

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



**TESIS DE GRADO**

**LA GERMINACION DEL PINO (*Pinus radiata*) EN RELACION DE DIFERENTES  
SUSTRATOS Y PRE – TRATAMIENTOS GERMINATIVOS EN EL DEPARTAMENTO  
DE LA PAZ**

**AGUSTIN CHOQUE TICONA**

**La Paz - Bolivia**

**2015**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**LA GERMINACION DEL PINO (*Pinus radiata*) EN RELACION DE DIFERENTES  
SUSTRATOS Y PRE – TRATAMIENTOS GERMINATIVOS EN EL DEPARTAMENTO  
DE LA PAZ**

*Tesis de Grado Presentado como requisito  
Parcial para optar al Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**AGUSTIN CHOQUE TICONA**

**Asesores:**

Ing. MSc. Ramiro Mendoza Nogales

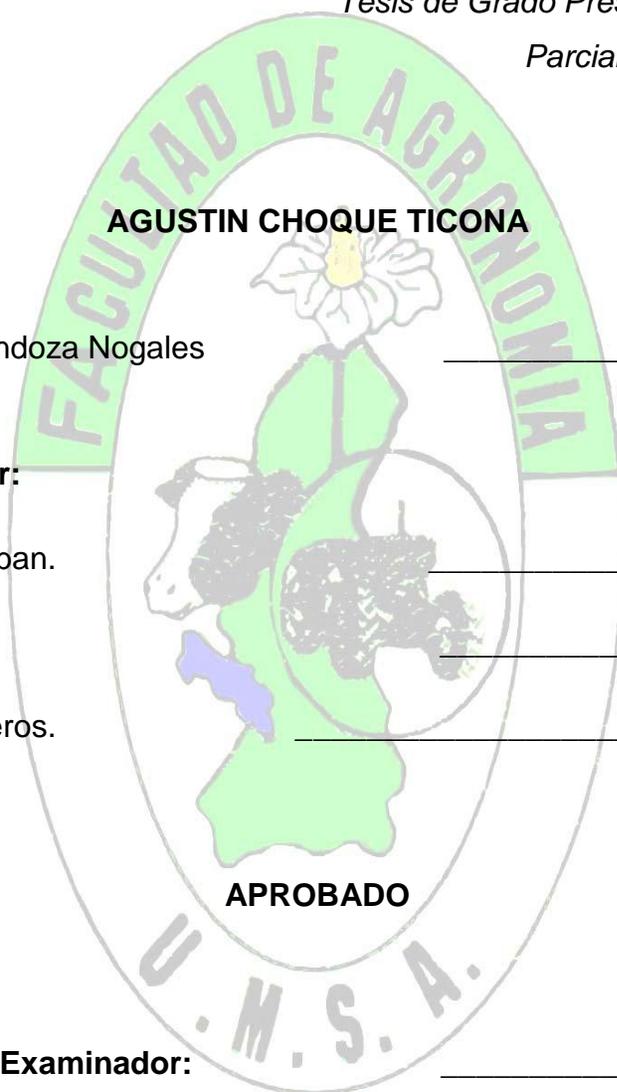
**Tribunal Examinador:**

Ph. D. AbulKalamKurban.

Ing. Luis Goitia Arze.

Ing. Rubén Trigo Riveros.

**Presidente Tribunal Examinador:**



## DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida y la fortaleza para poder alcanzar todos mis sueños esperando que este solo sea uno de tantos.*

*A mis padres Severo Choque Y Ignacia Rosa Ticona quienes con su ejemplo, sacrificio y amor me han guiado en la vida y cuando se han complicado las cosas sus consejos y apoyo único me han servido para seguir adelante.*

*A mi hermana Marina Choque por su comprensión y apoyo constante.*

*A mis hermanos Willy, Reynaldo, Sonia que me dio de inspiración para continuar cuando creía que no tenía más fuerzas.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres por apoyarme en mis estudios y en la realización de esta Tesis, por sus sacrificios y todo lo que me han dado.*

*Al Ing. Ramiro Mendoza por ser un gran maestro, por ser además mi amigo y guiarme en la realización de esta Tesis.*

*Al tribunal revisor: Ing. Rubén Trigo Riveros, Dr. AbulKalamKurvan, y al Ing. Luis Goitia Arze. Por sus sugerencias y recomendaciones que enriquecieron para la culminación de este trabajo.*

*A la Universidad Mayor de San Andrés por formarme Moral y Académicamente.*

*A la Facultad de Agronomía por las facilidades otorgadas.*

*A mi hermana Marina y Daniel, sus hijas Mayerli, Sharik y Sharon por su apoyo incondicional en situaciones muy complicadas y tolerancia en todo el proceso de realización de la Tesis.*

*A todos aquellos que indirectamente me apoyaron durante mi carrera y la realización de este proyecto.*

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
CONTENIDO.....	iii
INDICE GENERAL.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi

## INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1 Características morfológicas del pino radiata (Pináceas).....	4
2.2 Origen.....	4
2.3 Descripción general del árbol.....	5
2.3.1 Árbol.....	5
2.3.2 Flores.....	5
2.3.2 Hojas.....	5
2.3.3. Frutas /semillas.....	6
2.4 Necesidades Bioclimáticas.....	6
2.5 Características Edafoclimaticas del Pino.....	7
2.5.1 Requerimiento Edáfico.....	7
2.5.2 Factores Limitantes de Crecimiento.....	7
2.5.3 Descripción Silvicultural y Manejo de la Especie.....	7
2.5.3.1 Características y Tratamiento de la Semilla.....	7
2.5.3.2 Producción en Vivero del Pino radiata.....	7
2.6 Elegir una Planta de Calidad de Pino radiata.....	8
2.7.1 Practica del cultivo en Vivero.....	9
2.7.2 Fertilización.....	9
2.6.3 Control de Enfermedades.....	9

2.7	Propagación.....	9
2.7.1	Sexual o por Semilla.....	10
2.7.2	Asexual o Partes Vegetativas.....	10
2.7.3	Semilla.....	10
2.7.3.1	Partes de una Semilla.....	10
2.7.3.2	Cubierta Seminal.....	10
2.7.3.3	Endospermo.....	11
2.7.3.3	Embrión.....	11
2.8	Recolección de las Semillas.....	12
2.8.1	Recolección.....	12
2.8.2	Selección de Árbol Semillero.....	12
2.8.3	Manejo.....	12
2.8.4	Almacenamiento.....	12
2.9	Propiedades externas de las semillas.....	13
2.9.1	Pureza Física.....	13
2.9.2	Número de Semillas en un Kilogramo.....	13
2.9.3	Contenido de Humedad.....	13
2.10.	Propiedades Internas de las Semillas.....	14
2.10.1	Germinación y Energía.....	14
2.10.2	Viabilidad.....	14
2.10.3	Energía germinativa.....	14
2.10.4	Periodo de Energía.....	15
2.10.5	Sanidad.....	15
2.11	Principios de la Propagación por Semilla.....	15
2.11.1	El Proceso de la Germinación.....	15
2.12	Etapas de la Germinación.....	16
2.12.1	Inhibición.....	16
2.12.1.1	Etapas de la Germinación.....	16
2.12.2	Digestión y Translocación.....	17
2.12.2.1	Etapas de la Germinación.....	17
2.12.3	Crecimiento de la Planta.....	17
2.12.3.1	Etapas de la Germinación.....	17
2.13	Factores Ambientales que Afectan la Germinación de la Semilla.....	18
2.13.1	Agua.....	18
2.13.2	Temperatura.....	18
2.13.3	Oxígeno.....	19
2.13.4	Luz.....	19

2.14	Clases de Germinación.....	19
2.14.1	Germinación Epigea.....	20
2.14.2	Germinación Hipogea.....	20
2.14.3	Germinación de la Semilla.....	20
2.15	Fisiología de la semilla.....	20
2.15.1	Madurez Fisiológica.....	20
2.15.2	Fisiología Post – cosecha.....	21
2.15.3	Latencia Física de la Semilla.....	21
2.15.4	Tipos de Latencia en las Semillas.....	22
2.16	Testa Dura.....	24
2.17	Tratamientos para Superar el Letargo de las Semillas.....	24
2.17.1	Tratamiento Pre – Germinativos.....	24
2.17.2	Escarificación.....	24
2.17.3	Estratificación.....	24
2.17.4	Remojo de Semilla en Agua Atemperada Ambiente.....	25
2.17.5	Remojo de Semillas en Agua Hirviendo.....	25
2.18	Los Requerimientos de las Plantas, Sustratos, el Agua, Suelos.....	25
2.18.1	Los Requerimientos de las Plantas.....	26
a).	El Sustrato.....	26
a1	Elaborado el sustrato Debemos Cuidar su Desinfección.....	26
a2	Con Formol.....	26
a3	Con agua Hirviendo.....	27
a4	Retostado del Sustrato.....	27
a5	Con Producto de Síntesis Química.....	27
b).	El Agua.....	28
c).	Abono Orgánico.....	28
a.	Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas.....	29
b.	Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas.....	30
c.	Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas.....	30
2.18.2	Estiércol.....	31
2.18.3	Las Enmiendas.....	32
<b>3.</b>	<b>LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>34</b>
3.1	Ubicación Geográfica.....	34
3.1.1	Latitud y longitud.....	34
3.1.2	Límites Territoriales.....	35
3.2	Características Climáticas.....	35

3.2.1 Pisos Ecológicos.....	35
3.2.2 Vegetación.....	35
3.2.3 Riesgos Climaticos.....	36
3.2.4 Suelo.....	36
<b>4. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>37</b>
4.1 Materiales.....	37
4.1.1 Material Laboratorio.....	37
4.1.2 Material Biológico.....	
4.1.3 Materiales de Campo.....	37
4.1.4 Material y Equipo de Escritorio.....	37
4.2 Metodología.....	38
4.2.1 Procedimiento en el Campo Experimental.....	38
4.2.1.1 Delimitación del área experimental.....	38
4.2.1.2 Construcción del Vivero.....	38
4.2.1.3 Preparación de Sustrato.....	38
4.2.1.4 Desinfección.....	39
4.2.1.5 Método de Remojo.....	40
4.2.1.6 Siembra del Pino radiata.....	41
4.2.1.7 Labores Culturales.....	41
4.2.2 Diseño Experimental .....	41
4.2.3 Factores de Estudio.....	42
4.2.4 Modelo Lineal Aditivo.....	42
4.2.5 Croquis del Experimento.....	43
4.2.6 Variables de Respuesta.....	43
4.2.6.1 Porcentaje de Germinación.....	43
4.2.6.2 Altura de la Planta.....	44
4.2.6.3 Diámetro del Tallo.....	44
4.2.6.4 Longitud de la Raíz.....	44
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>45</b>
5.1. Porcentaje de germinación.....	45
5.2. Altura de la planta.....	50
5.3 Diámetro del tallo.....	54
5.4 longitud de la raíz.....	56
5.5 Costos de producción.....	59

<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>8. BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>63</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Especies Exóticas Cultivadas. Fuente: a base del PDM (2010).....	<b>36</b>
<b>Cuadro 2.</b>	Procedencia de la Semilla de Pino Radiata.....	<b>37</b>
<b>Cuadro 3.</b>	Croquis del experimento.....	<b>43</b>
<b>Cuadro 4</b>	Promedios de porcentaje de germinación en placas petri y campo...	<b>45</b>
<b>Cuadro 5.</b>	Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.....	<b>46</b>
<b>Cuadro 6.</b>	Análisis de varianza de altura de la planta.....	<b>50</b>
<b>Cuadro 7.</b>	Análisis de varianza para el diámetro de tallo (mm).....	<b>54</b>
<b>Cuadro 8.</b>	Análisis de varianza para la longitud de raíces.....	<b>56</b>
<b>Cuadro 9.</b>	Costos de producción del pino radiata.....	<b>60</b>

## LISTAS DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografías 1.</b>	Construcción del área de experimentación.....	<b>39</b>
<b>Fotografías 2.</b>	Preparación de sustrato.....	<b>40</b>
<b>Fotografías 3.</b>	Acomodado de bolsas.....	<b>40</b>
<b>Fotografías 4.</b>	Desinfección de sustrato.....	<b>40</b>
<b>Fotografías 5.</b>	Modo de aplicación del remojo de las semillas.....	<b>41</b>
<b>Fotografías 6.</b>	La unidad experimental totalmente terminada.....	<b>41</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa de ubicación de la comunidad de Cascachi.....	<b>34</b>
<b>Figura 2.</b>	Construcción del área experimental.....	<b>38</b>
<b>Figura 3.</b>	Preparación de sustrato.....	<b>39</b>
<b>Figura 4.</b>	Acomodado de bolsas de repique.....	<b>39</b>
<b>Figura 5.</b>	Desinfección del sustrato.....	<b>40</b>
<b>Figura 6.</b>	Modo de aplicación del remojo de las semillas.....	<b>40</b>
<b>Figura 7.</b>	La unidad experimental totalmente terminada.....	<b>41</b>
<b>Figura 8.</b>	Cuadrados medios del porcentaje de germinación.....	<b>46</b>
<b>Figura 9.</b>	Cuadrados medios del porcentaje de germinación con las temperaturas de 20.....	<b>47</b>
<b>Figura 10.</b>	Cuadrados medios del porcentaje de germinación con temperaturas de 40 °C.....	<b>48</b>
<b>Figura 11.</b>	Cuadrados medios del porcentaje de germinación con temperaturas de 60 °C.....	<b>48</b>
<b>Figura 12.</b>	Comparación de medias de las alturas del pino radiata con temperaturas de 20 °C.....	<b>51</b>
<b>Figura 13.</b>	Comparación de medias de las alturas del pino radiata con temperaturas de 40 °C.....	<b>52</b>
<b>Figura 14.</b>	Comparación de medias de las alturas del pino radiata con temperaturas de 60 °C.....	<b>52</b>
<b>Figura 15.</b>	Comparación de medias del diámetro de la planta pino radiata.....	<b>55</b>
<b>Figura 16.</b>	Comparación de promedios longitud de raíz con las temperaturas de 20 °C.	<b>57</b>
<b>Figura 17.</b>	Comparación de promedios longitud de raíz con las temperaturas de 40 °C.	<b>58</b>
<b>Figura 18.</b>	Comparación de promedios longitud de raíz con las temperaturas de 60 °C.	<b>58</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Altura de la planta.....	<b>70</b>
<b>Anexo 2.</b>	Porcentaje de germinación.....	<b>71</b>
<b>Anexo 3.</b>	Diámetro del cuello de la planta.....	<b>71</b>
<b>Anexo 4.</b>	Longitud de la raíz.....	<b>72</b>
<b>Anexo 5.</b>	Costos de producción.....	<b>72</b>
<b>Anexo 6.</b>	Fotografía del vivero y las bolsas de repique .....	<b>74</b>
<b>Anexo 7.</b>	Fotografía realizando los tratamientos pre germinativos.....	<b>74</b>
<b>Anexo 8.</b>	Fotografía de sustratos y la respectiva mezcla.....	<b>74</b>
<b>Anexo 9.</b>	Fotografía del crecimiento del pino radiata.....	<b>75</b>
<b>Anexo 10.</b>	Fotografía de la medición del pino radiata.....	<b>75</b>
<b>Anexo 11.</b>	Fotografía del pino radiata con sus tratamientos y embolsados.....	<b>75</b>

## RESUMEN

Esta investigación fue realizada en la Ciudad de La Paz, Provincia los andes del Departamento de La Paz, el cual tuvo como objetivo principal el de evaluar el comportamiento germinativo con diferentes sustratos, ya que debido a su sensibilidad a climas fríos no se tienen antecedentes de la explotación de esta especie en esta región. Fue la primera experiencia en el rubro forestal en la región, los pinos fueron manejados en un solo grupo desde siembra hasta el momento en el que fueron distribuidos las diferentes unidades experimentales, durante este periodo de tiempo se realizó los labores culturales hasta el crecimiento. El estudio fue al comienzo de la germinación del pino hasta poco después de alcanzar más de 10 cm, en este periodo de tiempo se fue sacando los siguientes datos de diferentes tratamientos, El trabajo fue realizado con un diseño de Bloques completos al azar con dos factores ya que influye este en diferentes aspectos, tubo 3 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales, con 15 bolsas de repique o plantaciones. Los parámetros evaluados fueron: porcentaje de germinación, altura de la planta, crecimiento del diámetro del cuello de la planta, crecimiento de la longitud de raíz y los costos de producción. Los resultados mostraron que hubo diferencias significativas en la parte del porcentaje de germinación entre los diferentes tratamientos, pero si tuvo un problema con el tratamiento b3 el cual fue el menor porcentaje que presento un 63.62% del total, por otra parte a pesar de tener bajos índices en el b3, aun así se obtuvieron valores positivos en cuanto a la relación B/C, siendo el más alto el b2 con 1.54 Bs. Por planta ya que este es el más recomendable para la producción del pino en la zona.

