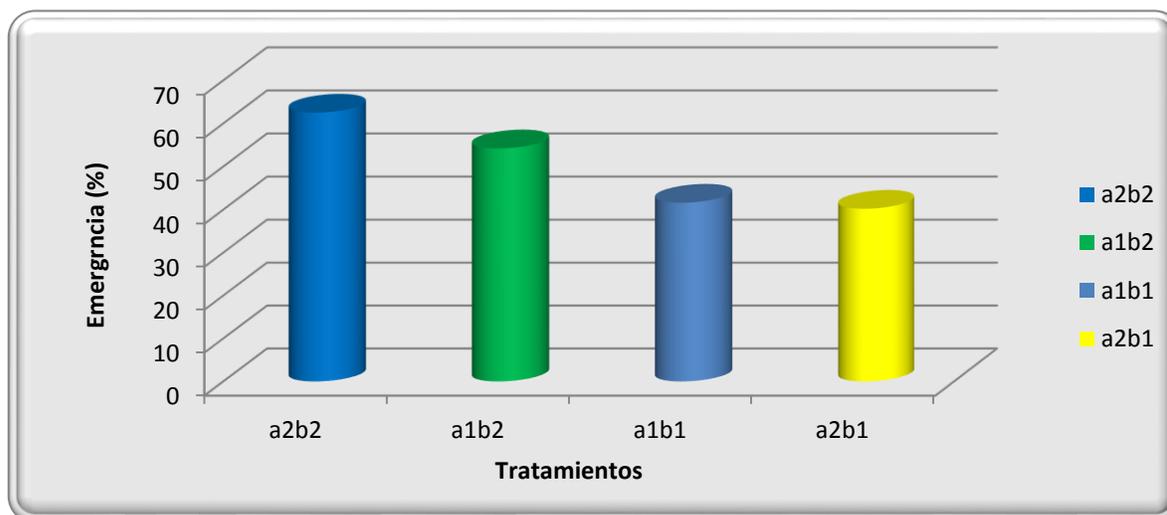
### 6.2.1 Emergencia de las plántulas en porcentaje, a los 30 días de siembra

Los resultados para el porcentaje de emergencia, tanto para el pino como para el eucalipto se muestran y describen a continuación:

**Cuadro 8. Porcentaje de emergencia en pino**

PINO	
Tratamientos	% Emergencia
a2b2	62,5
a1b2	54,2
a1b1	41,6
a2b1	40,2

**Figura 3. Pino (Tratamientos vs. Porcentaje de emergencia)**

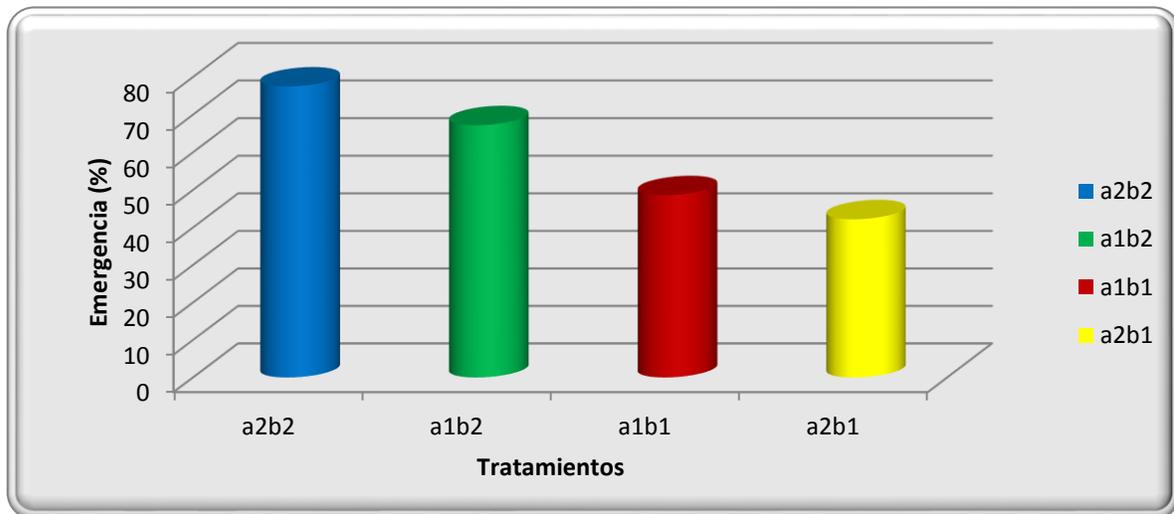


El tratamiento a2b2 muestra el mayor porcentaje de emergencia en el pino, con un 62,5 %, seguidos de los tratamientos a1b2 con un 54,2 %, posteriormente a1b1 con 41,6 % y por último el a2b1 con un 40,2 %.

**Cuadro 9. Porcentaje de emergencia en eucalipto**

EUCALIPTO	
Tratamientos	% Emergencia
a2b2	77,5
a1b2	67,2
a1b1	48,6
a2b1	42,2

**Figura 4. Eucalipto (Tratamientos vs. Porcentaje de emergencia)**



El tratamiento a2b2 muestra el mayor porcentaje de emergencia en el eucalipto, con un 77,5 %, seguidos de los tratamientos a1b2 con un 67,2 %, posteriormente a1b1 con 48,6 % y por ultimo el a2b1 con un 42,2 %.

