

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST  
DE ASERRÍN DE PINO EN LA CALIDAD DE  
PLANTAS DE *Pinus patula* SCHIEDE ET  
CHAM. A RAÍZ DESNUDA**

Presentado por:

**Marilyn Mercedes Prieto Julca**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO FORESTAL

---

Lima - Perú  
2017

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **MARILYN MERCEDES PRIETO JULCA**, intitulado “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST DE ASERRÍN DE PINO EN LA CALIDAD DE PLANTAS DE *Pinus patula* SCHIEDE ET CHAM. A RAÍZ DESNUDA”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 17 de Febrero de 2017

.....  
Dr. Gilberto Domínguez Torrejón  
Presidente

.....  
Ing. Juan Carlos Ocaña Canales  
Miembro

.....  
Ing. Fernando Bulnes Soriano  
Miembro

.....  
Ing. Ignacio Lombardi Inacochea  
Asesor

.....  
Ing. Ulises Pajares Gallardo  
Coasesor

## *DEDICATORIA*

*A mis padres: Gerardo y Mercedes.*

*Gracias.*

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento A mis padres, abuelos y hermana por su apoyo y amor en todo momento, por creer en mí y motivarme a perseguir mis sueños.*

*A Cristian gallardo por su gran apoyo, motivación y amor.*

*A mis padrinos Irma Palomino, Juan Luis Arce, y Katy Ibáñez por sus consejos, ejemplo y apoyo incondicional.*

*A la Asociación Civil para el Desarrollo e Investigación Forestal, ADEFOR por el apoyo en la ejecución de esta investigación y sus miembros por acogerme como familia y ser referente en mi formación profesional.*

*A mi patrocinador y profesor de la Universidad Nacional Agraria La Molina Ing. Ignacio Lombardi Indacochea por sus consejos y gran apoyo. Gracias por su paciencia y dedicación incondicional.*

*A la profesora Rosa María Hermoza que me dio ánimos para seguir y me aconsejó.*

*A mis amigos Lourdes Falen, Stefani Bashi, Lourdes Durand, Evelyn Roque, Efraín Matos, Santiago Bermúdez, Rolando Montenegro y Giancarlo Orellana por su apoyo y amistad incondicional.*

*Y a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta investigación.*

## *RESUMEN*

El *Pinus patula* es una de las especies introducidas de mayor importancia en la forestación de la sierra peruana debido a que es usada por su rápido crecimiento, plasticidad y rusticidad (CONIF, 1995). La producción de plántulas por tal motivo es relevante, en el presente estudio se evaluó el efecto de diferentes dosis de compost de aserrín de pino en la calidad de plantas *Pinus patula* a raíz desnuda. Se utilizó un diseño experimental de “bloque completo randomizado” con 4 repeticiones (bloques) y cuatro tratamientos. Se evaluó el crecimiento inicial y supervivencia. Al año del repique de las plántulas se evaluaron parámetros morfológicos. La mayor supervivencia y crecimiento inicial lo presentó el T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado). Con respecto a los parámetros morfológicos el mayor valor en altura (20,16 cm), diámetro (5,05 mm), longitud de raíz (29,86 cm), volumen radicular (10,5), relación peso seco tallo/raíz y relación (2,95) y longitud tallo/raíz (0,67/1) se obtuvo también con el T4. Sin embargo, solo el T4 fue significativo en los parámetros longitud de raíz y volumen radicular, siendo los demás parámetros iguales entre sí.

Palabras claves: *Pinus*, plantón de vivero, crecimiento.

# ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Revisión de Literatura</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Características generales de la especie</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Propagación</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Producción de plantas</b> .....	<b>5</b>
3.1. Método de siembra.....	5
3.2. El almacigo.....	5
3.3. Repique .....	6
<b>4. Sustrato</b> .....	<b>7</b>
4.1. Compost.....	7
<b>5. Calidad de planta</b> .....	<b>8</b>
5.1. Parámetros morfológicos.....	9
<b>6. Otras experiencias del aserrín como sustrato</b> .....	<b>10</b>
<b>III. Materiales y Métodos</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Área de estudio</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Materiales y equipos</b> .....	<b>11</b>
2.1. Material Experimental .....	11
2.2. Herramientas y Materiales de Campo .....	11
2.3. Equipos.....	12
<b>3. Metodología</b> .....	<b>13</b>
3.1. Producción de plantas.....	13
3.2. Diseño experimental.....	17
3.3. Variables evaluadas.....	18
<b>4. Análisis estadístico</b> .....	<b>19</b>
<b>IV. Resultados y discusión</b> .....	<b>21</b>
<b>1. Parámetros morfológicos</b> .....	<b>21</b>
1.1. Altura.....	21
1.2. Diámetro.....	22
1.3. Longitud de raíz .....	23
1.4. Volumen radicular .....	24
1.5. Relación tallo/raíz en peso seco.....	26
1.6. Relación tallo/raíz en longitud .....	26
<b>2. Supervivencia</b> .....	<b>27</b>
<b>3. Crecimiento inicial</b> .....	<b>28</b>
<b>V. Conclusiones</b> .....	<b>31</b>
<b>VI. Recomendaciones</b> .....	<b>33</b>
<b>VII. Referencias bibliográficas</b> .....	<b>35</b>
<b>VIII. Anexos</b> .....	<b>39</b>

## *Índice de tablas*

	Página
Tabla 1: Tratamientos del diseño. ....	17
Tabla 2: Análisis de varianza para las variables evaluadas. ....	19
Tabla 3: Influencia de los tratamientos de diferentes dosis de compost de aserrín en el crecimiento de plantas de <i>Pinus patula</i> para las variables evaluadas.....	21
Tabla 4: Prueba de significación de Tukey al 5 por ciento de probabilidades para los promedios de longitud de raíz de los tratamientos en estudio. ....	23
Tabla 5: Prueba de significación de Tukey al 5 por ciento de probabilidades para los promedios del volumen radicular de los tratamientos en estudio. ....	25

## Índice de figuras

	Página
Figura 1: Almacigado.....	13
Figura 2: Incorporación del compost de aserrín de pino a la platabanda. ....	14
Figura 3: Extracción de plántulas de la almaciguera. ....	15
Figura 4: Repique de Plántulas. ....	16
Figura 5: Croquis de la distribución de los tratamientos en las platabandas. ....	18
Figura 6: Croquis de parcela para evaluación de parámetros morfológicos. ....	19
Figura 7: Altura promedio de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	22
Figura 8: Diámetro promedio de plantas de <i>Pinus patula</i> . ....	23
Figura 9: Longitud de raíz promedio de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	24
Figura 10: Volumen radicular promedio de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	25
Figura 11: Relación de peso seco promedio tallo/raíz de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	26
Figura 12: Relación de longitud promedio tallo/raíz de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	27
Figura 13: Porcentaje promedio de supervivencia de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	28
Figura 14: Crecimiento inicial promedio de plantas de <i>Pinus patula</i> .....	29



## *Índice de anexos*

	Página
Anexo 1 Área de estudio .....	39
Anexo 2 Variables evaluadas .....	40
Anexo 3 Análisis estadístico anva.....	45
Anexo 4 Análisis de suelo .....	46
Anexo 5 Análisis de sustrato .....	47
Anexo 6 Incrementos en altura por bloque .....	48
Anexo 7 Tratamientos .....	49
Anexo 8 Costos de producción de plántones a raíz desnuda (t1).....	50
Anexo 9 Costos de producción de plántones a raíz desnuda con compost (t4: 0,16 m <sup>3</sup> ) .....	51