## ABSTRACT

This research was conducted in the city of La Paz, Province Andes Department of La Paz, which had as main objective to evaluate the germination behavior with different substrates, since due to its sensitivity to cold weather does not have a history of exploitation of this species in this region. It was the first experience in the forestry sector in the region, the pines were handled in one group from planting to the time when they were distributed the various experimental units during this period cultural work until growth was performed. The study was the start of germination of pine until shortly after reaching more than 10 cm, in this period of time was taking the following different treatments, the work was done with a design of complete randomized block with two factors since this influences in various aspects, tube 3 and 3 repetitions treatments, making a total of 9 experimental units with 15 or plantations ringing bags. The parameters evaluated were: percentage of germination, plant height, collar diameter growth of the plant growth and root length production costs. The results showed that there were significant differences in the part of the germination percentage among different treatments, but if I had a problem with treatment b3 which was the lowest percentage that showed a 63.62% of the total, moreover despite having lower rates on b3, yet positive values were obtained in terms of the ratio B / C, being the highest with 1.54 b2 Bs. On ground since this is the most suitable for the production of pine in the area.

## 1. INTRODUCCION

El pino radiata Proviene de la costa de California, es una especie que se adapta a condiciones climáticas y suelos diferentes, se ha mencionado que el mayor porcentaje de germinación corresponde a la altitud baja, el mismo se puede deber a que esta favorecida por mejores condiciones ambientales, como la temperatura al encontrarse a menor altitud existe una temperatura media en relación con la altitud alta.

El desarrollo de las plántulas de las semillas de pino no requieren de estratificación para el buen desempeño, la germinación se ve reforzada por el mismo. Frío húmedo, la estratificación de 0 a 7 días se recomienda para las semillas frescas y de 7 a 20 días para que la semilla sea almacenada (Terán, 1995).

En Bolivia las zonas con escasa cobertura boscosa, como el altiplano y valles interandinos el rol del árbol en términos socioculturales tiene connotaciones de índole tradicional; es casi un culto al árbol que se practica cuando hay árboles cercanos a los poblados rurales, especialmente algunas especies en particular. Se los usa para sombra de los animales, fuente de energía (leña), su madera para distintos usos, como fuente de especies para la medicina natural, como fertilizador de campos de cultivo y pastoreo, como trojes (depósito de forraje seco para el ganado), como postes y otros usos como extracción de taninos para el teñido de tejidos y uso de exudaciones o resinas.

En las regiones subtropicales y tropicales, de colonización reciente, sus usos a veces son contradictorios. Por un lado parecería que perjudican al normal desarrollo de su agricultura, por lo tanto se roza, tumba y quema y se siembra en limpio; a la vez se los requiere y considera como fuente de madera, energía (leña), se elabora el carbón vegetal y practica otros usos secundarios; no existe la visión de una posible combinación del uso de árboles y cultivos, o árboles y pasturas; aunque en estos últimos tiempos esto parece estar cambiando.

Es práctica común, primero eliminar el bosque primario, sembrar maíz, y luego otros cultivos y cuando la erosión eólica o hídrica aparecen y los rendimientos ya decrecen, entonces pensar y recordar, para tratar de recomponer lo perdido, buscando implementar cortinas rompe vientos, reponer las servidumbres ecológicas; o también elige la opción más cómoda, abandonar el área y habilitar otra, continuando así, con el círculo vicioso.

Sin embargo en las culturas tradicionales del oriente boliviano se tiene cierto grado de convivencia en equilibrio con los bosques nativos, por la cultura de origen que llevan para ellos los árboles nativos son su fuente de alimento, abrigo, energía, defensa, energía y hasta ingresos, por lo tanto; si no median intereses externos que buscan ingresos rápidos, ellos realizan el aprovechamiento de los árboles y sus productos en equilibrio con la capacidad de reposición del recurso.(Vargas y Lawrence, 2000).

El Pino radiata se encuentra entre las diferentes especies exóticas plantadas comercialmente o de ornamento en Bolivia, encontrándose en mayor cantidad en la zona de los valles de Bolivia. Esta especie se adapta muy bien a climas fríos como cálidos, razón por la que se puede encontrar en gran cantidad en el departamento de La Paz.

La especie del Pino radiata se puede encontrar en las plazas de la ciudad de La Paz, demostrando su importancia como planta ornamental, además de ser una planta forestal que es muy conocida en nuestro medio debido a su importancia en el mercado ya que con ella se fabrica cajones y embalajes para frutas, machihembré, tirantes, tablas, etc. Esta especie tiene importancia por ser tolerante a la salinidad y sequía.

La propagación del pino se realiza comúnmente mediante semilla, pero el crecimiento es un poco lento y un cultivo forestal puede tardar un tiempo relativamente largo para que la planta llegue a tener una altura aceptable y poder ser trasplantada al suelo definitivo.

Para superar estos mecanismos de control de la germinación de las semillas existen varios métodos que se aplican dependiendo del tipo de mecanismo de que se trate, los métodos más comunes empleados son: escarificación mecánica, remojo en agua, escarificación con ácido, estratificación y la combinación de dos o más tratamientos.

Con el presente trabajo se lograra brindar los conocimientos técnicos básicos de la importancia de realizar el tratamiento pre-germinativo a las semillas con el fin de obtener resultados más rápidos y una producción de plantas más homogéneas y con énfasis para la zona del altiplano.

El presente trabajo se realizó en condiciones de campo, con insumos y medios disponibles del lugar; basados en los siguientes objetivos:

### **1.1 Objetivo General**

Determinar la germinación de semilla de pino radiata en tres diferentes tipos de preparación de sustrato bajo diferentes temperaturas pre-tratamientos germinativos.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

- Estudiar los atributos fisiológicos, poder de germinación y vigor de las semillas de pino en tres sustratos diferentes.
- Determinar el sustrato más adecuado para la germinación de semilla de pino a diferentes temperaturas.
- Realizar el análisis económico de costos parciales en los tratamientos en evaluación.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Características Morfológicas del Pino Radiata

Normalmente presenta un porte en forma cónica, pudiendo alcanzar alturas de hasta 60 metros y 100 DAP. Las acículas son largas, miden entre 10 y 15 cm y se agrupan envainadas de tres en tres, característica que lo diferencia fácilmente de otros pinos; son además de color vivo y brillante dando a la copa un aspecto muy denso. Las piñas permanecen sujetas al árbol durante muchos años, conservando en buen estado la semilla (ADMIN, 2013).

### 2.2 Origen

Proviene de la costa de California, es una especie que se adapta a condiciones climáticas y suelos diferentes.

#### Taxonomía del pino radiata

Clasificación científica	
Reino:	Plantae
División:	Pinophyta
Clase:	Pinopsida
Orden:	Pinales
Familia:	Pinaceae
Género:	Pinus
Especie:	<i>P. radiata</i>
Nombre común	
Pino insigne, monterrey.	

Fuente ADMIN, 2013.

## 2.3 Descripción General del Árbol

Es un árbol de excelente forma pudiendo alcanzar alturas hasta los 60 m con crecimientos medios de 1,5 a 3 cm anuales de diámetro con un tronco cónico y recto (ADMIN, 2013).

### 2.3.1 Flores

El polen amarillento, de gran producción de estructuras en las puntas de las ramas. Florece al final del invierno, la primavera (ADMIN, 2013).



Flores masculinas de pino radiata.

### 2.3.2 Hojas

Aciculares, verde oscuro, alternando en grupos de tres, 3 a 7 pulgadas de largo en fascículos de tres (ADMIN, 2013).



Las hojas de Pino radiata

## Frutas / Semillas

Conos cónicos, desequilibrada y cerrada, 3 - 6 pulgadas de longitud, en grupos de anillos que se aferran a los árboles durante muchos años. Los conos se abren para liberar las semillas en días muy calurosos y en los incendios (Villavicencio, 2001).



**Las frutas y semillas del pino radiata. Fuente**

### 2.4 Necesidades Bioclimáticas

El pino radiata crece en una gran diversidad de ambientes. Puede vivir con precipitaciones relativamente bajas, pero prospera indiferente a las condiciones del suelo pudiendo ocupar terrenos improductivos abandonados por la agricultura en la cual la recuperación de la vegetación nativa es difícil.

En la práctica ha demostrado poseer buenas aptitudes de crecimiento y desarrollo en diferentes tipos de suelo, excepto en los sitios muy secos, en suelos pantanosos y en lugares con abundantes nevadas y temperaturas más allá de los 7°C bajo cero (Terán, 1995).

Los crecimientos óptimos se encuentran con temperaturas mínimas no inferiores a los 5°C bajo cero y precipitaciones anuales medias entre 500 a 1000 mm, en suelos con texturas de medias a pesadas y con un pH de ácido a neutro (FAO, 1985).

## 2.5 Características Edafoclimáticas del Pino.

Según ADMIN (2013) el requerimiento climático es:

Altitud : 1.800 - 3.500 msnm.

Precipitación : 800 - 1.300 mm.

Temperatura : 11 – 17 °C

### 2.5.1 Requerimiento Edáfico

Suelo franco – arenoso, bien drenado, con pH neutro a ligeramente ácido, exigente en fósforo, boro y zinc.

### 2.5.2 Factores Limitantes de Crecimiento

No tolera la presencia de neblina ni suelos anegados, como plagas existen insectos de oliadores y barrenadores, además existen enfermedades como el Damping – off, quemaduras de acículas, manchas de acículas, marchites descendente, muerte descendente, marchites y chancro.

### 2.5.3 Descripción Silvicultural y de Manejo de la Especie

#### 2.5.3.1 Características y Tratamientos de la Semilla.

El rango aproximado de plantas por kg de semilla es de 20,900 a 32,700 con un rango de germinación del 50 – 78 % (ADMIN, 2013).

#### 2.5.3.2 Producción en Vivero del Pino Radiata

La siembra de la semilla se las puede realizar en embase de funda plástica, bandejas multipots fijas o intercambiables, así como también en jiffy mediante siembra directa.

En el caso de la especie es necesario realizar la micorrización, para lo cual se realiza la inoculación del sustrato con el hongo (*Baleotuslogus*) una vez que la semilla haya germinado y la planta se encuentra en su estado inicial. Las plantas podrán ser utilizadas en lugar de plantación cuando hayan alcanzado de 20- 25 cm de altura (ADMIN, 2013).

## 2.6 Elegir una Planta de Calidad de Pino Radiata

Es fundamental adquirir las plantas en un vivero forestal registrado legalmente, que garantice la calidad de la planta tanto fisiológica como genéticamente. Las plantas deberán contar con certificado de procedencia y pasaporte fitosanitario que garantice que la planta esté libre de agentes patógenos (Rodríguez, 2012).



**Plantas de pino en envases.**

El gobierno, rige y controla el manejo de los recursos naturales del país a través de sus respectivas reparticiones, tiene la misión de fiscalizar y viabilizar el acceso a productos naturales que cumplan normas de control de calidad.

Mediante la resolución ministerial N° 047 del Ministerio de Agricultura, Ganadería Y Desarrollo Rural, de fecha 2 de abril de 2001, se aprobó la NORMA ESPECIFICA PARA LA CERTIFICACION DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES (Basfor, 2006).

## 2.7 Práctica del Cultivo en Vivero

### 2.6.1 Fertilización

Weaver (1993), indica que, el éxito logrado en la plantación depende, entre otras cosas, de la calidad de material obtenido del vivero, esto con el fin de disminuir el tiempo de estadía de la planta en el vivero. Resultados de diferentes estudios han demostrado que niveles altos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) mejoran el color, vigor y el crecimiento de los arbolitos, así mismo, se determinaron deficiencias de elementos como el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

El mismo autor menciona que, bajo un estudio llevado a cabo en EEUU, la mayor disponibilidad de N y P incrementa la absorción de N, P, Ca y Mg. En general, se recomienda la adición de 0,7 g/planta de nitrógeno (sulfato de amonio) y 0,4 g/planta de fósforo (triple superfosfato), aplicados de manera que no toque la raíz para no producir quema.

### 2.6.2 Control de Enfermedades

Cosme (2002), menciona que este control se realiza con un medio de prevención en el vivero. El llamado "ahogamiento", que se encuentra comúnmente en las almacigueras es causado por los hongos del suelo, como de las especies *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*.

Para evitar las pérdidas que causan esos organismos patógenos, es recomendable tratar el suelo, con productos químicos, tales como basamid, formol, bromuro de metilo, etc.

## 2.7 Propagación

Hartmann y Kester (1997), mencionan, que la propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación por medios tanto sexuales como asexuales:

### 2.7.1 Sexual o por Semilla

La reproducción sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semillas y creación de una población de plántulas con genotipos nuevos y diferentes. La división celular (meiosis) que produce las células sexuales implica la división reduccional de los cromosomas, en el cual su número es reducido a la mitad.

### 2.7.2 Asexual o Partes Vegetativas

La propagación asexual es posible debido a que cada una de las células de la planta contiene todos los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo y, en la división celular (mitosis) que se efectúa durante el crecimiento y regeneración, los genes son replicados en las células hijas.

### 2.7.3 Semilla

La semilla es el medio principal por el que las plantas se perpetúan de generación en generación, la vida de la semilla es una serie de eventos biológicos, comienza con la floración de los árboles y termina con la germinación de la semilla madura (Tarima, 2000).

Una semilla es una unidad reproductiva que se desarrolla a partir de un óvulo, por lo general una vez que haya sido fecundado (Willan, 1991).

**2.7.3.1 Partes de una semilla.** Niembro (1988), menciona que, las semillas están constituidas principalmente por una cubierta seminal, endospermo y embrión:

**2.7.3.2 Cubierta Seminal.** La cubierta seminal es la estructura que rodea y protege a las partes internas de la semilla de daños físicos y bióticos procedentes del exterior. Dicha estructura se compone de partes que integran el o los tegumentos del óvulo constituyéndose en la cubierta de la semilla madura. Está cubierta consiste a veces en dos revestimientos distintos, una cubierta externa, típicamente firme, que es la testa, y otra interna, por lo general delgada y membranosa, que es el tegmen. La testa protege al contenido de la semilla de la desecación, los daños

mecánicos o los ataques de hongos, bacterias e insectos, hasta que se abre en la germinación.

**2.7.3.3 Endospermo.** El endospermo es un tejido de almacenamiento de sustancias nutritivas, químicamente está constituido por diversas sustancias entre las que se destacan los carbohidratos (almidones y hemicelulosas), los lípidos y las proteínas. Estas sustancias son utilizadas por el embrión durante su germinación y posteriormente por la plántula para sostener las primeras etapas de su crecimiento y desarrollo, hasta que esté capacitada para elaborar su propio alimento a través de la fotosíntesis.

El endospermo se origina a partir de la fusión de uno de los núcleos espermáticos contenidos en el grano de polen con uno, dos o más núcleos polares del saco embrionario.

La cantidad de endospermo contenida en la semilla madura, varía notablemente de acuerdo con la especie. Las semillas no endospermicas, carecen de endospermo en la madurez, debido a que este es consumido completamente por el embrión durante su crecimiento y desarrollo. Este tipo de semillas presentan un embrión masivo provisto de cotiledones gruesos y carnosos que por lo general llenan la cavidad seminal.

**2.7.3.4 Embrión.** El embrión es una planta en miniatura que se origina de la fusión de uno de los núcleos espermáticos, procedentes del grano de polen, con la oosfera del saco embrionario. En la semillas dicotiledóneas el embrión está constituido por un eje y las dos primeras estructuras foliares, es decir, los cotiledones.

Al eje del embrión se le conoce como hipocótilo, ya que se localiza por debajo del punto de inserción de los cotiledones, y en cuyo extremo basal se encuentra una radícula incipiente formada en su mayor parte por tejido meristemático, a partir de la cual se formara la raíz primaria de la planta. En el extremo apical del eje del embrión, justamente entre los cotiledones, se localiza una zona constituida también por tejido meristemático a partir de la cual se desarrollara el tallo de la planta.

## **2.8 Recolección de las Semillas**

### **2.8.1 Recolección**

La recolección de semillas requiere de una planificación detallada. Se deben tomar en cuenta todos los aspectos que influyen en la calidad física (condiciones de germinación) y genética de la planta estos aspectos dependen de la buena selección de los árboles para la producción de la semilla (Tarima, 2000).

Los frutos se colectan del suelo, y para facilitar esta acción se eliminan las malezas; las ramas se sacuden colocando debajo de ellas mantas de lona y se eliminan los frutos viejos. Los árboles deben ser mayores de ocho años de edad, sanos, con fustes rectos y bien formados y de ser posible con una buena regeneración natural. La colecta se hace en los meses de diciembre a abril. Un kilogramo contiene de 1.500 a 1.700 frutos secos (Pérez y Barrosa, 1993).