Se puede observar claramente que los tratamientos con mayor cantidad presente de turba en los sustratos y remojándolos en agua a temperatura ambiente durante 48 horas ocupan los primeros lugares en el porcentaje de emergencia; esto debido a que tiene mayor cantidad de turba, la cual actúa como una esponja, reteniendo mayor

cantidad de humedad, mostrándonos la importancia de la humedad y del riego en la preparación y manejo de almácigos

### 6.2.2. Altura de planta

Para el análisis de varianza de esta variable, se consideró la altura de planta que lograron desarrollar a los 90 días.

#### a) Pino

**Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta del pino**

* :significativo **:altamente significativo NS:no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
		Altura de Planta		110	1.00	1.00	18.11
Fuente de variación	de	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia
Modelo		3	11,53	3,84	918,53	< 0,0001	**
Sustrato		1	9,36	9,36	2238,25	< 0,0001	**
Tratamientos pre germinativos		1	2,00	2,00	478,29	< 0,0001	**
Sustrato*tratamiento pre germinativos		1	0,16	0,16	39,04	0,0002	**
Error		8	0,03	4,2e-03			
Total		11	11,56				

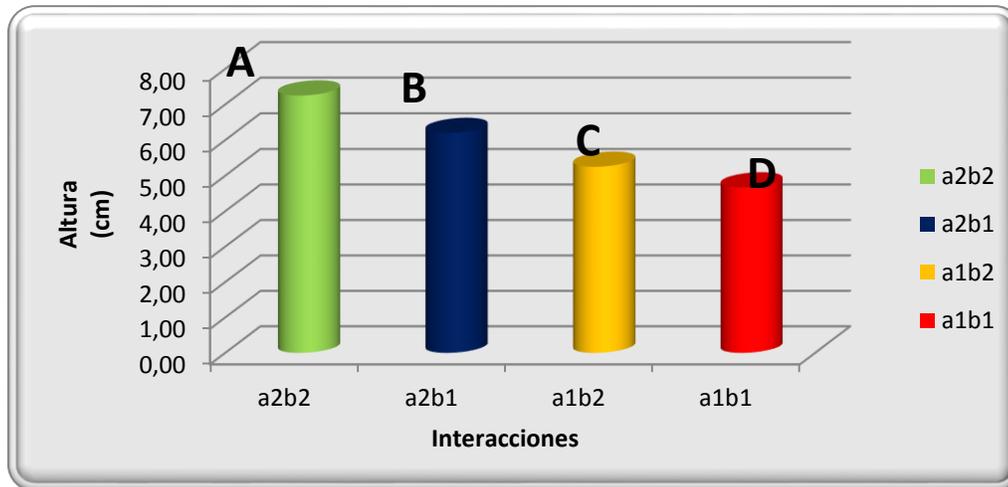
En el análisis de varianza para la variable altura de planta se detectan diferencias altamente significativas entre los tratamientos pre – germinativos ( $P < 0.01$ ), alcanzando un promedio de altura diferente entre cada tratamiento, el tratamiento empleado de remojo por 48 horas muestra un efecto sobre esta variable. La interacción entre sustrato y tratamiento pre-germinativo, presenta diferencias altamente significativas es decir este factor es dependiente en cuanto a la altura de planta. El factor sustrato presenta diferencias altamente significativas por lo cual si influye en el desarrollo de la variable altura de planta. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 18.11 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

**Cuadro 11. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable altura de planta del Pino**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a2	b2	7,25	A			
a2	b1	6,20		B		
a1	b2	5,25			C	
a1	b1	4,67				D

*Error: 0.0151 gl: 8  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Figura 5. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable altura de planta del pino**



Dentro de la prueba Tukey se puede evidenciar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos pudiéndose verificar cuatro grupos diferenciados entre estos, cada tratamiento forma un grupo que es distinto de los otros, siendo así el sustrato 2 con el tratamiento pre germinativo 2 fue el tratamiento que mayor altura de planta obtuvo llegando a una máxima de 7,25 cm, seguido por el tratamiento que implica al sustrato 2 con el tratamiento pre germinativo 1 respectivamente.

## b) Eucalipto

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura de planta del Eucalipto**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
	Altura de Planta		110	0,99	0,99	20,02	
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	15,08	5,03	333,71	< 0,0001	**	
Sustrato	1	13,38	13,38	888,37	< 0,0001	**	
Tratamientos pre germinativos	1	1,59	1,59	105,68	< 0,0001	**	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	0,11	0,11	7,07	0,0289	*	
Error	8	0,12	0,02				
Total	11	15,20					

En el análisis de varianza para la variable altura de planta se detectan diferencias altamente significativas entre los tratamientos pre – germinativos ( $P < 0.01$ ), alcanzando un promedio de altura diferente entre cada tratamiento, el tratamiento empleado de remojo por 48 horas muestra un efecto sobre esta variable. La interacción entre sustrato y tratamiento pre-germinativo, no presenta diferencias significativas es decir este factor es independiente en cuanto a la altura de planta. El factor sustrato presenta

diferencias altamente significativas por lo cual si influye en el desarrollo de la variable altura de planta. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 20,02 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos, siendo homogéneos.