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos ha ocasionado la disminución de la calidad de suelos y por tanto la fertilidad de los mismos. De tal manera que se necesitan encontrar otras alternativas o fuentes complementarias, ya que la cantidad y calidad de materia orgánica en los suelos está disminuyendo. El alto contenido de materias orgánicas y nutrientes de algunos residuos orgánicos, nos lleva a revalorarlos. El compost es una alternativa viable para la complementación de sustratos en la producción de plantas; tiene múltiples ventajas como el mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas, así como proveer nutrientes a las plantas por efecto de su mineralización. En la producción de plantas en viveros de Cajamarca se está utilizando el top-soil (suelo orgánico de Jalca), el cual posee un precio elevado, por tal motivo se deben buscar nuevas opciones de sustratos en la propagación.

El presente estudio se llevó a cabo en el vivero forestal de ADEFOR, que se encuentra ubicado en el caserío de Cochamarca, distrito de Pedro Gálvez, provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca, que tiene una capacidad de producción de 1 millón de plantas; la investigación tuvo como objetivo determinar la dosis más adecuada de compost de aserrín pino en la producción a raíz desnuda de *Pinus patula*, a fin de contribuir al mejoramiento de la calidad de planta en vivero para una mejor adaptación en terreno definitivo.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Según Wolmald (1975), la especie se clasifica en:

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Nombre científico: *Pinus patula* Schiede et Cham.

Nombres comunes: Pino, pino pátula, pátula, pino llorón (Colombia). En el área de su distribución natural se denomina: pino chino, pino llorón mexicano, pino colorado, pino pátula, ocote macho, pino xalocote (Ospina *et al.* 2011). En países de habla inglesa: patula pine, mexican weeping pine, spreading leaved pine (Wormald 1975).

Vidal (1962), indica que es oriundo de las regiones subtropicales de México, donde se encuentra creciendo en masas casi puras, entre 1800 y 2900 m.s.n.m. Se distribuye en los estados de Queretaro, Hidalgo, México, Puebla y Veracruz (Mirov 1967).

Según Perry, citado por Rebolledo (2011), esta especie se caracteriza por ser un árbol de 30 a 35 m de altura, y de 50 a 90 cm de diámetro normal. Su copa es abierta y redondeada, tronco recto y libre de ramas hasta una altura de 20 m, con una raíz profunda y poco extendida; de corteza escamosa y roja, sobre todo en la parte superior del tronco; ramas colocadas irregularmente; ramillas rojizas y escamosas, con ligero tinte blanquecino en sus partes más tiernas.

Martínez (1948) indica que las hojas están dispuestas en grupos de tres, a veces cuatro, rara vez cinco en algunos fascículos; miden alrededor de 20 cm, pero la cifra varía entre 15 y 30; son delgadas y colgantes o algo extendidas, se notan verticalmente caídas; su color es verde claro brillante; con bordes finamente aserrados y los dientecillos muy finos; los canales resiníferos son medios ocasionalmente con uno y dos internos y en número de 1 a 4, pero la

cifra predominantemente es de 3. Las vainas son persistentes, fuertes, algo cenicientas de 10 a 15 mm.

Wormald (1975) señala que los conos son de forma ovoide a cónico, duros, puntiagudos, asimétricos, curvados en el extremo, persistentes en el árbol de 4,0 a 12,0 cm de largo por 2,5 a 5,0 cm de diámetro, dispuestos en pedúnculos cortos hasta de 1,5 cm y frecuentemente agrupados de tres a siete; los conos son solitarios si se presentan en las ramas gruesas o sobre el tronco. Las escamas que recubren los frutos son redondeadas, con espinas deciduas, gruesas, de 2,0 cm de largo por 1,0 cm de ancho y se abren periódicamente.

Las semillas de forma triangular manchadas de gris o blanco, de 3 a 5 mm de longitud, el ala que las recubre tiene 1 cm de longitud, con líneas negras engrosadas al final (Vidal 1962; Wormald 1975).