### **2.8.2 Selección de Árbol Semillero**

Los arboles semilleros o padres de los cuales se obtendrán los frutos y semillas para la reproducción, tienen una incidencia directa en los nuevos individuos, de su acierto dependerá la garantía de que están obteniendo las mejores características en sus descendientes. En lo referente a la información genética y que se reflejan en características como: altura, diámetro, rectitud, tendencia a la bifurcación, torceduras, etc. (Tarima, 2000).

### **2.8.3 Manejo**

A los frutos recién recolectados se les quita la membrana (pericarpio) que los cubre, se eliminan los frutos dañados o muy pequeños y se ponen a secar al sol durante 2 días (Pérez y Barrosa, 1993).

### **2.8.4 Almacenamiento**

Willan (1991), indica que las semillas secas se ponen en recipientes bien cerrados o se guardan en lugares oscuros, secos y ventilados a 4°C promedio, su viabilidad puede prolongarse con un porcentaje de germinación entre 70 y 80 %, pero

disminuye a menos del 40 % después de un año de almacenada al medio ambiente.

El mismo autor señala que, cuando no es posible transportar inmediatamente los frutos a la instalación de procesamiento de semillas, debe disponerse un almacenamiento temporal sobre el terreno, en cobertizos o bajo algún tipo de protección. Es preciso proteger los frutos de esta manera contra la lluvia, y en algunas especies contra una insolación demasiado fuerte. Deben haber cobertizos para estar abiertos por los lados o disponer de buena ventilación por otros medios, y los sacos deben estar bien separados en rejillas o colgadores de ganchos de manera que el aire pueda circular libremente, y que quede protegido de los roedores y evitando proliferación de hongos.

## **2.9 Propiedades Externas de las Semillas**

### **2.9.1 Pureza Física**

Willan (1991), Menciona que, para conocer la pureza física se debe determinar la composición en peso de la muestra, sobre el componente de semilla pura, haciendo referencia a la semilla de la especie en estudio; semillas maduras y sin daños, del tamaño no inferior al normal, libre de malas hierbas, estructuras seminales separadas, partículas de hoja y materiales inertes, que puedan identificarse claramente como pertenecientes a la especie de que se trate.

### **2.9.2 Número de Semillas en un Kilogramo**

Es el número de semillas que contiene en un kilogramo de peso, y sirve para la densidad de siembra, donde la semilla debe ser pura, libre de semillas deformes y vacías (Cosme, 2002).

### **2.9.3 Contenido de Humedad**

Según la COMISION NACIONAL DE SEMILLAS (1977), define el contenido en agua de una muestra como el peso que haya perdido al desecarla o bien la cantidad de agua obtenida al destilarla, ya que ambos métodos, secado y

destilación, son los admitidos en estas reglas. La humedad se expresa en porcentaje del peso de la muestra inicial.

## **2.10 Propiedades Internas de las Semillas**

### **2.10.1 Germinación y Emergencia**

Justice (1972), citado por Willan (1991), define como el surgimiento y desarrollo de las estructuras esenciales a partir del embrión de la semilla, que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables.

La germinación consiste en tres procesos parcialmente simultáneos:

a) Absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal; b) 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; c) engrandecimiento y divisiones celulares que tienen como consecuencia la aparición de la radícula y la plúmula (Evenari, 1957; citado por Willan, 1991).

### **2.10.2 Viabilidad**

Lohse (1997), indica que es la capacidad que poseen algunas semillas de permanecer vivas durante un tiempo estando en dormancia, y germinan cuando se aplican métodos de pregerminación.

### **2.10.3 Energía Germinativa**

Justice (1972), citado por Cosme (2002), define a la energía de germinativa como: el porcentaje del número de semillas de una muestra que germinan dentro un determinado periodo de tiempo y en diferentes condiciones hasta llegar al momento de máxima germinación, que generalmente significa el número máximo de germinación de 24 horas.

#### **2.10.4 Periodo de Energía**

Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta el día en que se llega a la máxima germinación de un lote de semillas en determinadas condiciones (ISTA, 1973; citado por Lohse, 1997).

#### **2.10.5 Sanidad**

Anderson y Leach (1962), indican que el estado sanitario se refiere a la presencia o ausencia de enfermedades, parásitos en las semillas, siendo importante conocer por las siguientes causas: un inoculo transmitido por semillas causa daños a los cultivos y por la dispersión o transporte de las semillas se introduce en nuevas regiones, las enfermedades en orden de importancia se caracterizan por ser: hongos, bacterias, virus, nematodos y otros.

#### **2.11 Principios de la Propagación por Semilla.**

Hartmann y Kester (1997), mencionan que una semilla consiste de un embrión y su provisión de alimento almacenado, rodeado por las cubiertas protectoras, en la época que se separan de la planta la semilla tiene una cantidad de humedad y metabolismo es reducido y no ocurre una actividad aparente de crecimiento, en este estado las semillas se pueden almacenar por largos tiempos a temperaturas bajas y transportarse a cualquier parte del mundo para el momento de propagar

##### **2.11.1 El proceso de la Germinación**

La iniciación de la germinación requiere que se llenen tres condiciones:

- Primera: la semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
- Segunda: la semilla debe estar en letargo ni el embrión quiescente, no deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.

- Tercera: la semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz. Debido a las interacciones entre el ambiente y condiciones específicas de letargo, dichas exigencias pueden cambiar con el tiempo el tiempo y los métodos de manejo de las semillas. Así también, el segundo requisito, evitar el letargo, puede, a veces, satisfacerse proporcionando las condiciones ambientales apropiadas.

## 2.12 Etapas de la Germinación

Hartmann y Kester (1997), mencionan que, el proceso de germinación puede dividirse en varias etapas consecutivas separadas pero que se empalman, que a continuación se describen:

### 1.12.1 Imbibición

**1.12.1.1 ETAPA 1: Activación.** Imbibición de agua; la semilla seca absorbe agua y el contenido de humedad al principio se incrementa con rapidez, luego se estabiliza. La absorción inicial implica la imbibición de agua por coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas de la misma e hidrata el protoplasma. La semilla se hincha y es posible que se rompan las cubiertas. La imbibición es un fenómeno físico y puede efectuarse aún en semillas muertas.

Síntesis de enzimas; la actividad de las enzimas empieza muy rápidamente después del inicio de la germinación, a medida que se hidrata la semilla. La activación resulta en parte de la reactivación de las enzimas previamente almacenadas que se forman durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de nuevas enzimas al comenzar la germinación.

Elongación de las células y emergencia de la radícula; el primer signo visible de germinación es la emergencia de la radícula, la cual resulta de la elongación de las células más bien que de división celular. En una semilla no latente, la emergencia de la radícula puede ocurrir en unas cuantas horas o en varios días después de la siembra.

## 2.12.2 Digestión y Translocación

**2.12.2.1 ETAPA 2: Digestión y translocación.** En el endospermo, los cotiledones, el perispermo, o en el gametofito femenino (coníferas) se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

Los patrones metabólicos de semillas de diferentes especies difieren con el tipo de reservas químicas de la semilla. Las grasas y los aceites, los principales constituyentes alimenticios de la mayoría de las plantas superiores, son convertidos enzimáticamente a ácidos grasos y al final de azúcares. Las proteínas almacenadas, presentes en la mayoría de las semillas, son una fuente de aminoácidos y de nitrógeno esencial para la plántula en crecimiento.

## 2.12.3 Crecimiento de la Plántula

**2.12.3.1 ETAPA 3: Crecimiento de la Plántula.** En la tercera etapa, el desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es indispensable de la iniciación de la elongación celular.

A medida que avanza la geminación, pronto se vuelven evidentes las estructuras de la plántula. El embrión consiste en un eje que genera la formación de una o más hojas seminales o cotiledones. El punto de crecimiento de la raíz, la radícula, emerge de la base del eje embrionario. El punto de crecimiento del tallo, la plúmula, se encuentra en el extremo superior del eje embrionario, arriba de los cotiledones. El tallo de la plántula se divide en la sección que está debajo de los cotiledones del hipocótilo y la sección que está arriba de los cotiledones el epicótilo.

El crecimiento inicial de la plántula sigue uno de los patrones. En un tipo, de germinación epigea, el hipocótilo se alarga y eleva los cotiledones arriba de la superficie del suelo y solo emerge el epicótilo.

## 2.13 Factores Ambientales que Afectan la Germinación de la Semilla

### 2.13.1 Agua

Hartmann y Kester (1997), indican que, el contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 ó 60 % de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación. Una curva de absorción de agua por semillas secas tiene tres partes: a) una absorción inicial rápida, que en su mayor parte es de Imbibición, b) un periodo lento y c) un segundo incremento rápido a medida que emerge la radícula y se desarrolla la plántula. RENASER, UMSS-COSUDE (1997), toman en cuenta también los siguientes factores:

### 2.13.2 Temperatura

La temperatura es uno de los principales y más influyentes factores de la germinación, se han reportados rangos mínimos por encima de 0°C, óptimos entre 25 y 31°C, máximos de 40-50°C. El factor desencadenante es la variación de la temperatura, por debajo o por encima de estos límites puede ocurrir la muerte de la semilla.

Los mismos autores indican que, cuando las semillas son sometidas a temperaturas constantes se presentan modificaciones en la estructura de las capas lipídicas, si la temperatura se eleva de 30 a 35° C., se aumenta el flujo de aminoácidos durante la germinación. Asimismo las enzimas tienen un óptimo de temperatura para su actividad metabólica, la influencia de los niveles o cambios de temperatura influyen decididamente presentando alteraciones metabólicas. La germinación es muy sensible a la variación de la temperatura en unos pocos grados, lo cual se ha verificado a través de múltiples pruebas de germinación. Algunas especies necesitan alternancia de la temperatura para inducir la germinación.

### 2.13.3 Oxígeno

El oxígeno es necesario como sustrato en las reacciones metabólicas importantes de la semilla, especialmente la respiración. Aunque en los primeros estadios de la germinación los procesos (antes de que la radícula rompa el tegumento, las reacciones son de carácter anaeróbico), posteriormente el proceso se hace totalmente dependiente del oxígeno. La disponibilidad de oxígeno también se afecta por otros factores como la temperatura, el grado de humedad, concentración de CO<sub>2</sub>, dormancia y algunos hongos y bacterias.

### 2.13.4 Luz

La sensibilidad de las semillas a la luz es bastante variable de acuerdo a la especie. Algunas semillas se estimulan positivamente por la luz y otras negativamente. La respuesta de las semillas a la luz, está ligada a una cromoproteína denominada (fitocromo), pigmento responsable censor de señales del medio ambiente y fotorregulador, ya que capta, traduce y amplifica la información, actuando solo en semillas hidratadas aunque está presente en semillas secas.

La luz activa el fitocromo y este a su vez favorecen la producción de giberelina estimulante de la germinación. La necesidad de luz en las semillas se reduce a medida que se acerca al nivel óptimo de la germinación. Las semillas son sensibles a la calidad, cantidad, dirección y duración de la luz.

## 2.14 Clases de Germinación

Rodríguez (1985), menciona que el proceso de germinación no es uniforme en todas las semillas, existen dos tipos de germinación: germinación epigea e hipogea. Al mismo tiempo hay diferencias entre la germinación de semillas monocotiledóneas y dicotiledóneas, como la familia de las verbenaceae representa a las plantas dicotiledóneas.

Willan (1991), menciona las diferentes clases de germinación:

### **2.14.1 Germinación Epigea**

Weaver, (1993). En la germinación epigea, tras la sujeción de la planta joven por la radícula se produce un rápido alargamiento del hipocótilo, que se arquea hacia arriba por encima de la superficie del suelo y después se endereza; al mismo tiempo, se hacen visibles los cotiledones y la plúmula, a los que puede estar todavía unida o no la cubierta seminal.

Después la plúmula se convierte en el tallo primario y las hojas fotosintéticas. Tras la germinación epigea los cotiledones tienen una función de almacenamiento de nutrientes, desempeñando también una valiosa función de fotosíntesis durante las primeras fases de crecimiento del germen.

### **2.14.2 Germinación Hipogea**

En la germinación hipogea, los cotiledones permanecen in situ enterrados o sobre el suelo mientras se produce el alargamiento de la plúmula. En la germinación hipogea los cotiledones tienen únicamente una función de almacenamiento de nutrientes.

### **2.14.3 Germinación de la Semilla**

La germinación es del tipo epigea y frecuentemente empieza de 10 a 12 días después de la siembra. Además los porcentajes de germinación varían considerablemente con valores reportados de entre el 10 y 80 % (Weaver, 1993).

## **2.15 Fisiología de la Semilla**

### **2.15.1 Madurez Fisiológica**

Se entiende por madurez fisiológica a la serie de cambios morfológicos y funcionales que ocurren en las semillas desde el momento de la fertilización (fecundación), hasta el momento cuando están listas para ser cosechadas (Bernal 1980, citado por Cosme, 2002).

Delouche (1964), cita los principales cambios que ocurren en la semilla a medida que maduran:

- El contenido de humedad decrece.
- El tamaño de la semilla aumenta hasta en máximo, luego decrece levemente.
- En el momento que la semilla alcanza su máximo peso seco, llega a la madurez fisiológica.
- El vigor de las plántulas aumenta hasta alcanzar un máximo hasta el momento que el peso seco también es máximo, o sea cuando se alcanza la madurez fisiológica.

### **2.15.2 Fisiología Post-cosecha**

Bernal (1980); citado por Cosme (2002), señala que, la maduración de la semilla y su germinación son eventos que generalmente están separados en el tiempo y en el espacio. Las semillas son resistentes a condiciones extremas cuando se encuentran en estado de desecación. En estas condiciones, las semillas retienen su poder de germinación por períodos relativamente largos de tiempo.

### **2.15.3 Latencia Física de la Semilla**

Goitia (2003), señala que, la latencia física corresponde a una condición morfológica, que impide la germinación de la semillas, normalmente se relaciona con la conformación de la cubierta, manifestándose en ocasiones tan dura, que no permite el desarrollo del embrión, o bien tiene una condición restrictiva impermeable al paso de la humedad y los gases, indispensables para el inicio de la germinación.

Willan (1991), menciona que, la latencia natural presenta algunas ventajas. No sólo mejora las posibilidades de supervivencia de las semillas a unas condiciones temporalmente inadecuadas, como las que pueden darse durante el período que transcurre entre su recolección y su almacenamiento, por otro lado desventajoso porque enseguida se convertirá en condiciones demasiado duras para la supervivencia del delicado y joven germen.

#### 2.15.4 Tipos de Latencia en las Semillas

Hartmann y Kester (1998), detallan los tipos de latencias:

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

- Latencia física. Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.
- Latencia mecánica. En ésta categoría las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de la latencia, ya en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.
- Latencia química. Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

##### b) Latencia morfológica o endógena

Se presenta en aquellas familias de plantas, cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

- Embriones rudimentarios. Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un pro embrión embebido en un endosperma, al momento de la maduración del fruto. También en el endosperma existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.
- Embriones no desarrollados. Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

**c) Latencia Interna**

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

Fisiológica. Corresponde a aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibitorio.

Interno intermedio. Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.

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

**d) Latencia combinada morfo fisiológica**

Consiste en la combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuertes.

**e) Latencia combinada exógena – endógena**

Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena.

El Centro de Semillas en su etiqueta de venta detalla información acerca del lote, como procedencia, fecha de colecta, número de semillas por kilogramo, pureza, contenido de humedad, capacidad germinativa, y tratamiento. Este último indica de qué manera terminar con la latencia de la semilla si es que existe.

## **2.16 Testa Dura**

Los integumentos del óvulo se convierten en la cubierta de la semilla madura. Esta cubierta consiste a veces en dos revestimientos distintos, una cubierta externa, típicamente firme, que es la testa, y otra interna, por lo general delgada y membranosa, que es el tegmen.

La testa protege al contenido de la semilla de la desecación, los daños mecánicos o los ataques de hongos, bacterias e insectos, hasta que se abre en la germinación (Willan, 1991).

## **2.17 Tratamientos para Superar el Letargo de las Semillas**

### **2.17.1 Tratamientos Pre-germinativos**

Son técnicas que sirven para superar el bloqueo natural que impide la germinación o para uniformizar y mejorar la velocidad germinativa de la semilla, una de estas formas es la estratificación en arena, escarificación mecánica, remojo en agua, utilización de ácidos y hormonas vegetales (Goitia, 2003).

### **2.17.2 Escarificación**

Patiño (1983), mencionan que la escarificación es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

### **2.17.3 Estratificación**

Seino (1971), indica que la estratificación se realiza dentro de una cama de germinación humedecida a capacidad de campo, en donde las semillas son desparramadas de forma bastante espesa y se las cubre con el mismo sustrato de la cama germinadora.

#### **2.17.4 Remojo de Semillas en Agua a Temperatura Ambiente**

Pérez y Barrosa (1993), mencionan dos métodos: El primero consiste en sumergir la semilla en agua natural durante tres días y se seca en la sombra para que seque y se procede a sembrar.