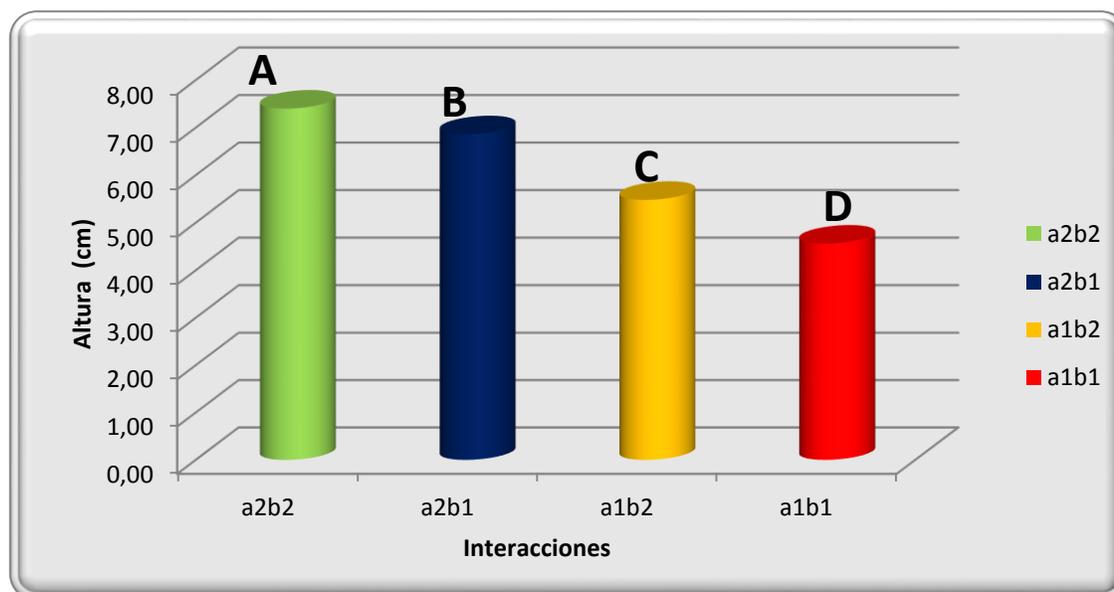
**Cuadro 13. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable altura de planta del eucalipto**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a2	b2	7,40	A			
a2	b1	6,86		B		
a1	b2	5,48			C	
a1	b1	4,56				D

Error: 0.0058 gl: 8

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

**Figura 6. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable altura de planta Eucalipto**



Dentro de la prueba Tukey se puede evidenciar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos pudiéndose así verificar cuatro grupos diferenciados entre estos, en el que se encuentra con mayor significancia al tratamiento a2b2 con 7,40 cm.

### 6.2.3. Diámetro de tallo

Los resultados de la variable diámetro del tallo se muestran a continuación, para el pino y eucalipto respectivamente:

#### a) Pino

**Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de Pino**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
	Diámetro de tallo		110	0,06	0,00	17,53	
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	0,01	2,0E-03	0,17	0,9120	NS	
Sustrato	1	3,7E-03	3,7E-03	0,31	0,5917	NS	
Tratamientos pre germinativos	1	1,0E-03	1,0E-03	0,09	0,7772	NS	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	1,4E-03	1,4E-03	0,12	0,7384	NS	
Error	8	0,09	0,01				
Total	11	0,10					

En el análisis de varianza para la variable de diámetro de tallo no se detectan diferencias significativas entre las fuentes de variación por lo que se acepta la hipótesis nula, que para obtener un mayor diámetro del tallo en los plantines de pino los tratamientos no tienen ningún efecto. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 17,53 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

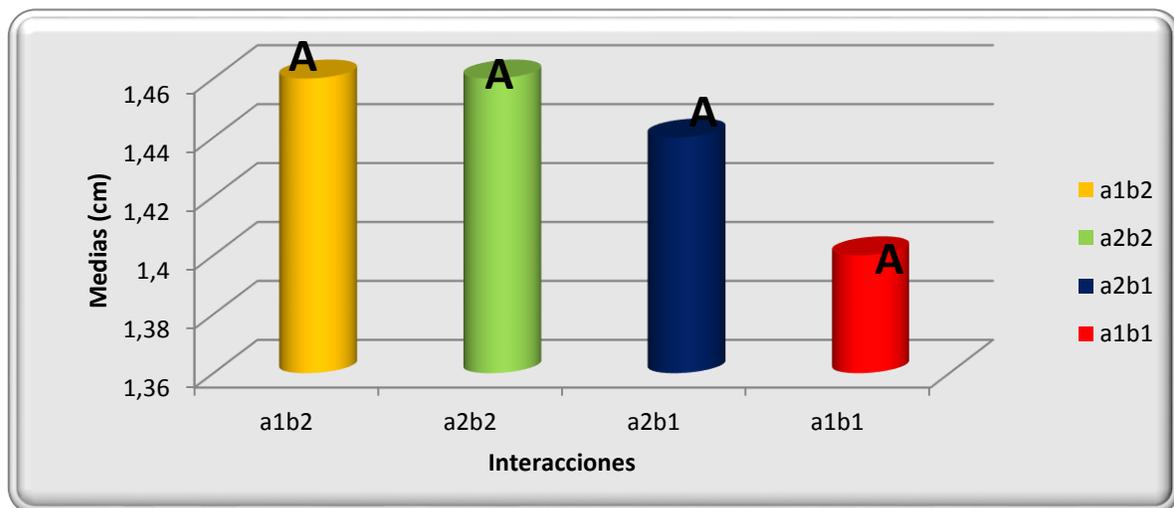
**Cuadro 15. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable diámetro de tallo del Pino**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a1	b2	1,46	A			
a2	b2	1,46	A			
a2	b1	1,44	A			
a1	b1	1,40	A			

Error: 0.0118 gl: 8

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

**Figura 7. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable diámetro de tallo del Pino**



En cuanto a la variable diámetro de tallo dentro de la prueba Tukey se puede evidenciar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos pudiéndose así verificar un solo grupo de tratamientos agrupados representados por la letra A, lo que indica que al igual que en la prueba ANVA no existe diferencia alguna entre ningún par de tratamientos por lo que se puede concluir que estadísticamente los distintos sustratos combinados con los distintos tratamientos pre germinativos no presentan influencia alguna sobre el diámetro de tallo.