CONIF (1998) precisa que el éxito de la introducción de *P. Patula* depende de la disponibilidad de agua, es decir, prospera en suelos profundos que se mantengan húmedos durante la época seca. Crece dentro de un rango altitudinal de 1600 a 3200 msnm. Ha llegado a ser muy conocido por su amplia capacidad de adaptación en numerosos países tropicales y subtropicales. Precipitaciones que van desde 1000 a 2000 mm/año.

La madera es blanda, con una densidad básica de 0,43 g/cm, recién cortada presenta olor agradable a resina, de color ligeramente amarillento, de durabilidad natural baja (Ospina *et al.* 2011).

## **2. PROPAGACIÓN**

El Pino patula se puede propagar de dos formas: por semillas (propagación sexual) y por propagación vegetativa (asexual).

CONIF (1995) indica que la pureza de la semilla alcanza el 90 por ciento (en cada kilo pueden hallarse entre 65 500 y 115 mil unidades viables) y el porcentaje de germinación esta entre 70 y 90 por ciento.

SIRE (2011) indica que no se requieren tratamientos pregerminativos ya que no presentan latencia, por ello para favorecer la velocidad de germinación se sugiere remojar las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 horas. La estratificación durante 2 semanas a temperaturas de 1 a 4°C, permite obtener una mayor uniformidad en la germinación.

El tiempo necesario para la germinación de las semillas es de 2 a 3 semanas, aunque puede variar en función de la temperatura, ausencia o presencia de heladas.

CONIF (1995) y SIRE (2011), señalan que la propagación vegetativa se da por injerto de yema terminal, por acodo, esquejes y estacas.

### **3. PRODUCCIÓN DE PLANTAS**

#### **3.1. MÉTODO DE SIEMBRA**

Según PRONAMACH (1998) las plantas se pueden producir a raíz desnuda o a raíz cubierta (envases). En el primer caso, la tecnología se basa en el uso de platabandas o bancales, donde se realizan los trasplantes o repiques, la siembra se efectúa directamente en el suelo previamente preparado y ahí se cultivan las plantas hasta su extracción. Las demás actividades principalmente el almacigado es el mismo que para las plantas a raíz cubierta. En el segundo caso, las plántulas se repican a macetas o recipientes dispuestos en las camas de repique, hasta que sean llevadas al lugar de plantación con el pan de tierra.

Las plantaciones realizadas con diversos objetivos en la sierra peruana, desde que se da un impulso a la forestación, a inicios de la década del 60, se han venido efectuando casi exclusivamente con plantas producidas en envases, siendo las bolsas de polietileno las más utilizadas. Sin embargo, Pajares (1988) indica que las especies del género *Pinus* poseen un sistema radicular pivotante y extenso que tiende al enrollamiento hacia el final de la producción; como bien es conocido esto resulta en una serie de problemas para el prendimiento y desarrollo en campo definitivo.

ADEFOR viene desarrollando esta técnica de producción a raíz desnuda desde el 1979 con mucho éxito.

#### **3.2. EL ALMACIGO**

Flores *et al.* (1994) define la almaciguera como un espacio destinado para la germinación de las semillas y el crecimiento inicial de las plántulas.

La semilla se distribuye uniformemente al voleo en toda la superficie. Se tapan con el sustrato de la almaciguera. El espesor de la capa es de hasta dos veces la dimensión de la semilla. A continuación, se presiona la superficie de la cama con un objeto plano y luego se riega ligeramente por aspersion fina, cuidando de no destapar las semillas. La densidad de plántulas

recomendada para la especie es de 2 000 a 3 000 plántulas por metro cuadrado. Los almacigos se proveen de una protección adecuada que permita la humedad y temperatura necesarias para la germinación (Pajares 1988).