El segundo método consiste en extender los frutos sobre el semillero, en una capa de hasta 10 centímetros, y regarlos constantemente, sin sombreado y dejando que la semilla se seque al sol entre un riego y otro. Al iniciarse la germinación, conviene alternar los riegos y colocar un sombreado ligero al semillero. La semilla que va germinando por este método, puede utilizarse para camas de crecimiento o replantar a envases.

#### **2.17.5 Remojo de Semillas en Agua Hirviendo**

Consiste en colocar la semilla en un pedazo de tela fina, atarla a un palo y sumergirla en agua hirviendo a 80 grados por el tiempo de 1 a 2 minutos o dependiendo de las características de cada especie luego se procede al secado y se procede a sembrarlo; se debe tener cuidado en el tiempo de inmersión, si se excede en el tiempo se podrían dañar las semillas e inutilizarlas (Tarima, 2000).

### **2.18 Los Requerimientos de las Plantas. Sustratos, el Agua, el Suelo, Abonos, Enmiendas y Compost**

#### **2.18.1 Los Requerimientos de las Plantas.**

Tarima (2000), una vez conocidos los requerimientos para desarrollar un vivero y las partes áreas de producción, previo a trabajar con las plantas debemos conocer los requerimientos de ellas.

Estos requerimientos son los elementos que nos permitirán producir plantas sanas y vigorosas. Ellos son:

- a). El sustrato.
- b). El agua
- c). Los nutrientes: abonos y fertilizantes

- a). **El sustrato.** Miranda (2005), el sustrato que se usa para llenar los envases y almácigos tiene que cumplir varias funciones: dejar entrar y retener el agua; ser rico en nutrientes; blando para que la raíz pueda crecer y no desarmarse cuando se saque el envase.

Como es difícil encontrar la tierra “perfecta”, se prepara un sustrato mezclando distintos materiales como arena, mantillo, lombri compuesto, abono, tierra, etc. La mezcla debe pasarse por una zaranda para que sea bien fina y no contenga piedras, basura o terrones. Amasando un poco de sustrato se prueba si la mezcla es buena para retener el agua y los nutrientes. La mezcla no debe ser demasiado arenosa (se escapa el agua) o demasiado arcillosa (absorbe el agua muy despacio).

El sustrato tiene por función:

- Generar condiciones óptimas para la germinación de las semillas.
- Favorecer la emergencia y el desarrollo inicial de las pequeñas plantas.
- Permitir que las raíces crezcan sin dificultad, favoreciendo el anclaje de las plantas al suelo.

#### a.1 **Elaborado el Sustrato debemos Cuidar su Desinfección**

Tarima (2000), el sustrato debe estar libre de bacterias, hongos, insectos, etcétera. Para asegurarnos de que ninguno de estos organismos esté presente, se desinfecta el suelo del almacigo. En el caso que se utilice tierra con micorrizas, primero se hace el tratamiento de desinfección del sustrato y después se agrega el suelo con hongos.

Si no se realiza la desinfección, la siembra en el almacigo puede fracasar totalmente. Hay muchas técnicas para lograr desinfectar el suelo de acuerdo con los recursos que disponga. A continuación, describiremos algunas.

#### a.2 **Con formol**

Para 2 m<sup>2</sup> de almacigo hay que realizar el siguiente preparado: se diluyen entre 50y 100 cc de formol al 40% de concentración en 10 litros de agua. Una vez

preparada esta solución, se la distribuye con una regadera sobre el suelo del almacigo, repitiendo la operación hasta acabar la solución. Es conveniente remover el sustrato cada vez que se realiza la aplicación.

Al finalizar el tratamiento hay que cubrir el almacigo con un plástico, para evitar que los gases producidos se evaporen. El almacigo debe permanecer cubierto durante 48 horas, luego se retirará el plástico y se removerá el sustrato. Se lo deja airear durante 2 o 3 días, después de los cuales estará en condiciones para la realización de la siembra. Como el formol es muy tóxico, se deberá recomendar a los alumnos manipularlo con sumo cuidado.

### **a.3 Con Agua Hirviendo**

Se vierte sobre cada metro cuadrado de almacigo 10 litros de agua hirviendo. Repetir la operación 2 o 3 días consecutivos.

### **a.4 Retostado del Sustrato**

Se coloca el sustrato seco en un recipiente metálico y se lo somete a la acción del fuego. Se deberá remover permanentemente para que tome una temperatura uniforme de 70 a 80 C°. Esta tarea se realizará durante dos o tres horas.

### **a.5 Con Productos de Síntesis Química**

Delgadillo (1993), En la actualidad, se dispone de numerosos productos terapéuticos de elevada toxicidad para los organismos patógenos del suelo. Entre ellos podemos citar maneb, zineb, captan, ferbam. La aplicación de estos productos se hace mediante riegos, pulverizaciones o espolvoreos.

Se debe leer atentamente el marbete del producto, allí encontrará las indicaciones.

Se debe tener especial cuidado si decide aplicarlos, pues, por lo general, son de elevada toxicidad para el hombre.

**b). El Agua:**

Gonzales, (2000), El agua es vital para el crecimiento y desarrollo de las plantas, en el vivero es importante contar con agua de buena calidad y suficiente para el requerimiento de los diferentes vegetales. El agua se debe proporcionar a las plantas según su necesidad, debemos saber determinar estas necesidades y evitar excesos.

Las plantas cuando más chicas son más delicadas resultan al déficit y excesos. Una planta en almacigo o masetta por ejemplo requiere un suministro frecuente y lo más fácil para determinar el mismo es observando sus hojas y la humedad del sustrato.

a. Por observación de hojas: Hojas flácidas, ligeramente marchitas, se debe regar, hojas turgentes, firmes, está bien hidratada la planta, no requiere agua.

b. Por tacto en el sustrato: Simplemente con introducir el dedo en el sustrato observaremos si este sale ligeramente sucio (de tierra húmeda) es el momento de regar. Si sale sucio muy húmedo está bien o ligeramente saturado de agua, no hay que regar. Si el dedo sale sin ningún tipo de suciedad, está seco y es importante suministrar agua a la brevedad.

La calidad del agua es muy importante: Se debe evitar aguas saladas, sucias o contaminadas.

El momento de regar es también importante, en lo que respecta al medioambiente, y horas de riego. Siempre se debe evitar hacerlo en horas de mucha radiación solar a altas temperaturas. El agua se calentará y provocará efectos nocivos a las plantas, ejemplo quemaduras de raíces, hojas que pueden provocarla muerte.

**c). Abono Orgánico**

Gomero (1990), señala los abonos son sustancias que están constituidas por la descomposición de residuos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas, además de mantener los suelos en buenas condiciones físicas, aportando reservas

de nitrógeno y otros nutrientes importantes para el desarrollo de las plantas, un adecuado equilibrio de materias orgánicas tiene gran influencia en la productividad. Desde una perspectiva ecológica los abonos orgánicos, aunque de absorción más lenta que los sintéticos, aportan al suelo bacterias descomponedoras a largo plazo la cual es considerada la mejor alternativa.

Montaño (2005), menciona que los abonos orgánicos pueden proceder de restos vegetales en descomposición, ya sea conseguidos artificialmente como los resultantes del compostaje (compost), fermentación de excrementos sólidos y líquidos de animales mezclados con restos vegetales que les sirven de cama (Estiércoles); o resultado de la actividad biológica natural, como el humus que forman las bacterias y otros organismos descomponedores de los vegetales muertos que se van acumulados en la superficie de suelos.

Delgadillo (1993), indica el manejo del fertilizante tanto orgánico como químico debería contemplar qué pérdidas de nitrógeno se puede presentar y diseñar la estrategia de fertilización que minimice la incidencia global de las mismas, las pérdidas de nitrógeno que deben ser consideradas para estimar la dosis de fertilizante a agregar, se caracterizan brevemente a continuación:

- Volatilización de amoníaco
- Lixiviación de nitratos
- Desnitrificación.

#### **a). Influencia de la Materia Orgánica Sobre las Propiedades Físicas**

Chilon (1997), nos da parámetros sobre las propiedades físicas, efecto del color del suelo, granulación aumentada, plasticidad, cohesión reducida, aumento de la permeabilidad, capacidad de activación del agua, aumenta la capacidad estructural de los suelos.

Machicado, (2000), tiene demostrado que el uso de estiércol como materia orgánica tiene un gran valor en la agricultura, debido a que aumenta la productividad del terreno, aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, durante el proceso de su transformación, evita el endurecimiento de la

tierra superficial por las lluvias torrenciales, mejora la aireación del suelo, los nutrientes son convertidos a complejos orgánicos la que por el proceso de mineralización se hacen asimilables por las plantas.

#### **b). Influencia de la Materia Orgánica Sobre las Propiedades Químicas**

Chilon (1997), demuestra que la materia orgánica regula el pH a través de los procesos de mineralización, aumenta sustancias inhibitoras y activadores del crecimiento, favorece a la disponibilidad de N, P, K, en la participación en procesos pedogenéticos, debido a sus propiedades de peptización coagulación y formación de quelatos.

Machaca (2007), menciona que la forma amoniacal, nítrica del nitrógeno soluble puede ser asimilable por las plantas y perderse por lixiviación, la forma nítrica es absorbida por la raíz que corre por la savia, la forma amoniacal es la que se fija por las células del tejido vegetal.

Callisaya (2007), asegura que la materia orgánica aumenta el intercambio de aniones, especialmente de fosfatos, sulfatos, aumenta de manera considerable la capacidad de intercambio cationico y aniónico contribuye a mantener en forma asimilable Fe, mejora la fertilidad del suelo, mejora el poder residual, la concentración de nutrientes aumenta el poder tampón, (resistencia contra la modificación brusca del pH), proporciona sustancias como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta, a una mayor absorción de fósforo y también a la sanidad vegetal.

#### **c). Influencia de la Materia Orgánica Sobre las Propiedades Biológicas**

Cuando las condiciones de humedad, temperatura, aireación son adecuados González (2000), dice que la materia orgánica del suelo favorece a la proliferación de microorganismos, puesto que dicha materia orgánica proporciona carbono para la formación de estructuras orgánicas para su oxidación como fuente de energía.

Quispe (2002), explica que el nitrógeno ayuda a la síntesis de proteínas y otros elementos esenciales para la vida, con la aportación de materia orgánica aumenta

considerablemente la cantidad de fauna del suelo (lombrices, larvas, insectos) esta fauna nos da efectos favorables sobre la estructura del suelo en cuanto favorece a la circulación de aire y agua. Así mismo indica que la materia orgánica modifica la sensibilidad de las plantas frente a una enfermedad por lo general, los efectos nocivos se evitan o reducen cuando la aportación de estiércol se hace con bastante anticipación a la siembra.

Delgadillo (1993), indica que la materia orgánica activa biológicamente al suelo, al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes, durante su descomposición sirven de fuente de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno, estos últimos producen sustancias de crecimientos, como triptofano y ácido-indolacético, alimenta a los microorganismos activos de la descomposición, que producen antibióticos que protegen a las plantas de enfermedades, contribuyendo así a la sanidad vegetal.

### **2.18.2 Estiércol**

Bellido *et. al* (1999), sostiene que la fuente más importante en las huertas y chacras es el estiércol, por su aporte de materia orgánica posee una acción física, una acción biológica por el aporte de micro-organismos que elaboran sustancias cementantes y aglutinantes, también una acción química, ya que la descomposición de materia orgánica libera ácidos que solubilizan nutrientes de compuestos orgánicos insolubles, como el fosfato tricálcico, el residuo más importante de una explotación agropecuaria es el estiércol, siendo los más importantes las que provienen de ganado vacuno, ovino y porcino.

Miranda (2005), afirma los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen, generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol, los animales solos no crean ni añaden fertilidad, ellos solo excretan parte de los nutrientes y materia orgánica contenidos en los alimentos que consumen.

La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados, el contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K, los estiércoles mejoran

las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 tn/ha al año, y de preferencia de manera diversificada, para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada.

Almao, (2001), indica como todos los otros abonos orgánicos los estiércoles no tienen una concentración fija de nutrientes, esto depende de la especie animal, su edad, alimentación, los residuos vegetales que se utilizan, entre otros, mientras los animales jóvenes consumen una gran cantidad de nutrientes para su crecimiento y producen excrementos pobres, los animales adultos solamente sustituyen las pérdidas y producen estiércoles ricos en elementos fertilizantes.

La especie animal tiene diferentes grados de calidad en su estiércol de acuerdo al contenido de nutrientes, así los estiércoles ovinos son los más ricos en nutrientes, después sigue la gallinaza, el estiércol equino, bovino y en último lugar el estiércol porcino. Todos tienen una gran cantidad de nitrógeno y potasio pero muy poco fósforo disponible.

Avalos, (2008), señala antes de utilizarse en la agricultura los estiércoles deben someterse a un proceso de fermentación llamado también proceso de maduración para que los nutrientes lleguen al suelo en formas asimilables, se les debe mantener húmedos y regarse con el líquido que emana de él o agua, la cantidad a utilizarse va a depender del cultivo, el tipo de estiércol y del contenido de nutrientes del suelo, el estiércol se debe mezclar con la capa superficial del terreno húmedo.

### **2.18.3 Las Enmiendas:**

Chilon, (1997). Considera como enmienda a toda sustancia o mezcla de sustancias de carácter mineral u orgánico que incorporada al suelo modifica favorablemente sus características físicas o físico-químicas, sin tener en cuenta su valor como fertilizante. Ejemplos: yeso (sulfato de calcio), cal (hidróxido de calcio), dolomita (hidróxido de calcio y magnesio), azufre, turba, arena, perlita, vermiculita, etc. Podemos decir entonces que una enmienda es:

Toda sustancia o mezcla de sustancias que aplicada al suelo, modifica favorablemente sus características físicas o fisicoquímicas. Estas sustancias que pueden ser de origen mineral u orgánico.

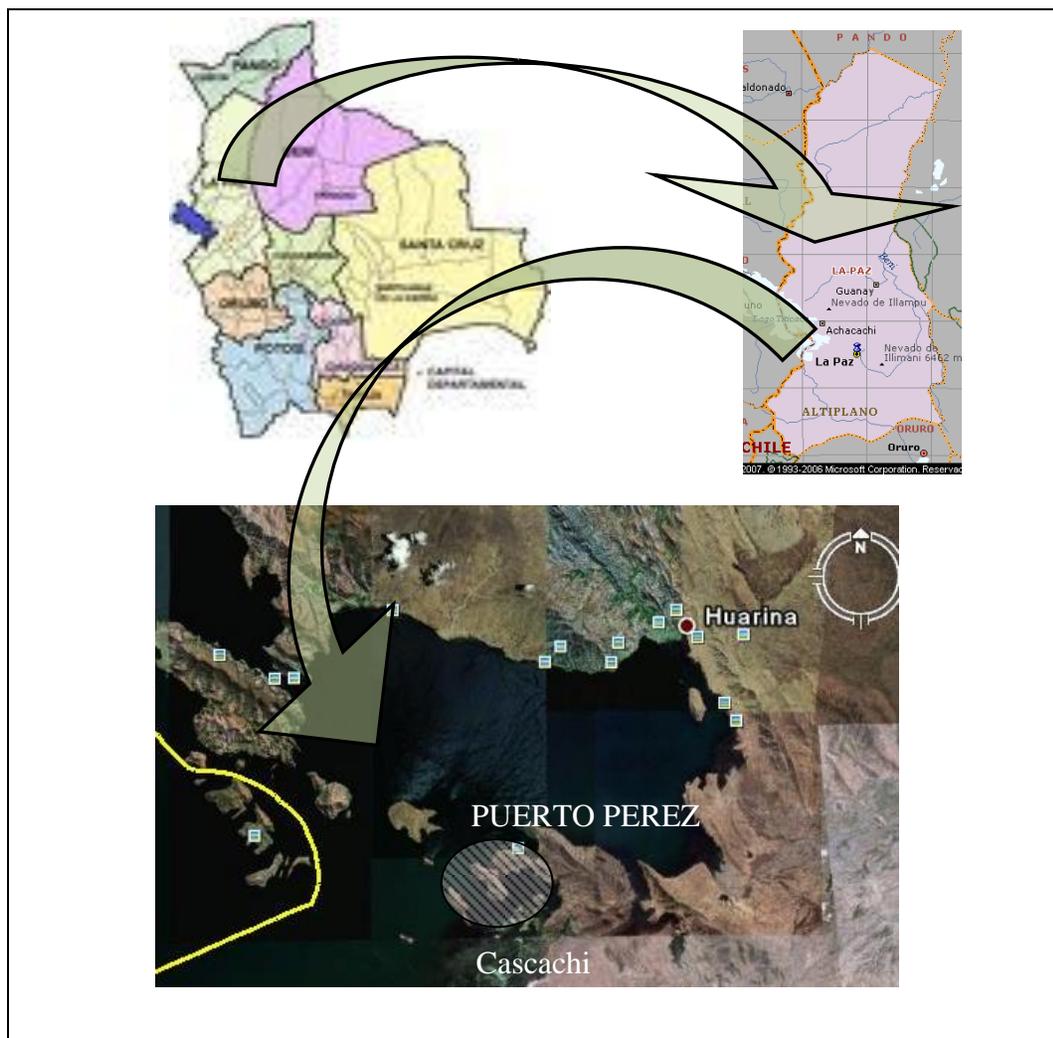
### 3. LOCALIZACION

El estudio se realizara en la Comunidad de Cascachi, de la cuarta sección de Puerto Pérez, Provincia los Andes, del Departamento de La Paz.