## b) Eucalipto

**Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo del Eucalipto**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
		Diámetro de tallo		110	0,25	0,00	19,41
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	0,02	0,01	0,88	0,4911	NS	
Sustrato	1	2,1E-03	2,1E-03	0,37	0,5596	NS	
Tratamientos pre germinativos	1	0,01	0,01	1,13	0,3179	NS	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	0,01	0,01	1,13	0,3179	NS	
Error	8	0,05	0,01				
Total	11	0,06					

En el análisis de varianza para la variable de diámetro de tallo en los plantines de eucalipto no se divisan diferencias significativas entre las fuentes de variación por lo que se acepta la hipótesis nula, que para obtener un mayor diámetro del tallo en los plantines de esta especie los tratamientos no tienen ningún efecto. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 19,41 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

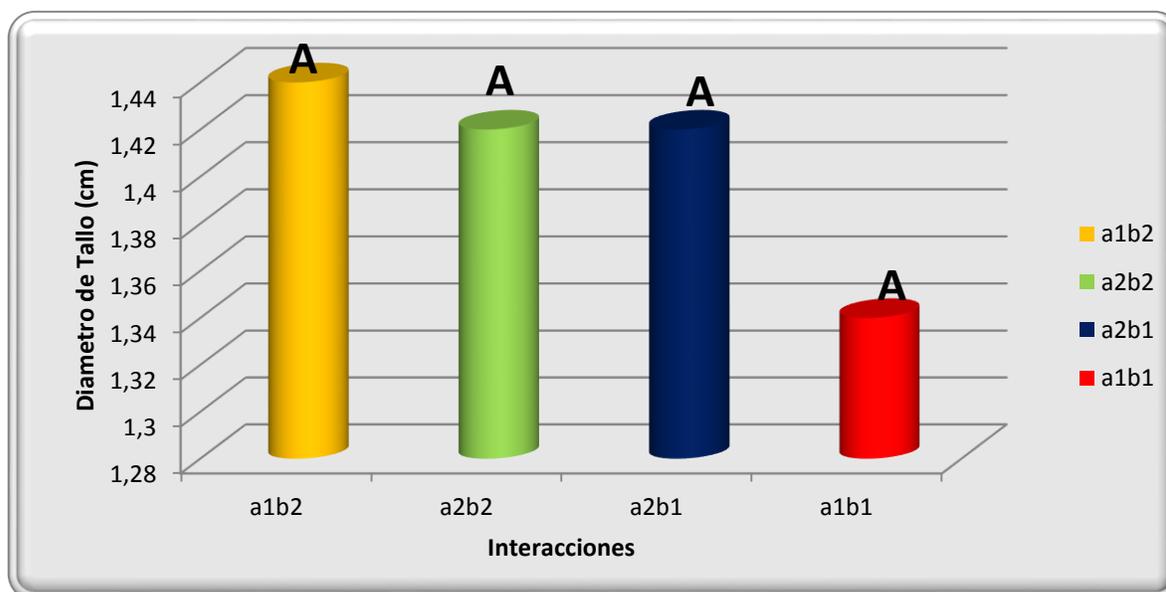
**Cuadro 17. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable diámetro de tallo del Eucalipto**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a1	b2	1,44	A			
a2	b2	1,42	A			
a2	b1	1,42	A			
a1	b1	1,34	A			

Error: 0.0058 gl: 8

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

**Figura 8. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable diámetro de tallo del Eucalipto**



En cuanto a la variable diámetro de tallo para los plantines de eucalipto, en la prueba Tukey se puede evidenciar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos pudiéndose así verificar un solo grupo de tratamientos agrupados representados por la letra A, lo que indica que al igual que en la prueba ANVA no existe diferencia alguna entre ningún par de tratamientos por lo que se puede concluir que estadísticamente los distintos sustratos combinados con los distintos tratamientos pre germinativos no presentan influencia alguna sobre el diámetro de tallo.

#### 6.2.4. Número de hojas

Los resultados de la variable número de hojas se muestran a continuación, para el pino y eucalipto respectivamente:

##### a) Pino

**Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable número de hojas del Pino**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
		Número de hojas		110	0,06	0,00	14,18
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	98,92	32,97	0,18	0,9082	NS	
Sustrato	1	36,75	36,75	0,20	0,6676	NS	
Tratamientos pre germinativos	1	52,08	52,08	0,28	0,6101	NS	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	10,08	10,08	0,05	0,8213	NS	
Error	8	1480,00	185,00				
Total	11	1578,92					