Vásquez (2001) y Hartmann (1982) coinciden que las condiciones ambientales para que la germinación se presente son:

- Agua: Ninguna semilla puede germinar sino está en presencia de agua, las semillas por lo general tienen un contenido de agua relativamente bajo y los procesos fisiológicos para la germinación ocurren solo cuando la proporción de agua ha aumentado. La curva de absorción de agua tiene tres partes: una absorción inicial rápida, en la cual la mayor parte es de imbibición; un periodo lento y finalmente un segundo incremento al emerger la radícula y desarrollarse la planta, tomando el alimento que ha estado almacenando en la semilla.
- Aire: Las semillas de distintas especies tienen diversas exigencias de oxígeno de gran importancia para la germinación, ya que las semillas respiran rápidamente, y es necesario para llevar a cabo las reacciones químicas que transforman las reservas. Los fenómenos respiratorios se intensifican a medida que la plántula se desarrolla. La concentración de oxígeno en el suelo es afectada por la cantidad de agua presente (no germinan en suelos anegados o encharcados), lo mismo que cuando se siembran muy profundas.
- Temperatura: la temperatura tal vez es el factor ambiental individual que regula la germinación y el crecimiento subsecuente de las plantas. Las semillas difieren en cuanto a las exigencias de temperatura y depende de las especies y del medio ambiente.
- Luz: El efecto de luz en la germinación difiere en las distintas especies, algunas lo requieren otras no.

### **3.3. REPIQUE**

PRONAMACH (1998) describe al repique como una operación que consiste en trasladar las plántulas de las camas de almacigo a las platabandas de repique, donde iniciarán su desarrollo hasta su salida al campo definitivo. Se realiza de 35 a 45 días después de la germinación.

Pajares (1988) dice que el repique se debe realizar cuando se observa la presencia de raíces secundarias.

## **4. SUSTRATO**

Según Iglesias y Alarcón (1994) las principales funciones que tiene el sustrato para la planta son: el agua, esta debe ser retenida por el sustrato hasta el momento de ser usada por la plántula; el aire, la energía que la raíz requiere para realizar sus actividades fisiológicas es generada por respiración aeróbica, lo que requiere un constante abasto de oxígeno; la nutrición mineral, con la excepción del carbono, hidrogeno y oxígeno las plantas tienen que absorber otros trece nutrientes minerales esenciales del sustrato; y el soporte físico, la función final del sustrato es soportar a la planta en posición vertical, este soporte está en función de la densidad y rigidez del mismo.

Entre los sustratos más usados en Perú para producción de pino se encuentra la tierra agrícola, turba, el aserrín y la arena (Galloway *et al.* 1983). Otros lugares como Colombia se usa sustratos como el aserrín compostado con la carbonilla (Ospina *et al.* 2011); además en México se usa la corteza de pino con tierra negra, así como el aserrín compostado con tierra negra de monte (Secretaría del Desarrollo Agropecuario 2007).

### **4.1. COMPOST**

INIA (2008) define el compost como un abono orgánico, sólido, que se obtiene cuando los microorganismos degradan los residuos orgánicos vegetales o animales en condiciones aeróbicas anaeróbicas. Es un producto asimilable por las plantas.

Las ventajas del compost según FAO (2012) y Guerrero (1993) son las siguientes:

- Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de los agregados modificando el espacio poroso del suelo, lo cual favorece el movimiento del agua y del aire, así como también la penetración de las raíces
- Incrementa la capacidad de retención de agua por el suelo, entendida como el tiempo que el agua infiltrada en el suelo se mantiene en niveles útiles para el consumo de las plantas.
- Contribuye a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas.
- Permite racionalizar el uso de fertilizantes inorgánicos, ya sea como complemento o sustituyentes.
- Aporta organismos (bacterias) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en alimento para plantas.



- Controla la temperatura edáfica.
- Protección de los suelos contra la erosión.

## **5. CALIDAD DE PLANTA**

PNUMA (2002) indica que la selección de plantas en el vivero, tiene la finalidad, mejorar la calidad de las plantaciones, que conjuntamente con otros factores, contribuirá a formar plantaciones forestales homogéneas de alto rendimiento. Los parámetros a considerar pueden ser:

Cualitativos: vigor, consistencia, coloración de hojas, aspectos sanitarios, etc.