#### 3.1 Ubicación Geográfica

##### 3.1.1 Latitud Y Longitud

Geográficamente se ubica entre:  $16^{\circ}17'$  y  $16^{\circ}25'$  de Latitud Austral,  $68^{\circ}47'$  y  $68^{\circ}25'$  de longitud Occidental del Meridiano de Greenwich, (PDM DE PUERTO PEREZ, 2010).



**Figura 1. Mapa de ubicación de la comunidad de Cascachi perteneciente al municipio de Puerto Pérez de la Ciudad de La Paz.**

### 3.1.2 Límites Territoriales

Los límites Municipales son los siguientes:

- **Al Norte** : Sección Municipal de Batallas y Achacachi
- **Al Sur** : Sección Municipal de Tiahuanaco
- **Al Este** : Sección Municipal de Batallas y Pucarani
- **Al Oeste** : Lago Titicaca

### 3.2 Características Climáticas

#### 3.2.1 Pisos Ecológicos

Existen diferentes pisos ecológicos, situación que marca la característica de la actividad productiva de la región, cuenta con planicies aledañas al lago, laderas de cerros y finalmente las serranías con un clima frígido mesotérmico, desértico con invierno seco y temperatura media anual de 7.7° C., característico del altiplano norte, con diferencias marcadas entre el verano y el invierno, básicamente está influenciado por la altitud en la que encuentra la zona de proyectó así como también por el tipo de suelo y la escasez cobertura vegetal, que genera evotranspiración, con excepción de las áreas cercanas al Lago Titicaca. (SENAMHI, 2010.)

#### 3.2.2 Vegetación

La flora básicamente en esta zona está determinada por las gramíneas, dependiendo de las diferentes alturas, se debe recalcar que algunas de las especies semi arbustos han sufrido serios impactos como tal, sino se adopta políticas de tipo conservacionista, que estas pronto se extinguirán.

Estas especies están distribuidas en las diferentes regiones y altitudes que tiene esta región, considerándose más en las partes altas de la montaña, que amortiguan las escorrentías de las aguas. También se destacan entre están las especies introducidas o exóticas que se cultivan en las diferentes comunidades para fines agroforestales y otros usos; las que se destacan con mayor frecuencia como arbóreas, como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Especies Exóticas Cultivadas. Fuente: a base del PDM (2010).**

<b>Especies Vegetales Exóticas</b>	<b>Nombres Científicos</b>
Eucalipto	Eucaliptos glóbulos
Ciprés	Cupressussp.
Pino radiata	Pinus radiata
Retama	Spartiumjunceum
Alfalfa	Medicago sativa
Acacia	Acacia sp.
Malva común	Malva sp.
Álamo	Populussp.
Sauce	Salixsp.

**3.2.3 Riesgos Climáticos**

Estas son factores determinante para el desarrollo de las actividades agrícolas, tales como las heladas, granizos, inundaciones, vientos y sequías, que de alguna manera coadyuvan al subdesarrollo de las actividades agrícola – pecuarias. Se presentan en ciclos imprevisibles durante cada gestión agrícola, con costos muy elevados y que representan a los habitantes de la zona pérdidas cuantiosas de su pequeño capital agrícola – pecuarios.

**3.2.4 Suelos**

Los suelos pertenecen a un sistema cuaternario por la presencia de acumulación y deposito de material no consolidado, fueron arrastradas por efecto de lavado de la parte superior de las colinas y depositadas en las partes más bajas. Con una textura mezcla de arena, limo y arcilla en diferentes proporciones, destacándose en las laderas de pie de monte depósitos de grava, estos suelos por efecto de la gravedad se mantienen húmedos casi durante todo el año, destacándole los suelos en el pie de monte con mayor frecuencia (PDM De Puerto Pérez, 2010).

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Materiales.

#### 4.1.1 Material Laboratorio.

- Termómetro
- Hornilla
- Pinzas
- Agua destilada
- tres vasos de precipitado

#### 4.1.2 Material Biológico

- Semillas

**Cuadro 2. Procedencia de la Semilla de Pino Radiata.**

N.C.	N. común	usos	Procedencia	Latitud	Altitud	P. fluvial	Semilla viable	cat. Genética
<i>Pino radiata</i>	pino	Madera, c. r.v. Construcción, Ornamental.	Parque tunari	17°20' 00"S	3,700 mmsm	671	25,000	fuelle seleccionadora

Fuente: Catalogo de semillas Basfor 2006.

#### 4.1.3 Material de Campo

- Pala
- Picota
- Rastrillo
- Carretilla
- Malla sharam
- Troncos o bolillos
- Sustratos
- Termómetro

#### 4.1.4 Material y equipo de escritorio

- Planillas
- Lápiz
- Computadora
- Flash memory
- Cámara fotográfica
- Regla

## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Procedimiento en el Campo Experimental.

#### 4.2.1.1 Delimitación del Área Experimental

Se procedió con la ubicación del lugar de este a oeste y con ayuda de un flexo metro se midió el área experimental con una dimensión de 10 m x 8 m en terreno plano.

#### 4.2.1.2 Construcción del Vivero

- Después de la delimitación y trazado se procedió con el aplanado y deshierbe del sector y el armado de parantes y travesaños con bolillos de madera de eucalipto.
- Finalmente se colocó una malla semisombra de 60 % para evitar la incidencia directa de ondas del sol hacia los tratamientos.



**Figura 2: Construcción del área de experimentación**

#### 4.2.1.3 Preparación de Sustrato

- Posterior a la construcción, se procedió con la medición con carretillas de tierra del lugar, turba, abono de oveja y de vaca.

T<sub>1</sub>: (5 de tierra del lugar, 3 de turba,

T<sub>2</sub>: (5 de tierra del lugar, 3 turba, y 1 abono de oveja),

T<sub>3</sub>: (5 de tierra del lugar, 3 turba y 1 abono de vaca).

- Luego, se procedió con el mezclado de sustrato y tamizado, con la intención de separar toda clase de impurezas, para luego proceder con el embolsado de sustrato y acomodado de las mismas dentro del área de experimentación.



Figura 3. Preparación de sustrato



Figura 4. Acomodado de bolsas

#### 4.2.1. 4 Desinfección

- Se realizó la desinfección del sustrato con formol al 40 % de concentración en 10 litros de agua. Una vez preparada esta solución, se la distribuye con una regadera sobre el suelo del almacigo, repitiendo la operación hasta acabar la solución. Es conveniente remover el sustrato cada vez que se realiza la aplicación.

Al finalizar el tratamiento hay que cubrir el almacigo con un plástico, para evitar que los gases producidos se evaporen. El almacigo debe permanecer cubierto durante 48 horas, luego se retirará el plástico y se removerá el sustrato. Se lo deja airear durante 2 o 3 días, después de los cuales estará en condiciones para la realización de la siembra. Como el formol es muy tóxico, se deberá manipularlo con sumo cuidado.



**Figura 5. Desinfección de sustrato.**

#### 4.2.1.5 Tratamiento Pre - Germinativo (Método de Remojo)

- Se realizó el pre- tratamiento germinativo con la técnica de remojo en agua caliente para las semillas y para cada tratamiento a diferentes temperaturas, diferentes vasos precipitados para luego llevar a la hornilla, para medir la temperatura con el termómetro y dejar remojar cierto tiempo (Goytia A. 2003).



**Figura 6. Modo de aplicación del remojo de las semillas.**

#### 4.2.1.6 Siembra del Pino Radiata

- Luego se realizó la siembra directa sobre los diferentes sustratos y en cada unidad experimental para luego taparlo para que germine y el respectivo registro de datos.



**Figura 7. La unidad experimental totalmente terminada.**

#### 4.2.1.7 Labores Culturales

- Se procedió con el riego a las unidades experimentales de manera uniforme cada dos días, para ello se utilizó una regadera de 15 lit. o una manguera de baja presión, siempre evitando a que el riego pueda generar movimientos indeseables que perjudiquen el crecimiento de la planta.
- También se procedió con el deshierbe, cada cuatro semanas para evitar el crecimiento y efecto de los competidores, de tal manera que las unidades experimentales queden limpias y libre de hierbas competidoras.

#### 4.2.2 Diseño Experimental

El diseño que se ha adecuado al presente trabajo de investigación, es el Diseño de Bloques Completos al Azar con dos factores con 3 tratamientos y 3 repeticiones y se designaron al azar cada unidad experimental, para su respectiva evaluación (Ochoa, 2009).

### 4.2.3 Factores de Estudio.

#### Factor A: Temperaturas

$$a_1 = T^{\circ} 20^{\circ}\text{C}$$

$$a_2 = T^{\circ} 40^{\circ}\text{C}$$

$$a_3 = T^{\circ} 60^{\circ}\text{C}$$

#### Factor B: Sustratos

b1 = Tierra del lugar y turba

b2 = Tierra del lugar, turba, arena y abono de oveja

b3 = Tierra del lugar, turba y abono de vaca.

### 4.2.4 Modelo Lineal Aditivo

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$X_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_k$  = Efecto del k-esimobloque

$\alpha_i$  = Efecto del i-esimonivel del factor A

$\gamma_j$  = Efecto del j-esimonivel del factor B

$(\alpha\gamma)_{ij}$  = Interacción del i- esimo nivel de A con el j-esimo nivel de B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

## 4.2.5 Croquis del Experimento

**Cuadro 3. Croquis experimental**

	a <sub>2</sub>			a <sub>1</sub>			a <sub>3</sub>		
I	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>
	a <sub>3</sub>			a <sub>2</sub>			a <sub>1</sub>		
II	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>
	a <sub>1</sub>			a <sub>2</sub>			a <sub>3</sub>		
III	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>

**8 metros**

## 4.2.6 Variables de Respuesta.

Los parámetros de evaluación de variables de respuesta se evaluaron cada veinte días durante el desarrollo experimental, como por ejemplo: el porcentaje de prendimiento, longitud de raíces, han sido en el momento de finalización de trabajo, en los meses transcurridos desde el momento del establecimiento y siembra.

### 4.2.6.1 Porcentaje de Germinación

La evaluación de este parámetro se realizó en el trabajo de campo, se tomó estos datos y se registraron en la planilla de registros, posteriormente se determinó el porcentaje de prendimiento de plantas vivas utilizando la siguiente relación.

#### **4.2.6.2 Altura de la Planta**

Con la ayuda de una regla de medir en centímetros se procedió la medición de las muestras hayan dado las condiciones para medir la altura.

Se hizo el seguimiento continuo a partir de los 26 días después de la siembra y establecimiento del experimento. Ocurriendo que a partir de este tiempo se registró los datos, desde que los brotes foliares hayan tenido un pronunciamiento claro con desprendimiento de las primeras hojas hasta que todos los tratamientos germinen para luego analizar estadísticamente.

#### **4.2.6.3 Diámetro del Tallo**

Se tomó las plantas y se midió el grosor o el diámetro de las plantas para ver el crecimiento y desarrollo en grosor del tallo para luego utilizar estos datos en las comparaciones y determinar el comportamiento vegetativo.

#### **4.2.6.4 Longitud de la Raíz**

Después del conteo se procedió con la medición de longitud de las raíces emergidas con ayuda de una regla en cm. Registrándolas en planillas para realizar las comparaciones, para determinar el efecto de enraizamiento y comportamiento del efecto del sustrato en la parte radicular de pino, se tomara un dato inicial y uno final para poder observar el efecto del sustrato sobre la raíz al finalizar la investigación.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados adquiridos de los diferentes tratamientos de evaluación sobre el comportamiento vegetativo del pino radiata con diferentes sustratos y el método de pre-tratamiento germinativo con diferentes temperaturas empleadas a las cubiertas externas de cada semilla ya que responden de diferente manera a estos y que al final influyen en la altura de la planta, pues aceleran los cambios fisiológicos.

### 5.1 Porcentaje de Germinación

El porcentaje de germinación se determinó en dos condiciones, en placas petri y en campo, de acuerdo al cuadro 4 se tiene:

**Cuadro 4. Promedios de porcentaje de germinación en placas petri y campo**

Repetición	% De Germinación	% Germinación En
	Placas Petri	Campo
1	97	78
2	93	82
3	95	86
4	96	75
5	95	72
PROMEDIO	95	79

Como se observa en los valores presentados, se tiene una gran diferencia entre las semillas colocadas en placas petri de 95% y las sembradas en campo 79%; esto se debe a que en las placas petri es posible proveer de humedad necesaria y proteger de la radiación, la temperatura, en cambio en la siembra en campo se realizó un riego antes de colocar la semilla, entonces podría haber influido la radiación solar que seco rápidamente el suelo, quemando algunas semillas.

Los datos obtenidos en campo se sometieron a un análisis de varianza, donde alcanzaron los siguientes resultados en el cuadro N° 5.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.**

FV	GL	SC	CM	FCALC	Pr> F
BLOQ	2	5.62	2.81	7.90	0,0041 *
A	2	79.40	39.70	111.38	0.0001 *
B	2	89.18	44.59	125.09	0.0001 *
A*B	4	6.81	1.70	4.78	0.0099 *
ERROR	16	5.70	0.35		
TOTAL	26	186.74			

Coefficiente de variación =7.03

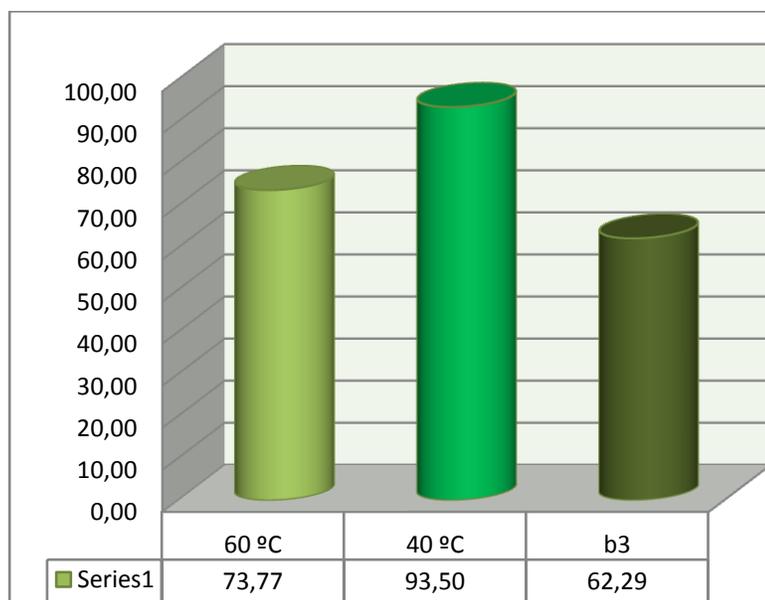
NS= no significativo

\* = significativo

Por el valor del coeficiente de variación 7.03 se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales en las diferentes parcelas fue homogéneo y los datos son confiables.

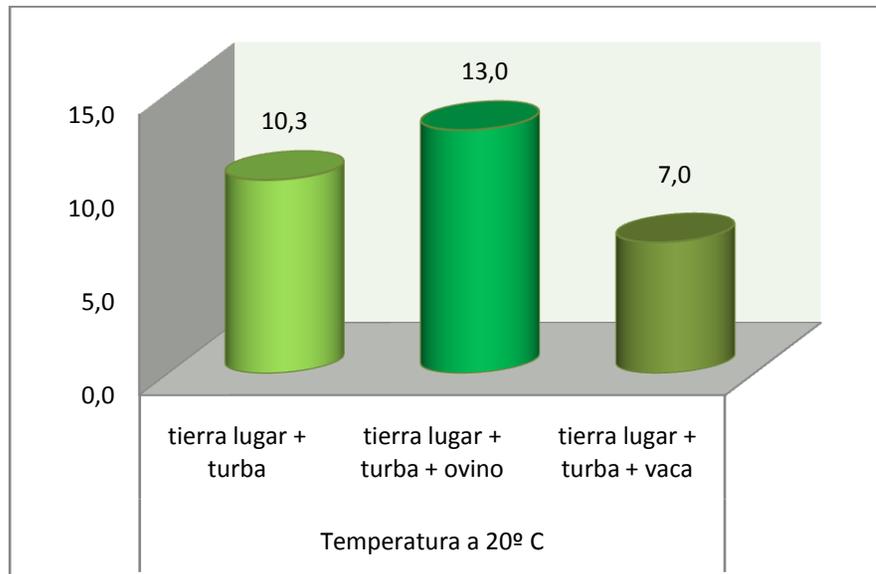
Según el análisis de varianza ANVA, cuadro 4. Para la variable porcentaje de germinación, reporto que existen diferencias significativas para el factor bloque, tratamiento pre-germinativo (temperaturas), sustratos y para la interacción A \* B se registró diferencia significativa, esta afirmación indica que han tenido resultados diferentes.