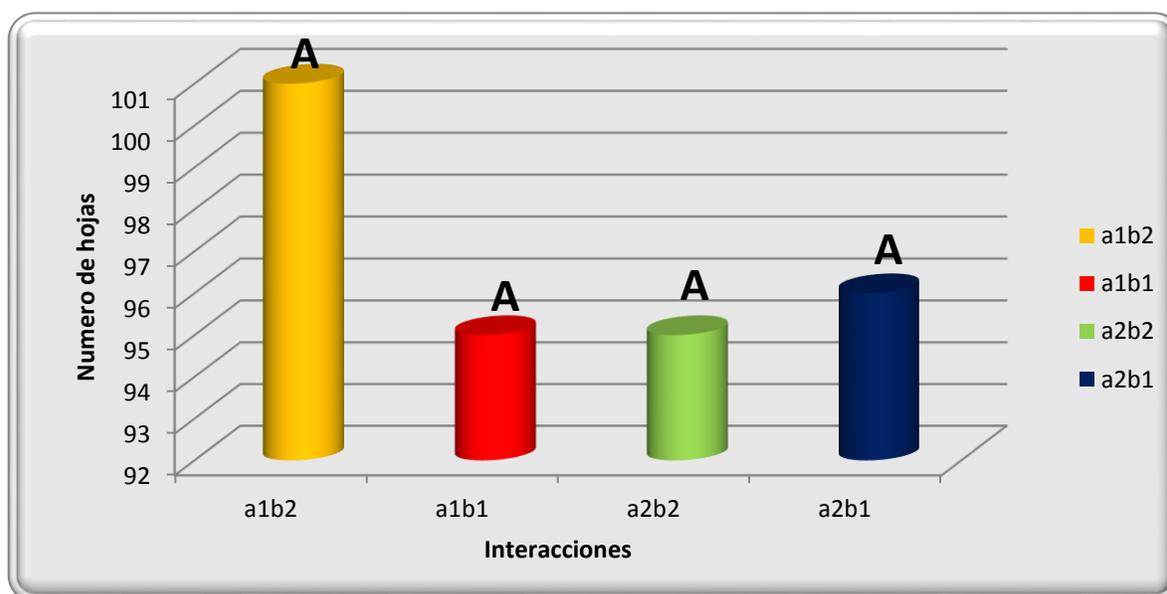
En el análisis de varianza para la variable de número de hojas en los plantines de pino no se divisan diferencias significativas entre las fuentes de variación por lo que se acepta la hipótesis nula, que para obtener un mayor número de hojas en los plantines de esta especie los tratamientos no tienen ningún efecto. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 14,18 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

**Cuadro 19. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable número de hojas del Pino**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a1	b2	101	A			
a1	b1	95	A			
a2	b2	95	A			
a2	b1	96	A			

*Error: 185,000 gl: 8  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Figura 9. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable número de hojas del Pino**



En cuanto a la variable número de hojas en la especie pino, en la prueba Tukey se puede evidenciar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos pudiéndose así verificar un solo grupo de tratamientos agrupados representados por la letra A, lo que indica que al igual que en la prueba ANVA no existe diferencia alguna entre ningún par de tratamientos por lo que se puede concluir que estadísticamente los distintos sustratos combinados con los distintos tratamientos pre germinativos no presentan influencia alguna sobre el número de hojas.

## b) Eucalipto

**Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable número de hojas del Eucalipto**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
	Número de hojas		110	0,38	0,15	19,63	
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	305,00	101,67	1,65	0,2531	NS	
Sustrato	1	208,33	208,33	3,39	0,1030	NS	
Tratamientos pre germinativos	1	56,33	56,33	0,92	0,3666	NS	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	40,33	40,33	0,66	1,4415	NS	
Error	8	3,76492,00	61,50				
Total	11	797,00					

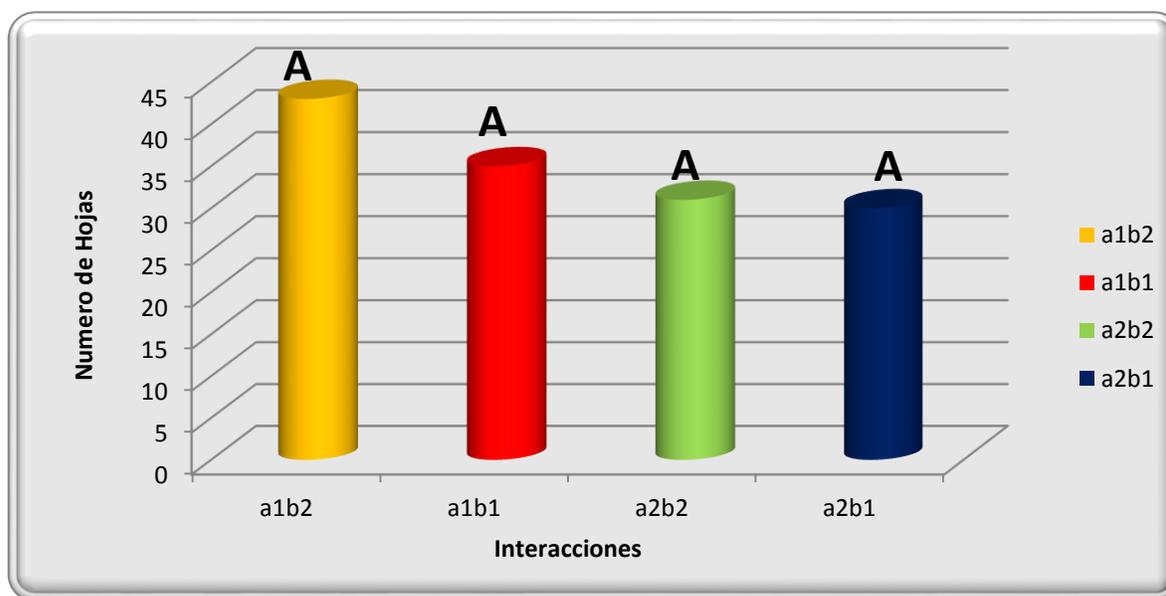
En el análisis de varianza para la variable de número de hojas en los plantines de eucalipto no se distinguen diferencias significativas entre las fuentes de variación por lo que se acepta la hipótesis nula, que para obtener un mayor número de hojas en los plantines de esta especie los tratamientos no tienen ningún efecto. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 19,63 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

**Cuadro 21. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable número de hojas del Eucalipto**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a1	b2	43	A			
a1	b1	35	A			
a2	b2	31	A			
a2	b1	30	A			

*Error: 61,5000 gl: 8  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Figura 10. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable número de hojas del Eucalipto**



En cuanto a la variable número de hojas en la especie eucalipto, en la prueba Tukey se puede evidenciar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos pudiéndose así verificar un solo grupo de tratamientos agrupados representados por la letra A, lo que indica que al igual que en la prueba ANVA no existe diferencia alguna entre ningún par de tratamientos por lo que se puede concluir que estadísticamente los distintos sustratos combinados con los distintos tratamientos pre germinativos no presentan influencia alguna sobre el número de hojas.