Cuantitativos: la altura del tallo, diámetro del cuello, longitud de la yema terminal, longitud de raíz, volumen radicular, materia seca, etc.

La calidad de la planta apta para campo definitivo, se determina a menudo, según sus aspectos morfológicos, basados en los parámetros cuantitativos y cualitativos. Considera también el aspecto fisiológico que juega un papel importante en el prendimiento del campo definitivo

Según PRONAMACH (1998) y Pajares (1988) especifican que las características de una buena planta a raíz desnuda de pino son:

Altura de planta: 0,15 m - 0,35 m.

Color de las hojas: verde oscuro sin clorosis ni manchas.

Tallo: tendencia al marrón, recto, cónico, no suculento.

Cantidad de hojas: abundantes y tupidas.

Cantidad de raíces: numerosas raicillas y pelos radiculares

Adherencia de sustratos: regular.

Micorrizas: abundantes y presentes.

Diámetro a la altura del cuello de la planta: 4 mm - 12 mm.

Relación altura de tallo del diámetro del cuello: 40 - 60.

Relación altura del tallo / raíz: 2 a 4.

Sanidad: sin heridas ni daños de insectos y hongos.

Época oportuna: disponible en época de plantaciones.

Calidad genética: buena procedencia de semillas.

## **5.1. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS**

Rodríguez (2008) indica que la altura es una variable fácil de medir, y se ha determinado que existe correlación entre la altura al momento de plantación y la supervivencia y crecimiento uno o más años de varias especies. Además, menciona que el diámetro, aunque es un poco más difícil de ser medido, en general se considera que es el mejor indicador de calidad de la planta que la altura; permite predecir la supervivencia de la planta en campo y definir la robustez del tallo, por lo que se asocia con el vigor y la supervivencia de la plantación (Muñoz *et al.* 2013).

Sáenz *et al.* (2010) menciona que entre más grande sea el sistema radical de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes.

Rodríguez (2008) indica que la biomasa ha sido relacionada con la supervivencia y crecimiento posterior de muchas especies, por diversos investigadores.

Rauno (2011) señala la relación tallo/raíz en peso seco proporciona principalmente en sitios muy áridos, un factor muy fiable de supervivencia al relacionar la biomasa del tallo como parte transpirante, con la biomasa de la raíz como parte absorbente. Según Thompson (1985) una buena relación debe fluctuar entre 1,5 y 2,5, pues el cociente de ésta relación no debe ser mayor a este último valor, en particular cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación. Además, Rodríguez (2008) considera que este valor cambia conforme la plántula crece en vivero y que puede ser influenciado por la tecnología de producción y por labores de cultivo como fertilización y la sombra, así como la procedencia, entre otros.

Prieto *et al.* (2003) nos dice que la relación altura del tallo y longitud de la raíz principal, predice el éxito de la plantación. Debe existir equilibrio y proporción entre la parte aérea y el sistema radical de la planta. La relación 1:1 favorece altas tasas de supervivencia en los sitios de plantación sin limitantes ambientales; en sitios con problemas de humedad se sugiere

utilizar brinzales con relaciones de 0,5:1 a 1:1; mientras que en sitios sin esta situación las relaciones pueden ser de 1,5:1 a 2,5:1.

## **6. OTRAS EXPERIENCIAS DEL ASERRÍN COMO SUSTRATO**

Sarmiento (2011) realizó ensayos con compost de aserrín de pino con otros componentes (urea, estiércol y lodos) y lo compararon con la corteza de pino compostada usándolo como sustrato en *Pinus caribaea*. En las pruebas de crecimiento los resultados de longitud del tallo con corteza fueron superiores a los demás tratamientos; sin embargo, las plántulas sembradas en aserrín con estiércol y aserrín a la intemperie presentaron diferencias significativas. Con respecto a la supervivencia de las plántulas de *Pino caribaea* no fue afectada por el uso de ninguno de los sustratos.