**Figura8. Cuadros medios del porcentaje de germinación.**



Por el cuadro 7. Se determina que el porcentaje de germinación se obtiene para el mejor tratamiento pre-germinativo que es el b2 (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino) y con las temperaturas de 60, 40, 20 °C donde se obtuvo un promedio de (93.50 %).

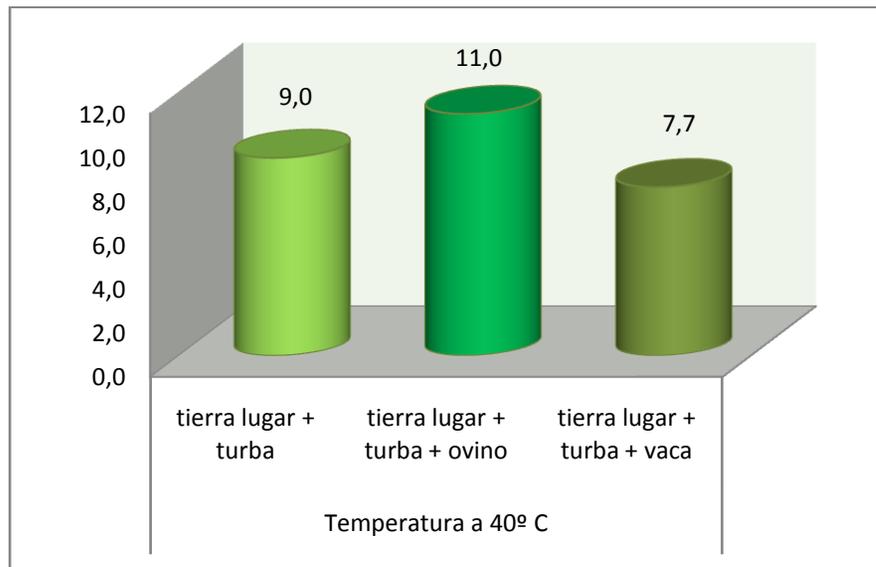
**Figura9. Cuadrados medios del porcentaje de germinación con las temperaturas de 20 °C**



Los resultados se registraron con los pre-tratamientos germinativos realizados con temperaturas de 20 °C con el primer promedio que es de 13 plantas por tratamiento fue el b2 (Tierra del lugar + turba + abono de oveja), el segundo es el b1 que es (tierra del lugar + turba) con un promedio de 10.3 y el más bajo es el tratamiento b3 con un promedio de 7 plantas por unidad experimental.

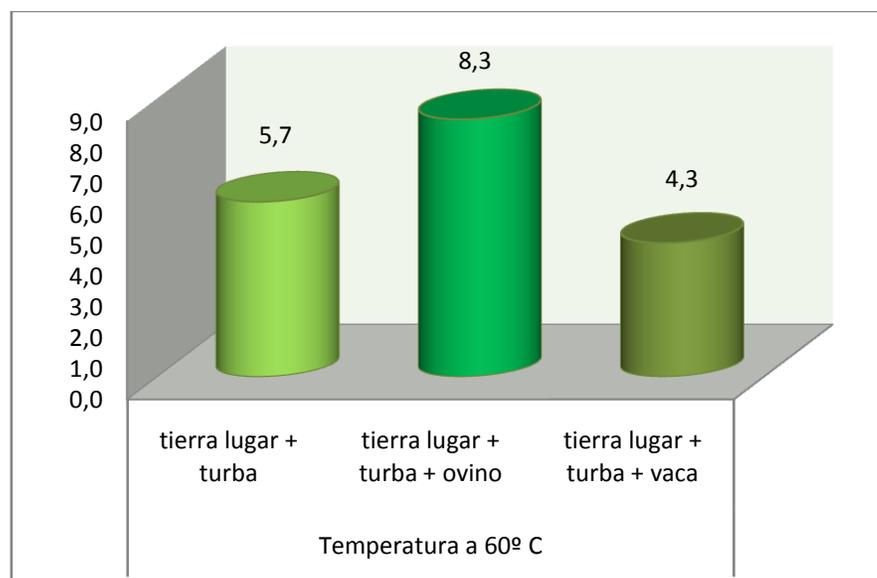
El porcentaje de germinación fue medida en 180 plantas, muestreados al azar por tratamientos que se realizó para esta variable de respuesta, con un análisis de varianza (ANVA), y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan, mediante el programa estadístico SAS.

**Figura10. Cuadrados medios del porcentaje de germinación con las temperaturas de 40 °C**



Los resultados se registraron con los pre-tratamientos germinativos realizados con temperaturas de 40 °C con el primer promedio que es de 11 plantas por tratamiento fue el b2 (Tierra del lugar + turba + abono de oveja), el segundo es el b1 que es (tierra del lugar + turba) con un promedio de 9 y el más bajo es el tratamiento b3 con un promedio de 7,7 plantas por unidad experimental.

**Figura11. Cuadrados medios del porcentaje de germinación con las temperaturas de 60 °C**



Los resultados se registraron con los pre-tratamientos germinativos realizados con temperaturas de 60 °C con el primer promedio que es de 8,3 plantas por tratamiento fue el b2 (Tierra del lugar + turba + abono de oveja), el segundo es el b1 que es (tierra del lugar + turba) con un promedio de 5,7 y el más bajo es el tratamiento b3 con un promedio de 4,3 plantas por unidad experimental.

El porcentaje de germinación fue medida en 180 plantas, muestreados al azar por tratamientos que se realizó para esta variable de respuesta, con un análisis de varianza (ANVA), y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan, mediante el programa estadístico SAS.

Esta diferencia podría atribuirse al tipo de tratamientos empleado previo a su siembra y que este estimula la germinación de los plantines, sin olvidar el comportamiento silvicultural propio de cada una de las especies en vivero, determinada por sus características genéticas y su respuesta a las condiciones medio ambientales en las que se desarrollan.

Sobre el tema Villena (2003), señala que con la aplicación de tratamientos pre – germinativos a las semillas de las plantas se eliminan inhibidores químicos del crecimiento, estimulando a la producción de sustancias promotoras del crecimiento como las giberelinas y citocininas.

El mismo autor señala que el volumen de las semillas aumenta con la imbibición, pero el volumen final del sistema (semilla + Agua) es menor que la suma de los volúmenes individuales iniciales de las semillas y agua.

Altuve (2003), señala que para que se dé inicio al proceso de germinación y cuando las semillas llegan al suelo, el recurso clave para iniciar los cambios fisiológicos que conducen a la germinación es el agua, que resulta indispensable para activar el metabolismo y el crecimiento de las células vivas de los tejidos de las semillas.

## 5.2 Altura de Planta

En este caso se procedió con la medición y registro de datos después de la aplicación del método de pre-tratamientos germinativo y el respectivo sembrado, tomando en cuenta que este periodo hayan logrado reunir condiciones para realizar las mediciones en un porcentaje adecuado a 90% de todas las muestras, los demás datos se obtuvieron a los 120 días después de la primera medición y la última se realizó a los 240 días en el momento de la culminación del trabajo.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, donde se alcanzaron los siguientes resultados en el cuadro 6.

**Cuadro 6. Análisis de varianza de altura de la planta**

FV	GL	SC	CM	FCALC	Pr > F
BLOQ	2	1,85	0,92	2,17	0,1462 NS
A	2	1.85	0.92	2,17	0,1462 NS
B	2	112.96	56.48	132.61	0.0001 *
A*B	4	0.37	0.092	0.22	0.9249 NS
ERROR	16	6.81	0.42		
TOTAL	26	123.85			

Coefficiente de variación =6.47

NS= no significativo

\* = significativo

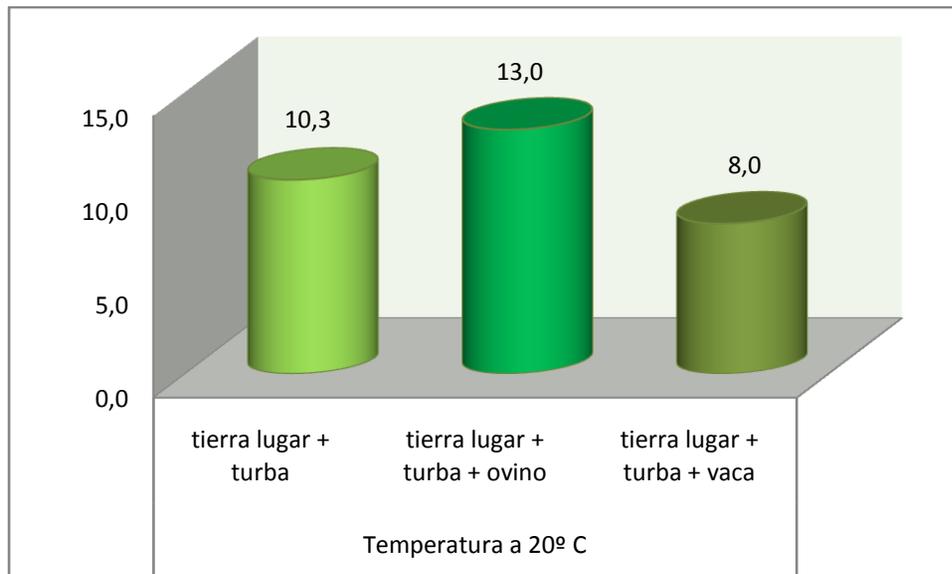
Por el valor del coeficiente de variación 6.47 se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales en las diferentes parcelas fue homogéneo y los datos son confiables.

En el cuadro N° 7. El análisis de varianza, de acuerdo a los resultados obtenidos se refleja que la evaluación muestra que en: bloques, el factor A (Tratamientos pre germinativo) y las interacciones entre los factores A y B estadísticamente no existe diferencia significativa.

Esto significa que influyeron en el crecimiento de la altura de la planta. Considerando que los tratamientos han tenido un manejo similar en las mismas condiciones mientras que el factor B (sustratos) estadísticamente existe diferencia significativa esta afirmación indica que han tenido resultados diferentes para

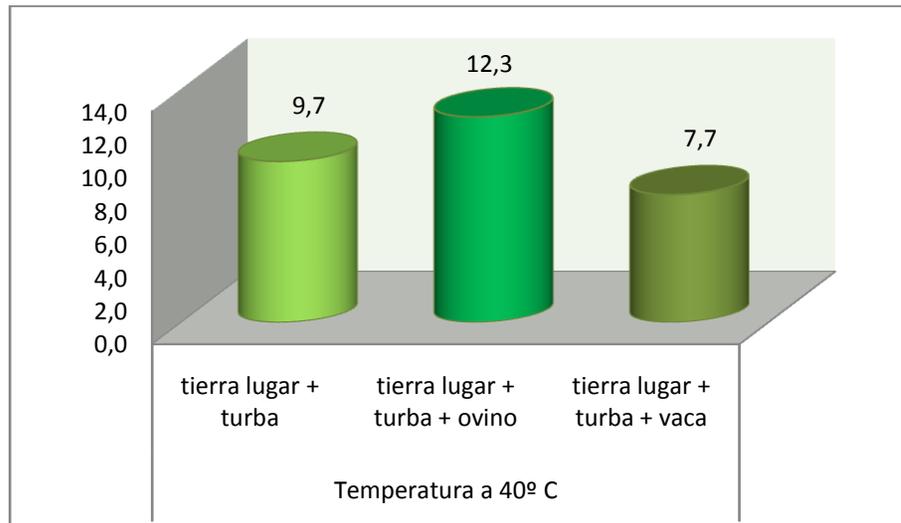
determinarlos se ha procedido con la comparación de medias por el método de Duncan al 0.05 % véase en el cuadro 7.

**Figura 12. Comparación de medias de las alturas del pino radiata con temperaturas de 20 °C**



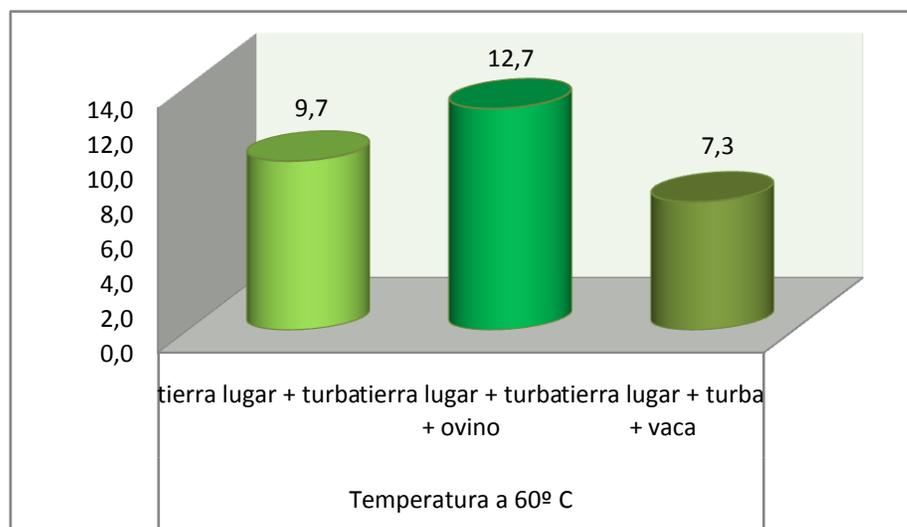
Por el cuadro 7. Se determina que la mayor altura de planta se obtiene para el tratamiento b2 (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino), para la segunda altura es el b1 (Tierra del lugar + turba) y el tercero fue el tratamiento b3 (Tierra del lugar + turba + vaca), con los pre- tratamientos germinativos realizado con las temperaturas de 20 °C donde se obtuvo el mejor crecimiento con un promedio de (13 cm, 10.3 cm, y de 8 cm) el manejo se realizo con similar tratamiento.

**Figura 13. Comparación de medias de las alturas del pino radiata con temperaturas de 40 °C**



Por el figura 12. Se determina que la mayor altura de planta se obtiene para el tratamiento b2 (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino), para la segunda altura es el b1 (Tierra del lugar + turba) y el tercero fue el tratamiento b3 (Tierra del lugar + turba + vaca), con los pre- tratamientos germinativos realizado con las temperaturas de 40 °C donde se obtuvo el mejor crecimiento con un promedio de (12,3 cm, 9.7 cm, y de 7,7 cm) el manejo se realizo con similar tratamiento.

**Figura 14. Comparación de medias de las alturas del pino radiata con temperaturas de 60 °C**



Por la figura 13. Se determina que la mayor altura de planta se obtiene para el tratamiento b2 (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino), para la segunda altura es el b1 (Tierra del lugar + turba) y el tercero fue el tratamiento b3 (Tierra del lugar + turba + vaca), con los pre- tratamientos germinativos realizado con las temperaturas de 60 °C donde se obtuvo el mejor crecimiento con un promedio de (12,7 cm, 9,7 cm, y de 7,3 cm) el manejo se realizo con las mismas condiciones.

Las alturas de las plantas fue medida en 180 plantas, muestreados al azar por tratamientos se realizó para esta variable de respuesta un análisis de varianza (ANVA), y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan, mediante el programa estadístico SAS.

Esta diferencia podría atribuirse al tipo de tratamientos empleado previo a su siembra y que este estimula el desarrollo de los plantines, sin olvidar el comportamiento silvicultural propio de cada una de las especies en vivero, determinada por sus características genéticas y su respuesta a las condiciones medio ambientales en las que se desarrollan.

Sobre el tema Villena (2003), señala que con la aplicación de tratamientos pre – germinativos a las semillas de las plantas se eliminan inhibidores químicos del crecimiento, estimulando a la producción de sustancias promotoras del crecimiento como las giberelinas y citocininas.

Por su parte Tisdale (1999) citado por marca (2004), atribuye el crecimiento de las plantas a la presencia de la materia orgánica en los suelos ya que actúa como un granulador en las partículas mineras y su presencia es indispensable para obtener una buena producción de plantas.

Unterladstaetter (2005), señala que el crecimiento se ve afectado por el número de horas sol y mucha humedad ya que existen especies extremadamente susceptibles a estos factores y que en ocasiones pueden causar su muerte.