### 6.2.5. Longitud de la raíz

#### a) Pino

**Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz del Pino**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
	Longitud de la raíz		110	0,72	0,61	16,88	
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	15,99	5,33	6,72	0,0141	*	
Sustrato	1	7,13	7,13	8,99	0,0171	*	
Tratamientos pre germinativos	1	8,09	8,09	10,20	0,0127	*	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	0,78	0,78	0,98	0,3517	NS	
Error	8	6,34	0,79				
Total	11	22,33	1				

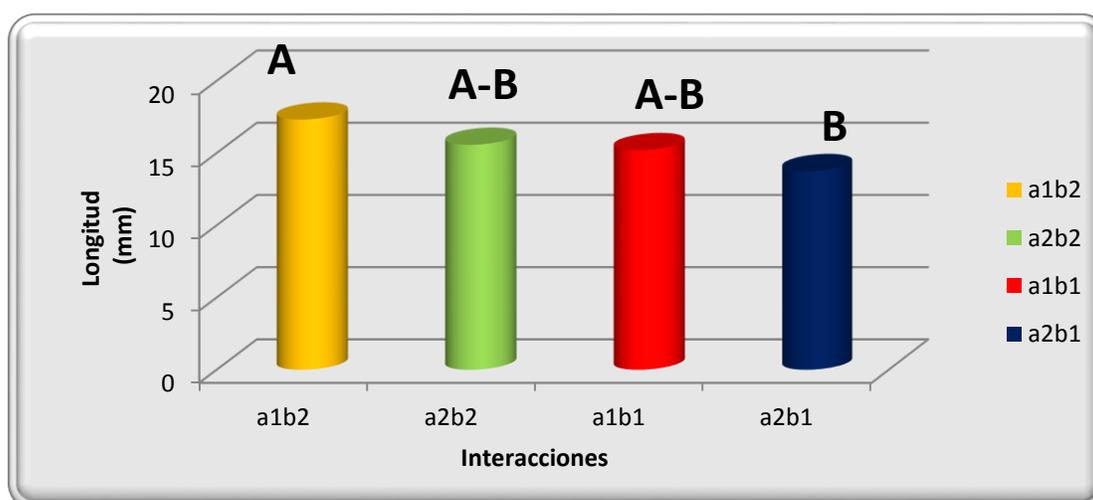
En el análisis de varianza para la variable de longitud de raíz, se detectan diferencias significativas en los sustratos y en los tratamientos pre – germinativos, alcanzando una longitud de raíz diferente entre cada tratamiento. La interacción entre sustrato y tratamiento pre-germinativo, no presenta diferencias significativas es decir esta fuente de variación no influye en cuanto a obtener una mayor longitud de raíz. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 16,88 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

**Cuadro 23. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable longitud de la raíz del Pino**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a1	b2	17,32	A			
a2	b2	15,57	A	B		
a1	b1	15,20	A	B		
a2	b1	13,75		B		

Error: 0.7927 gl: 8  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura 11. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable longitud de la raíz del Pino**



Dentro de la prueba Tukey se puede evidenciar que existen diferencias significativas entre los tratamientos pudiéndose verificar dos grupos diferenciados entre estos, siendo así el sustrato 1 con el tratamiento pre germinativo 2 fue el tratamiento que mayor longitud de raíz llegando a una máxima de 17,32 puesto que este tuvo mayor cantidad de turba.

## b) Eucalipto

**Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz del Eucalipto**

* :significativo ** :altamente significativo NS: no significativo	Variable		N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	Coeficiente de Variación	
	Longitud de la raíz		110	0,85	0,79	16,27	
Fuente de variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr	Significancia	
Modelo	3	19,35	6,45	14,77	0,0013	**	
Sustrato	1	7,68	7,68	17,59	0,0030	**	
Tratamientos pre germinativos	1	11,60	11,60	26,57	0,0009	**	
Sustrato*tratamiento pre germinativos	1	0,07	0,07	0,15	0,7045	NS	
Error	8	3,49	0,44				
Total	11	22,84					