Castro *et al.* (2006) usaron diferentes concentraciones de compost de aserrín de estoraque y capirona como sustrato para plántulas de maíz. En el experimento se observó que los compost con mezcla de aserrín (al 10 y 20 por ciento) fueron los que obtuvieron los mejores resultados en las pruebas de crecimiento (diámetro del tallo, altura, producción de materia seca).

En unas pruebas realizadas por Mejía (2007) usando como sustrato aserrín crudo para la producción de *Pinus patula* en invernadero; concluyeron que todas las mezclas de sustrato que contenían aserrín produjeron plantas de mejor calidad. Además, otras experiencias similares en producción de *Cedrela odorata* (Sánchez *et al.* 2011) confirma lo anteriormente expuesto.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **1. ÁREA DE ESTUDIO**

La investigación se llevó a cabo en el vivero forestal de ADEFOR, que se encuentra ubicado en el caserío de Cochamarca, distrito de Pedro Gálvez, provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca. Se encuentra entre las coordenadas 7° 13' latitud Sur y 78° 13' longitud Oeste, a una altitud 2 828 msnm.

Las lluvias se distribuyen en su mayoría de diciembre a abril. El promedio anual es de 666,3 mm. Las temperaturas mínimas se registran de junio a setiembre. La máxima media anual es de 19,7 °C y la mínima media es de 7,7.

#### **2. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **2.1. MATERIAL EXPERIMENTAL**

Semillas de *Pinus patula* procedentes de un huerto clonal semillero de ADEFOR, que se ubicaba en el distrito de Tumbaden, provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca (entre las coordenadas 7° 2' 44'' latitud Sur y 78° 46' 21'' longitud Oeste).

Compost de aserrín de pino que se usó tenía un periodo de descomposición no menor de 1,5 años; al cual para compostarlo se le que se le agregó 1 kg de urea/m<sup>3</sup>, 3 kg de super fosfato triple/m<sup>3</sup> y 16 kg gallinaza/m<sup>3</sup>.

##### **2.2. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DE CAMPO**

- Libreta de campo
  
- Formato de evaluación
  
- Wincha de 50 m
  
- Lápiz
  
- Repicador

- Alambre de ½”
- Manguera de 1”
- Estacas
- Palas derechas
- Rastrillo
- Tijera de podar
- Papel Periódico
- Bolsas plásticas
- Fungicida
- Vernier
- Regla graduada
- Probeta

### **2.3. EQUIPOS**

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Balanza analítica

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. PRODUCCIÓN DE PLANTAS

##### 3.1.1. ALMACIGADO

Se utilizó un sistema de producción a raíz desnuda.

Se realizó la siembra al boleto ( $70 \text{ g/m}^2$ ) en camas almacigueras de 50 m de largo por 1,20 m de ancho con altura de 0,2 m. Se utilizaron semillas de *Pinus patula* del banco de semillas de ADEFOR. Semillas procedentes de un huerto clonal semillero.



**Figura 1:** Almacigado.

*FUENTE: Elaboración propia.*

##### 3.1.2. PREPARACIÓN DE LA PLATABANDA DE REPIQUE

Se demarcaron platabandas de 50 m por 1,2 m de ancho a un distanciamiento entre platabanda de 50 cm (camino), con una orientación Este-Oeste. En cada bloque o platabanda de repique se delimitó las áreas donde se iba a agregar el compost para cada tratamiento, según el croquis experimental; una vez delimitadas, se incorporó compost de aserrín de pino según las dosis por tratamiento, el cual fue mezclado con el sustrato de la platabanda (suelo areno franco).