### 5.3. Diámetro del tallo

El análisis de varianza (ANVA) para el diámetro del cuello del tallo se muestra en el cuadro 9, a un nivel de significancia del 5%

**Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro de tallo(mm)**

FV	GL	SC	CM	FCALC	Pr >F
BLOQ	2	0.66	0,33	1.00	0,3897 NS
A	2	0.00	0.00	0.00	1,0000 NS
B	2	6.00	3.00	9.00	0.0024 *
A*B	4	0.00	0.00	0.00	1.0000 NS
ERROR	16	5.33	0.33		
TOTAL	26	12.00			

Coefficiente de variación =28.86

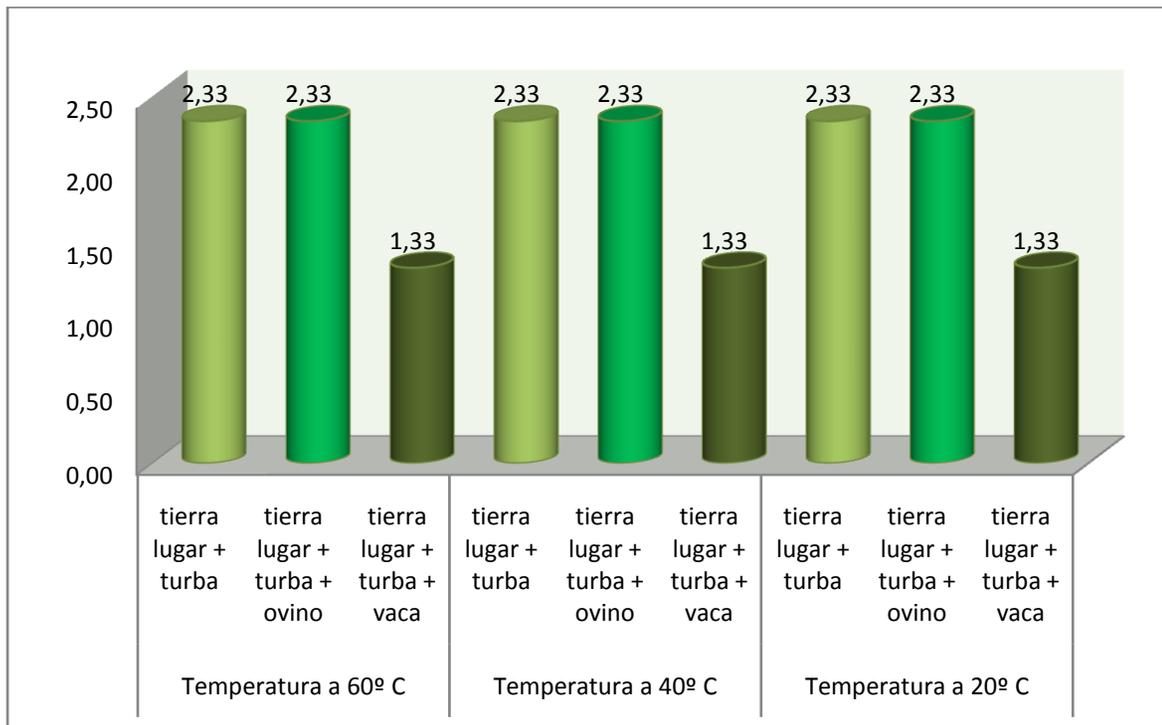
NS= no significativo

\* = significativo

Por el valor del coeficiente de variación 28.8 se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales en las diferentes parcelas fue homogéneo y los datos son confiables.

En el cuadro N° 9. El análisis de varianza, de acuerdo a los resultados obtenidos se refleja que la evaluación muestra que en bloques, el factor A (Tratamientos pre germinativo) y las interacciones entre los factores A y B estadísticamente no existe diferencia significativa esto significa que no influyeron en el crecimiento del diámetro del cuello de la planta.

Considerando que los tratamientos han tenido un manejo similar en las mismas condiciones mientras que el factor B (sustratos) estadísticamente existe diferencia significativa esta afirmación indica que han tenido resultados diferentes para determinarlos se ha procedido con la comparación de medias por el método de Duncan, véase en el cuadro 9

**Figura 15. Comparación de medias del diámetro de la planta pino radiata**

Por la figura 14. Se determina que el diámetro mayor de la planta se obtuvo para el tratamiento b2 (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino) y con los pre-tratamientos germinativos realizado con las temperaturas de 60, 40, 20 °C donde se obtuvo el mejor crecimiento con un promedio de (14 mm.) con similar tratamiento.

Los menores resultados de diámetros se registraron con el pre-tratamientos germinativos realizados con temperaturas de 60, 40, 20 °C en relación a los demás tratamientos y el más bajo fue el tratamiento b3 (Tierra del lugar + turba + abono de vaca) con un promedio de (1.33 mm.).

El diámetro del cuello de la planta fue medida en 180 plantas, muestreados al azar por tratamientos donde se realizó para esta variable de respuesta un análisis de varianza (ANVA), y la comparación de medias y con la prueba de Duncan, mediante el programa estadístico SAS.

Estos resultados se pueden atribuir a que la cantidad de arena en la tierra del lugar el abono y la turba mejora las propiedades físicas del suelo, lo que permite

un mejor desarrollo del diámetro del cuello de la planta y las características propias de cada especie.

Delgado (1999) señala que el diámetro del cuello de la raíz para todas las especies, indica el vigor de la plántula para su desarrollo, que es lo que se busca en toda producción vegetal.

Al respecto Chilon (1997), señala que al aumentar la porosidad total del suelo en especial la macro porosidad, se mejora la aireación y permeabilidad del suelo, es decir que texturas livianas favorecen el mejor desarrollo radicular, tanto vertical como horizontal.

#### 5.4. Longitud de la raíz

Posteriormente se procedió con la medición de longitud de las raíces con ayuda de un instrumento de medir con un flexo metro en cm. paulatinamente registrándose en la planilla para luego evaluar el efecto de temperaturas y el comportamiento de los sustratos cabe mencionar que los datos evaluados pertenecen solamente a las muestras que realmente han brotado raíces en cada tratamiento.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para la longitud de raíces**

FV	GL	SC	CM	FCALC	Pr > F
BLOQ	2	2.66	1.33	1.83	0,1927 NS
A	2	5.72	2.86	3.92	0,0411 *
B	2	82.72	41.36	56.72	0.0001 *
A*B	4	0.88	0.22	0.30	0.8705 NS
ERROR	16	11.66	0.72		
TOTAL	26	103.66			

Coefficiente de variación =5.77

NS= no significativo

\* = significativo

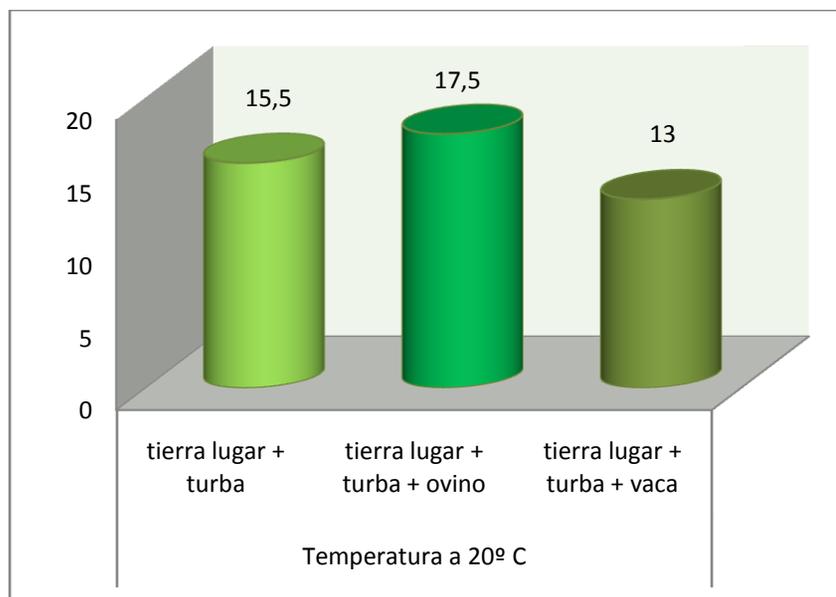
Por el valor del coeficiente de variación 5.77 se puede determinar que el manejo de las unidades experimentales en las diferentes parcelas se realizó de forma aceptable forma homogéneo y los datos son confiables.

Según el análisis de Varianza ANVA (Cuadro 10) luego de la evaluación cuyo detalle se muestra la variable longitud de la raíz reporto que existe diferencias

significativas para el factor A (temperaturas) y B (sustratos); no así para el factor bloque, ni para la interacción A (Temperaturas) \* B (sustratos) donde se registró diferencias no significativas.

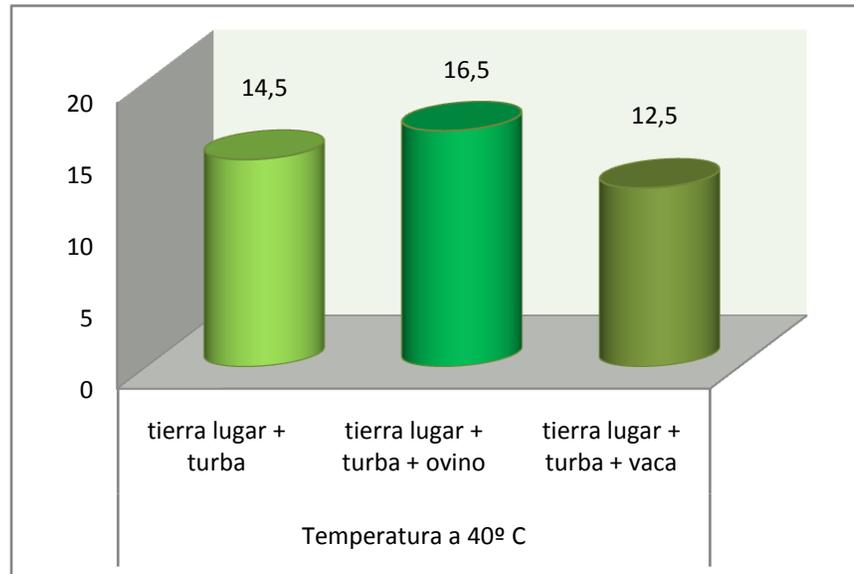
El cuadro 8. Nos muestra los resultados de la comparación de promedios realizados para el pino, con la variable longitud de raíz por planta para el pretratamientos realizados.

**Figura 16. Comparación de promedios longitud de raíz con las temperaturas de 20 °C**



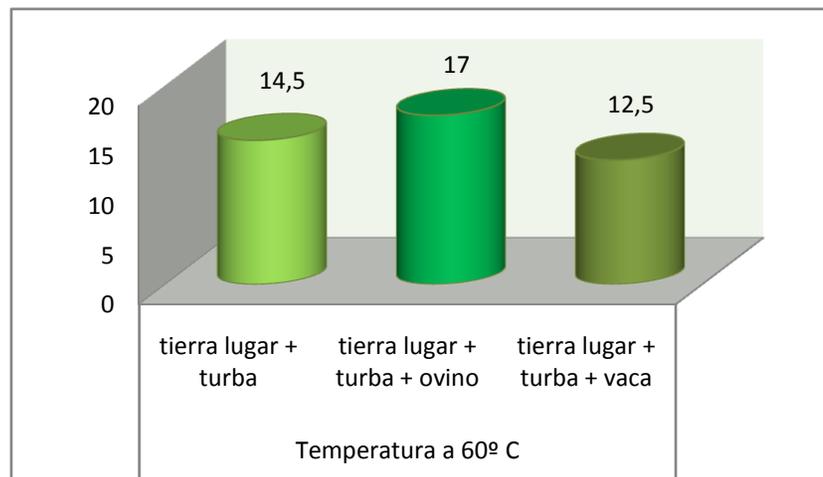
El figura 15. Nos muestra que el pre tratamiento realizado a una temperatura de 20 °C logra la mayor longitud de la raíz por planta con un promedio de 17,5 cm que corresponde al tratamiento b2 que es del tratamiento (tierra del lugar + turba + abono de ovino) y que estadísticamente es diferente del resto que solo logran valores de b1 con 15.5 cm y b3 con 13 cm. con los pre tratamientos realizados respectivamente esto demuestra la influencia del pre- tratamiento durante el desarrollo de la planta.

**Figura 17. Comparación de promedios longitud de raíz con las temperaturas de 40 °C**



El en la figura 16. Nos muestra que el pre tratamiento realizado a una temperatura de 40 °C logra la mayor longitud de la raíz por planta con un promedio de 16.5 cm que corresponde a b2 que es del tratamiento (tierra del lugar + turba + abono de ovino) y que estadísticamente es diferente del resto que solo logran valores de b1 con 14.5 cm y b3 con 12.5 cm con los pre - tratamientos realizados respectivamente esto demuestra la influencia del pre- tratamiento durante el desarrollo de la planta.

**Figura 18. Comparación de promedios longitud de raíz con las temperaturas de 60 °C**



En la figura 17. Nos muestra que el pre tratamiento realizado a una temperatura de 60 °C logra la mayor longitud de la raíz por planta con un promedio de 17 cm que corresponde al tratamiento b2 que es del tratamiento (tierra del lugar + turba + abono de ovino) y que estadísticamente es diferente del resto que solo logran valores diferentes el segundo tratamiento es de b1 con 14.5 cm y b3 con 12,5 cm con los pre tratamientos realizados respectivamente esto demuestra la influencia del pre- tratamiento durante el desarrollo de la planta.

Los resultados obtenidos pueden atribuir a que los pre – tratamientos realizados con temperaturas superiores para el crecimiento de la raíz, por otro lado pese a aumentar la cantidad de tierra del lugar + abono y turba, para mejorar las propiedades físicas del suelo, este influye en el desarrollo radicular de esta especie al considerarse que el sustrato empleado en todas las bolsas de repique poseían casi los mismos componentes.

Chavez y Egoavil (1991) citados por marca (2001), señalan que los compuestos (sustratos), que se presentan un alto contenido de arena, evitan el endurecimiento, facilitan el crecimiento de las raíces y favorecen la filtración de agua.

Así mismo señalan que este sustrato al poseer una buena aireación, facilita una buena oxigenación para las plantas y por ende un mayor desarrollo de la cabellera radicular lo que permite un mejor desarrollo de la planta.

Al respecto Chilon (1997), señala que al aumentar la porosidad total del suelo en especial la macro porosidad, se mejora la aireación y permeabilidad del suelo, es decir que texturas livianas favorecen el mejor desarrollo radicular, tanto vertical como horizontal.

## **5.5 Costos de Producción**

Los costos de producción se detallan a continuación, para este análisis se consideró básicamente cuatro conceptos, siendo el primero: los materiales utilizados en el ensayo, segundo las herramientas empleadas para los trabajos, tercero el personal de eventual contratado para actividades específicas de trabajo en el vivero y por último los insumos utilizados para el proceso de producción.

Los resultados en resumen se presentan en el siguiente cuadro y se encuentran en detalle en el anexo 5.

### **Cuadro 9. Costos de producción del pino radiata**

ACTIVIDADES PARA EL VIVERO	COSTO EN \$us	COSTO EN bs
<b>INSUMOS</b>	168	1176
<b>MATERIALES</b>	530	3710
<b>HERRAMIENTAS</b>	128,5	899,5
<b>Costo total del vivero</b>	826,5	5785,5
<b>Costo por planta</b>	0.22	1.54
<b>B/C</b>	1.11	1.11

Fuente: elaboración propia

En el cuadro 9. Muestra los resultados de los costos de producción cuyo detalle se halla en el anexo 5, obteniéndose un costo por plantin de 1.54 bs o su equivalente en dólares de 0.22 centavos de dólar a un tipo de cambio de 6.95 bs.

Estos costos han sido afectados principalmente por los costos de instalación del vivero permanente principalmente por los materiales y la mano de obra toda por no existir personal fijo, si no que al momento de realizar las labores se contrata personal eventual sin embargo se recomienda el tratamiento b2 el mismo que cuenta con una rentabilidad de 1.54, indica que por cada 1 bs invertido, se recupera 0.54 bs.

## 6. CONCLUSIONES

Una vez realizados la presentación de resultados, se llegó a las siguientes conclusiones:

El proceso de germinación de las semillas comprendió dos etapas sucesivas que se superponen parcialmente, 1). La absorción de agua por inhibición causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa<sup>2</sup>). El crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente la plúmula. Se puede apreciar una germinación epigea, se puede ver además, que los tegumentos de la semilla aun cubren a los cotiledones; entre los días pasando los cotiledones comienzan a separarse del tegumento.

Esta especie, presenta un porcentaje de germinación con un pre - tratamiento de 60°C logra un porcentaje de 93.50 %,el segundo pre - tratamiento realizado con 40°C que logra un porcentaje de 73.77% y el tercero de 20 °C un porcentaje de 62.29 %.

La altura de la planta con un pre tratamiento de 60, 40 y 20 °C con el sustrato de tierra del lugar + turba + abono de ovino llega a un promedio de 12.67 cm de altura y los de menor altura llegan con un promedio de 9.89 cm que es b1 y el b3 con 7.67 cm. para el diámetro de cuello de la raíz con un valor medio de 2.33 mm que son los tratamientos de b1 y b2, por último el b3 con valor medio de 1.33 mm que logra las plántulas de pino radiata

La longitud de raíz, el tratamiento b2 logra un promedio de 17 cm, seguido el tratamiento b1 y b3 con valor de 14.83 y 12.67 cm, muy superiores estadísticamente en relación al resto de los tratamientos.