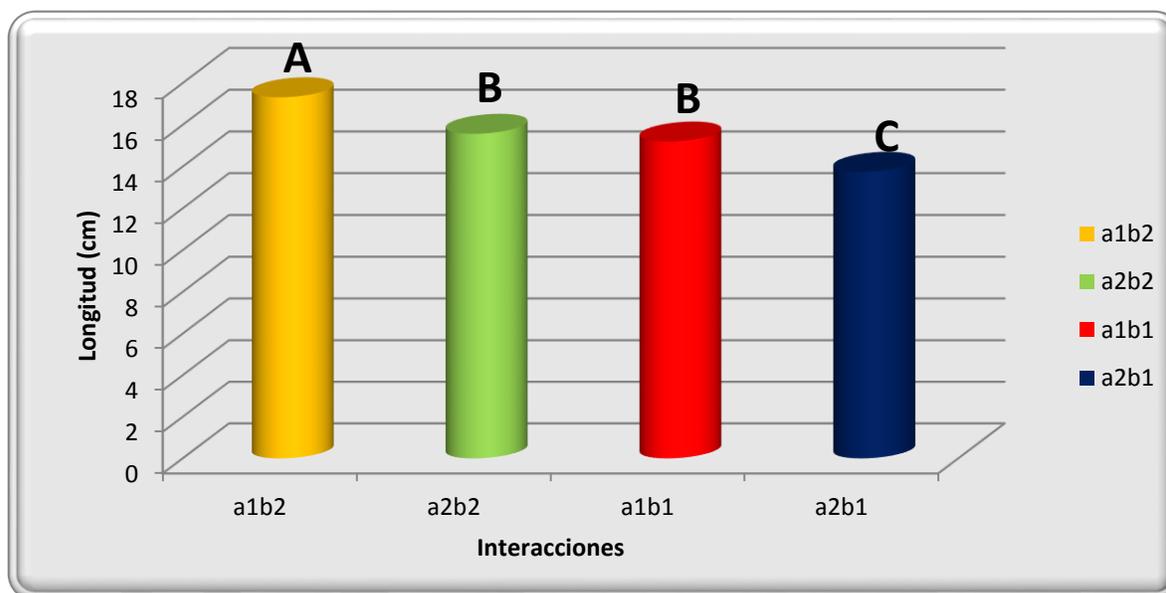
En el análisis de varianza para la variable de longitud de raíz en los plantines de eucalipto, se detectan diferencias significativas en los sustratos y en los tratamientos pre – germinativos, alcanzando una longitud de raíz diferente entre cada tratamiento. La interacción entre sustrato y tratamiento pre-germinativo, no presenta diferencias significativas es decir esta fuente de variación no influye en cuanto a obtener una mayor longitud de raíz. El análisis de varianza para esta variable obtuvo un coeficiente de variación de 16,27 que determina la confiabilidad en el manejo de los datos.

**Cuadro 25. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable longitud de la raíz del Eucalipto**

Sustrato	Tratamiento*pre germinativo	Medias	N			
a1	b2	17,32	A			
a2	b2	15,57		B		
a1	b1	15,20		B		
a2	b1	13,75			C	

*Error: 0.4367 gl: 8  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Figura 12. Prueba de comparación de medias Tukey (0,05) para la variable longitud de la raíz del Eucalipto**



Dentro de la prueba Tukey se puede evidenciar que existen diferencias significativas entre los tratamientos pudiéndose verificar tres grupos diferenciados entre estos, siendo así el sustrato 1 con el tratamiento pre germinativo 2 fue el tratamiento que mayor longitud de raíz llegando a una máxima de 17,32 puesto que este tuvo mayor cantidad de turba.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, para los plantines de pino, se llegó a las siguientes conclusiones:

Las características físicas y germinativas de las semillas recolectadas en la zona muestran semillas de alta calidad en las variables de pureza física y el número de semillas por kilogramo, a excepción del contenido de humedad que muestra bajas cifras, con un déficit hídrico en las semillas, indicando que en la zona los suelos no tienen un ahorro de agua óptimo, lo que afecta directamente a la producción agrícola.

El mejor sustrato para obtener mejores plantines de pino en la zona, en una mayor altura es el tratamiento a2b2, demostrando que lo mejor es remojar las semillas a temperatura ambiente durante 48 horas, ya que las semillas logran adquirir mayor agua para su desarrollo fisiológico; con relación al factor de componentes de los sustratos se muestra que tener una cantidad adecuada de turba influye en el desarrollo de la planta a igual que la tierra del lugar que contiene los insumos necesarios para obtener una mayor altura.

Con relación a las variables de diámetro de tallo y número de hojas no se encontraron diferencias significativas, este resultado probablemente es debido a una deficiencia de nitrógeno en la tierra del lugar.

Para la obtención de mayores longitudes de raíz, se demostró que el mejor tratamiento es el a1b2, que tuvo una mayor proporción de turba la cual influyó de gran manera en el crecimiento y desarrollo de nuevas raíces.

Cabe destacar que para todas las variables de respuesta el factor más determinante, para obtener los plantines de pino, es el tratamiento pre germinativo con 48 horas en agua a temperatura ambiente.

Con relación a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, para los plantines de eucalipto en el municipio de Chuma, se llegó a las siguientes conclusiones:

Las características físicas y germinativas de las semillas cosechadas en la zona muestran semillas de alta aptitud en las variables de pureza física y el número de semillas por kilogramo, a excepción del grado de humedad que muestra bajos números, con un falta de la misma en las semillas, indicando que en la zona los suelos no tienen una conservación de agua optima, lo que afecta directamente a la producción.

El mejor fundamento para obtener mejores plantines de eucalipto en el municipio de Chuma, en una mayor altura es el tratamiento a2b2, demostrando que lo mejor es humedecer las semillas a temperatura ambiente durante 48 horas, ya que las semilla logra adquirir mayor agua para su desarrollo funcional; con relación al factor de componentes de los sustratos se muestra que tener mayor cantidad de turba no es lo sobresaliente, ya que la tierra del lugar contiene las materias orgánicas e inorgánicas necesarios para obtener una mayor altura.

Con relación a las variables de diámetro de tallo y número de hojas no se encontraron diferencias significativas.

Para la obtención de mayores longitudes de raíz, el mejor tratamiento es el a1b2, que tuvo una mayor simetría de turba la cual intervino de gran forma en el crecimiento y desarrollo de nuevas raíces.

Cabe destacar que para todas las variables de respuesta el factor más concluyente, para conseguir los plantines de eucalipto, es el tratamiento pre germinativo con 48 horas en agua a temperatura ambiente.