El sustrato más adecuado para la germinación de la semilla de pino a diferentes temperaturas es el tratamiento b2 que se tiene a la tierra del lugar + turba + abono de ovino.

la evaluación económica dio como resultado que el mejor fue el tratamiento b2 (tierra del lugar+ turba + abono de ovino) con tratamientos pre – germinativos de

60, 40 y 20 °C donde presenta B/C de 1.54, son alternativas mayores a 1 existiendo rentabilidad.

## **7. RECOMENDACIONES**

En función a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

Es recomendable continuar las investigaciones con referencia a los tratamientos pre- germinativos, no solo en agua y periodos de remojo, sino también en la utilización de otros productos químicos.

Realizar trabajos similares en otras regiones y si es posible en ambientes atemperados.

Finalmente se recomienda determinar las características de la especie estudiada.

## 8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

**Admin, 2013.** Fichas - técnicas de especies forestales / ficha técnica- no-13-Pino (*Pinus radiata*). [ecuadorforestal.org/](http://ecuadorforestal.org/)

**Almao, C. 2001.** El estiércol porcino como fertilizante en el mercado agrícola. México, consultado el 17 ago. Disponible en la página

**Avalos, G. 2008.** “Evaluación de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con BioIporcino”. Tesis de grado La Paz, Bolivia UMSA – Facultad de Agronomía. 97 p.

**Ardaya, J. 2000** Evaluación de la aptitud biofísica forestal de las tierras del abanico aluvial de la cuenca pacha frente a la expansión urbana. Tesis de maestría profesional CLAS. Cochabamba, Bolivia. 92 Pág.

**Altuve, S. 2003** Curso sobre germinación de semillas. Control interno de calidad: procedimientos de ensayos para semillas. EEA mercedes, argentina., 20 p.

**Anderson, A. Y Leach, Ch. 1962.** Análisis de las Semillas para descubrir organismos que son llevados en ellas. 1º ed. Trad. por Antonio Marino y Pánfilo Rodríguez. In: Anuario de Agricultura, Semillas. Centro Regional de Ayuda Técnica ADI México. Ed. Continental S. A. 801-804 pp.

**Basfor 2006** semillas forestales – plantas y asesoramiento técnico, catalogo de semillas, ESFOR/UMSS – IC / COSUDE, Cochabamba – Bolivia, pag. 5.

**Bellido, N; Porcel, M. A; Delgado, M; Miralles, R; Bigeriego, M. 1997.** Estudio sobre la reutilización en agricultura de residuos de ganado porcino. Cultivo de maíz y análisis de lixiviados. Porci, 1997 (Septiembre). 59-65 p.

**Callisaya, M.2007.** Efecto de fertilización orgánica en el rendimiento de variedades de espinacas (*spinaceaoleracea l.*), bajo condiciones de ambiente protegido en el municipio del El Alto Tesis de Lic. Ing. Agr. La Paz- Bolivia Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía 165p.

**Ceballos 2010.** Dinámica de la humedad en el suelo en una plantación de *Pinus radiata* (D. Don) y un bosque nativo bajo similares condiciones edafoclimáticas. Tesis de título, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

**COMISION NACIONAL DE SEMILLAS, 1977.** Reglas Internacionales para los Ensayos de Semillas. Varsovia. 35 p.

**Cosme, F. 2002.** Tesis de Grado: Estudio de Técnicas Pre germinativas de Semillas de Duraznero (*Prunus persica*(L.) Batsch) en Sapahaqui, La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz-Bolivia. 88 p.

**Chilon, E. 1997.** Guía de fertilidad de suelos. UMSA. La Paz, Bolivia. Pp 45 - 125

**Delgadillo, G. E. 1993.** Comportamiento de dos poblaciones de maíz (*Zea Mays*), bajo la aplicación de biol. Tesis de grado, Bolivia UMSS – Facultad de Agronomía. 85 p.

**Delgado, M. 1999.** Evaluación de sustratos, calidad de agua y dosis de riego en la producción de plántulas de cupressus, en el vivero de chimboco. Tesis de grado para obtener el título de ingeniero agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia, pp 45 – 46.

**Delouche, J. 1964.** El Proceso de la Germinación. Trad. Jaira Correa. In Curso Internacional de Entrenamiento sobre semilla mejorada para América Latina. Campiña, Brasil. 1-3 pp.

**FAO. 1985.** Evaluación de tierras con fines forestales. FAO 48. Roma, Italia. 105 Pág.

**Garden C. 2000. Diagnostico Forestal 2000.** Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR). Proyecto financiado por la Embajada Real de los Países Bajos y ejecutado por CIMAR-U.A.G.R.M, Santa Cruz, Bolivia.

**Goitia, L. 2003.** Manual de Dasonomía y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés-Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniera Agronómica. La Paz-Bolivia.159 p.

**Geilfus, F. 1994.** El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforesteria para el Desarrollo rural. Guia de especies Vol. 2. Turrialba, Costa Rica. Edic. No. 9, Edit. ENDA-CARIBE/CATIE. 453-455 pp.

**Gomero, L. 1990.** Manejo ecológico de los suelo. Edición. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicas Lima – Perú 25p.

**Gonzales, N. F. 2000.** Efecto de la densidad en tres variedades de maíz en dos localidades de los Valles cruceños. Tesis de grado Cbba, Bolivia UMSS – Facultad de Agronomía 100 p.

**Hartmann, H. Y Kester, D. 1998.** Propagación de Plantas. México D. F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. 760 p.

**[http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas de especies forestales /ficha técnica- no-13-Pino \(\*Pinus radiata\*\)](http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-Pino-(Pinus-radiata)) 6 marzo 2013 por ADMIN**

**Justice, 1973.** Asociación Internacional de Ensayo de Semillas. Roma. Estudio FAO: Montes No. 20/3 458 p.

**Marca, G. 2001.** Germinación y crecimiento en vivero de dos especies forestales tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. UMSA. Facultad de agronomía. La paz, Bolivia.

**Machaca, F. 2007.** Efecto de niveles de estiércol ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apiumgraviolens l.*), bajo ambiente protegido en el municipio del El Alto Tesis de Grado La Paz, Bolivia UMSA – Facultad de Agronomía 70 p.

**Machicado, L. 2000.** Efecto de la aplicación de dos tipos de materia orgánica en dos variedades de ají (*Capsicumfrutences L.*), en San Buenaventura. Tesis de grado La Paz, Bolivia UMSA – Facultad de Agronomía. 18 - 27 p.

**Miranda, D. 2005.** Efecto del uso de abonos orgánicos líquidos y diferentes métodos de polinización sobre el rendimiento de variedades de tomate (*Lycopersumsculentum*), en carpa solar. Tesis de Grado La Paz, Bolivia UMSA – Facultad de Agronomía 22 - 29 p.

**Montaño, Q. D. 2005.** Efecto de dos tipos de fertilización orgánica en la producción de variedades de frutilla Tesis de grado Cbba, Bolivia UMSS – Facultad de Agronomía. 105 p.

**Niembro, A. 1988.** Semillas de Árboles y Arbustos, Ontogenia y Estructura. Edit. LIMUSA S. A. Chapingo, México D. F. 285 p.

**Lohse, L. 1997.** Tesis de Grado: Evaluación Germinativa en Semillas de Mara (*Swieteniamacrophylla*, King) en seis tipos de Substratos. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 86 p.

**Ochoa T.2009,** Diseños experimentales – primera edición 2009, La Paz – Bolivia, pág. 43 – 50.

**PDM 2010, Plan De Desarrollo Municipal De Puerto Pérez,** .2010 plaza principal de Puerto Pérez, pág. 40-60. La Paz – Bolivia.

**Patiño, F.; De La Garza, P.; Villagomez, Y.; Talavera, I. Y Camacho, F. 1983.** Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D. F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal. Boletín Divulgativo N° 63. 181 p.

**Pérez, E.; Barrosa, J. 1993.** Producción de planta y establecimiento de plantaciones de teca en el estado de Tabasco. 23 p.

**Quispe, C. L. 2002.** Respuesta a la aplicación de estiércol vacuno en dos especies forrajeras de corte. Tesis de grado Cbba, Bolivia UMSS – Facultad de Agronomía. 68 p.

**Rodríguez R. 2012, Silvicultura Del Pino insigne (*Pinus radiata*)** manual básico Cuidados culturales del pino insigne para producir madera de calidad pag.10-49.

**Rodríguez, M. 1985.** Morfología y Anatomía Vegetal. 1º Edición. Cochabamba, Bolivia. Amigos del libro. 286p.

**Rojas, F. 2004.** Aplicación del Programa (The SAS System) en la Investigación Agropecuaria. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 107p.

**SENAMHI. 2010.** Boletín Meteorológico Departamento de La Paz.

**Seino, H. 1971.** Técnicas para el Mejoramiento del cultivo del durazno en Bolivia. Estación Experimental San Benito. Ed. OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKIO, JAPAN. Cochabamba, Bolivia. 220 p.

**Telmo m.(2011)** Proyecto Información Y Análisis Para El Manejo Forestal Sostenible: Integrando Esfuerzos Nacionales E Internacionales En 13 Países Tropicales En América Latina, Arboles Fuera Del Bosque En Bolivia- pág. 45 - 50

**Terán, J. 1995 Sistema Silvopastoril y leñosas forrajeras en el montechaqueño serrano de Chuquisaca.** Aproximaciones a la problemática e importancia socioeconómica en el sistema agrario del Rancho Corso en la Provincia Tomina, Plan Agroforestal de Chuquisaca Norte y Centro, CORDECH, COTESU, INTERCOOPERACION, Chuquisaca, Bolivia, 135 pág.

**Torrice G. Et al 1994.** Leñosas útiles de potosí, proyecto FAO/HOLANDA/CDF "Desarrollo Forestal comunal en el Altiplano Boliviano", Herbario Nacional de Bolivia y Academia Nacional de Ciencias, Potosí, Bolivia.

**Unterladstaetter, K. 2005.** Cultivos para llanos húmedos de Bolivia. Ed. Landivar Santa Cruz, Bolivia. Pp 33.

**Vargas, I. Lawrence, A. Eid, M. 2000. Árboles y arbustos para sistemas agroforestales en los valles interandinos de Santa Cruz, Bolivia.** Guía de campo, Fundación Amigos de la Naturaleza, Departamento de Ciencias, Universidad de Reading, Centro de Investigación Agrícola Tropical, financiado por Darwin Iniciativa del Reino Unido. Editorial F.A.N., Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

**Villavicencio, R. 2001** Vegetación arbórea y arbustiva de Ayopaya. Cochabamba, Bolivia. 166 Pág.

**Villena, E. 2003.** Técnico en forestación y conservación del medio ambiente. Ed. Cultural S.A. Madrid, España. Tomo 1 pp 85 – 90.

**Weaver, P. L. 1993.** *Tectonagrandis* L. f. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, U. S. A. 540 p.

**Willan, R. L. 1991.** Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. DANIDA - FAO Montes 20/2. 502 p.

# 9. ANEXOS

## Anexo 1: Programa del SAS en Altura de la planta

The SAS System 18:11 Thursday, February 9, 1995 1

The GLM Procedure

Class Level Information

	Class	Levels	Values
Bloque	3	1 2 3	
Trat	3	a1 a2 a3	
Sustr	3	b1 b2 b3	

Number of observations 27

The SAS System 18:11 Thursday, February 9, 1995 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: VR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr> F
Model	10	117.0370370	11.7037037	27.48	<.0001
Error	16	6.8148148	0.4259259		
Corrected Total	26	123.8518519			

R-Square	CoeffVar	Root MSE	VR Mean
0.944976	6.478313	0.652630	10.07407

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr> F
Bloque	2	1.8518519	0.9259259	2.17	0.1462
Trat	2	1.8518519	0.9259259	2.17	0.1462
Sustr	2	112.9629630	56.4814815	132.61	<.0001
Trat*Sustr	4	0.3703704	0.0925926	0.22	0.9249

The SAS System 18:11 Thursday, February 9, 1995  
4

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Sustr
A	12.6667	9	b2
B	9.8889	9	b1
C	7.6667	9	b3

## Anexo 2: Programa del SAS en porcentaje de germinacion

The SAS System 11:35 Thursday, March 13, 2014 4

The ANOVA Procedure

Dependent Variable:

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	181.0370370	18.1037037	50.78	<.0001
Error	16	5.7037037	0.3564815		
Corrected Total	26	186.7407407			

R-Square	CoeffVar	Root MSE	ALTURA Mean
0.969457	7.039580	0.597061	8.481481

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	5.62962963	2.81481481	7.90	0.0041*
A	2	79.40740741	39.70370370	111.38	<.0001*
B	2	89.18518519	44.59259259	125.09	<.0001*
A*B	4	6.81481481	1.70370370	4.78	0.0099*

## Anexo 3: Programa del SAS en Diámetro del cuello de la planta

The SAS System 11:35 Thursday, March 13, 2014 6

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: ALTURA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	6.66666667	0.66666667	2.00	0.1044
Error	16	5.33333333	0.33333333		
Corrected Total	26	12.00000000			

R-Square	CoeffVar	Root MSE	ALTURA Mean
0.555556	28.86751	0.577350	2.000000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	0.66666667	0.33333333	1.00	0.3897NS
A	2	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000NS
B	2	6.00000000	3.00000000	9.00	0.0024*
A*B	4	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000NS

## Anexo 4: Programa del SAS en Longitud de la raíz

The SAS System 11:35 Thursday, March 13, 2014 8

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: ALTURA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	10	92.0000000	9.2000000	12.62	<.0001
Error	16	11.6666667	0.7291667		
Corrected Total	26	103.6666667			

R-Square	CoeffVar	Root MSE	ALTURA Mean
0.887460	5.778356	0.853913	14.77778

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2.66666667	1.33333333	1.83	0.1927
A	2	5.72222222	2.86111111	3.92	0.0411*
B	2	82.72222222	41.36111111	56.72	<.0001*
A*B	4	0.88888889	0.22222222	0.30	0.8705NS

## Anexo 5: Costos de producción

INSUMOS	Cantidad	Unidad	Costo unit.	Costo en \$us
CANTONERAS DE MADERA PARANTES	6	pzas	1	6
SEMILLA	2	kg	6	12
Sub Total				18
<b>Total coto del Germinadero</b>				<b>168</b>

### VIVERO

Actividad	Cantidad	Unidad	Costo unit.	Costo en \$us
nivelado de 400 m2	1	jornales	10	10
Traslado de arena y sustrato	4	jornales	10	40
Llenado de sustrato a las bolsas	2	jornales	10	20
Repique de plantines 4500	8	jornales	10	80
Riego	30	jornales	10	300
Deshierbes	8	jornales	10	80
Sub total	53	jornales	10	530

INSUMOS Y MATERIALES	Cantidad	Unidad	Costo unit.	Costo en \$us
Postes de 2,5 m. de largo y 4" de d.	16	pzas	2	32
Largueros de 4,5 m. de largo de 2*2"	12	pzas	2	24
clavos de 2,5"	1	kg	2	2
rollos de alambre de amarre	10	unid	1,6	16
Martillo	1	pzas	2	2
Alicate	1	pzas	2	2
Regaderas	2	pzas	5	10
bolsas de nylon negras 12 *17	4500	unid	0,009	40,5
Sub total				128,5
<b>Costo total del vivero</b>				826,5
			<b>COSTO TOTAL</b>	826,5

	100	%	
<b>IMPREVISTOS 10%</b>	10	%	
	x		82,65
	CT		909,15

<b>INGRESO BRUTO = RENDIMIENTO*PRECIO</b>			8,7
	RENDIMIENTO HA	TM / HA	8700
	PRECIO	0,22	1,54
<b>INGRESO BRUTO</b>	IB		1914
			13398

1004,85	7033,95
---------	---------

<b>INGRESO NETO=IB-COSTO DEL PRODUCTO</b>	COSTO TOTAL	909,15
	INGRESO B	1914
INGRESO NETO	IN	1004,85

<b>BENEFICIO COSTO=IN/CT</b>	IN	1004,85
	COSTO TOTAL	909,15
BENEFICIO COSTO	BC	1,1052632

MAYOR A 1 RENTABLE

1,1052632

MENOR A 1 NO RENTABLE

1,1052632

**Anexo 6. Fotografía del vivero y las bolsas de repique****Anexo 7. Fotografía realizando los tratamientos pre-germinativos****Anexo 8. Fotografía de sustratos y la respectiva mezcla**

**Anexo 9. Fotografía del crecimiento del pino radiata****Anexo 10. Fotografía de la medición del pino radiata****Anexo 11. Fotografía del pino radiata con sus tratamientos y embolsados**