## 7.2. Recomendaciones

Sobre la base de los resultados y las conclusiones de la investigación, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Para la obtención de buenos resultados es importante los cuidados preventivos y la sanidad en la manipulación y el lugar de enraizamiento. Ya que los factores como la temperatura, riego y humedad que requieren los plantines son factores favorables para patógenos que pudieran estar infestando el lugar.
- Realizar trabajos de investigación aplicando los tratamientos en otras especies forestales con el fin de obtener mayores rendimientos en menores tiempos.
- Plasmar la plantación de especies forestales en todo el municipio, ya que es de suma importancia ya que los suelos en su mayoría son aptos para estas especies forestales..
- Hacer evaluaciones específicas sobre el impacto que tiene el cambio climático en los diferentes pisos ecológicos del municipio.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ABAD, M. 1993. Sustratos, características y propiedades en cultivo sin suelo. Cánovas y J.R. Díaz (ed). Instituto de Estudios Almerienses.

ARRIAGA, et. al. 1994. Efecto de diferentes sustratos en la germinación de *Pinus patula* en vivero. Memoria de Tesis para obtener el título de Biólogo, Morelia – Michuacan.

BONNER, F.T. 1974: Análisis de Semillas. En Semillas de plantas leñosas en los Estados Unidos, Agricultura Manual Nº 450. Para. Servicio, USDA, Washington DC.

BOUTHERIN, D. 1994. Multiplicación de Plantas Ornamentales. 225 p. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

BUENO, J. 1972. Postes de madera para líneas aéreas de conducción de energía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Industrias Forestales. Lima – Perú

Cámara forestal de Bolivia. (2007). El sector Forestal en Bolivia. Sucre-Bolivia. Disponible en: [www.cfb.org.bo](http://www.cfb.org.bo)

Perez, D. W. 1982. Principios de silvicultura. Primera Edición. México

DURAN, A.2004. Composición del suelo. Primera Edición, Montevideo – Uruguay.

ENCE, S.A. (GRUPO EMPRESARIAL ENCE), 2009. La gestión forestal sostenible y el Eucalipto, España

Enríquez, G. y Paredes, A. (1989). Editorial EUNED, Tercera Reimpresión de la segunda edición, Serie de Especies Forestales Mayores Nº 4. San José -Costa Rica.

FAO, (1981). El eucalipto en la repoblación forestal. 2da Edición. Roma, Italia, pp: 47-237

FAO, 1993. Prevención de pérdidas de alimentos de post-cosecha de frutos, hortalizas, raíces y tubérculos. Roma Italia, 183 pp.

FLORES V., E. 2004. La Planta: estructura y función. Segunda Edición. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

FON QUER, P. 1982. Diccionario de botánica. Ed. Labor . Barcelona.

FOSATI, J. 1996. Sustrato en viveros Forestales. Programa de Redoblamiento Forestal. Cochabamba, Bolivia. 12 p.

GOITIA, L. 2003. Manual de Dasonomía: Teoría y Laboratorio, La Paz, Bolivia.

GOITIA, I. 2012. Manual de Prácticas de Dasonomía y Silvicultura, La Paz, Bolivia.

GOLD, K.; LEÓN, P. y WAY , M. 2004. Manual de Recolección de Semillas de plantas silvestres. Editorial Altamirano. La Serena – Chile.

GUZMAN, W. 2000. Comportamiento Agronómico en tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota – cota, La Paz. Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

INFOAGRO, 2006. Tipos de sustratos de cultivo (en línea). Consultado el 3 de feb, 2012. Disponible en [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)

INFOR-CORFO, 1986. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago, Chile. 168 pp.

INTA, 2002. Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas de envase. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero.

ISTA, 1976. Normas internacionales para las pruebas sobre semillas. Normas y los anexos. Internacinal Seed Testing Association, Sci. Y Tecnología. 177 p.

ISTA, 1976. Normas internacionales para las pruebas sobre semillas. Normas y los anexos. Internacinal Seed Testing Association, Sci. Y Tecnología. 177 p.

MARZOCCA, A.; (1985). Nociones básicas de taxonomía Vegetal. Edición IICA, Costa Rica, San José. pp.: 153-178.

MONTOYA, O. (1995). El Eucalipto. Editorial Mundi-Prensa 1ra Edición, España, Bilbao.

PÉREZ, P. y Viniegra, g. 1998. Laboratorio de biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 234pp.

POULSEN, K. 1993. Análisis de Semillas. CATIE

ROSH, R. 1987. Situación y aptitud celulósica del eucalipto en Argentina. En 11 Jornadas Mes Forestal de Entre Ríos. Concordia.

SERRADA, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. Madrid.

SOLORZANO, C. 2005. Manual Básico para viveristas del bosque seco. Guayaquil – Ecuador.

TARIMA J. 1996. Manual de viveros (comunales y familiares). Segunda edición, editorial CIAT, MBAT. Santa Cruz – Bolivia.

WILLAN R. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, 2001

# ANEXOS

## Anexo 1. Área de recolección de semillas



Coordenadas: 15° 28' 51" de latitud Sur  
68° 53' 54" de longitud Oeste



Coordenadas: 15° 28' 48" de latitud Sur  
68° 53' 50" de longitud Oeste



Coordenadas: 15° 28' 40" de latitud Sur  
68° 53' 52" de longitud Oeste

## Anexo 2. Preparación de los sustratos



Coordenadas: 15° 28' 49" de latitud Sur  
68° 53' 52" de longitud Oeste

## Anexo 3. Almacigado de los tratamientos en estudio



Coordenadas: 15° 28' 53" de latitud Sur  
68° 53' 52" de longitud Oeste

#### Anexo 4. Repicado de los ensayos



Coordenadas: 15° 28' 49" de latitud Sur  
68° 53' 52" de longitud Oeste