**Figura 2: Incorporación del compost de aserrín de pino a la platabanda.**

*FUENTE: Elaboración propia*

El compost que se usó se obtuvo con material del aserradero de la misma institución el cual fue expuesto a un periodo de descomposición no menor de 1,5 años; al que se le agregó 1 kg de urea/m<sup>3</sup>, 3 kg de super fosfato triple/m<sup>3</sup> y 16 kg gallinaza/m<sup>3</sup>.

Finalmente se realizó la nivelación usando un rastrillo.

### **3.1.3. REPIQUE**

#### **a. Extracción de plántulas de la almaciguera**

Se realizó después de 40 días de la siembra, para lo cual se hizo un riego previo un día antes. Con una estaca se escavó el sustrato del almacigo hasta 20 cm de profundidad, es decir hasta la parte inferior de la raíz.

Se clasificaron aquellas las plántulas que tenían raíces secundarias, tallos rectos, sin enfermedades o con daño de insectos. Con la tijera de podar se cortó las raíces dejando una longitud de 7 cm.



Se extrajeron las plántulas en grupos de 50 unidades, las cuales se colocaron en un balde con agua, hasta completar grupos de 400 plantas.



**Figura 3: Extracción de plántulas de la almaciguera.**

*FUENTE: Elaboración propia.*

**b. Repique propiamente dicho**

Se regó la platabanda de repique un día antes, de tal manera que el sustrato quedó húmedo.

Se colocó un cordel bien tensado y extendido a un lado de la platabanda a 10 cm del borde. Con el cordel tensado en 2 estacas se colocó el marcador de hoyos, haciendo coincidir con el cordel la línea exterior o central de las estaquillas del marcador; se presionó para hacer las marcas en la platabanda.

En seguida se introdujo verticalmente en cada marca el repicador, a 10 cm de profundidad, haciendo un pequeño giro quedando listos los hoyos. Se colocó las plántulas en cada hoyo, luego se sujetaron en la parte central del hoyo, haciendo coincidir el cuello de la plántula con el nivel de la platabanda, se llenó el hoyo con el sustrato húmedo de repique y se presionó ligeramente con los dedos la tierra alrededor de la plántula.





**Figura 4: Repique de Plántulas.**

*FUENTE: Elaboración propia.*

Las plántulas fueron repicadas a un distanciamiento de 7 cm entre plantas y 20 cm entre líneas. Haciendo un total 84 plantas/m<sup>2</sup>, la cantidad de plantas fue de 336 por tratamiento con 4 repeticiones cada una. En los bloques se procedió a delimitar las parcelas experimentales de los 4 tratamientos; El área a delimitar fue de 1 m<sup>2</sup> como unidad de muestreo de acuerdo a experiencias anteriores en ADEFOR.

### **3.1.4. LABORES CULTURALES**

En las camas almacigueras se realizaron riegos según las condiciones de humedad, así como el control fitosanitario.

Después del trasplante, las labores fueron:

- Riegos: durante el primer y segundo mes se hicieron riegos semanales con manguera a la que se le adiciona una T de PVC con perforaciones; del tercer al octavo mes se realizaron riegos por inundación cada 15 días y a partir del noveno mes se efectúa cada 30 días.
- Desyerbos y escardas: se realizaron de forma manual, la frecuencia dependía del grado de infestación.
- Podas radiculares: se efectuaron con ayuda de 2 palas derechas, cuando las plántulas alcanzaron una altura de 10 cm. El corte de las raíces se efectuó introduciendo dos palas simultáneamente a ambos lados de las líneas con un ángulo de 50° a 60°, y cuando los filos de las palas hacían contacto el corte se había realizado. Se realizaron cada 60 días.

### 3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño de “bloque completo randomizado” con 4 repeticiones y cuatro tratamientos.

T1: Tratamiento testigo, suelo mineral areno franco sin materia orgánica.

T2: Tratamiento dos, materia orgánica con suelo areno franco, media carretilla por metro cuadrado.

T3: Tratamiento tres, materia orgánica con suelo areno franco, una carretilla por metro cuadrado.

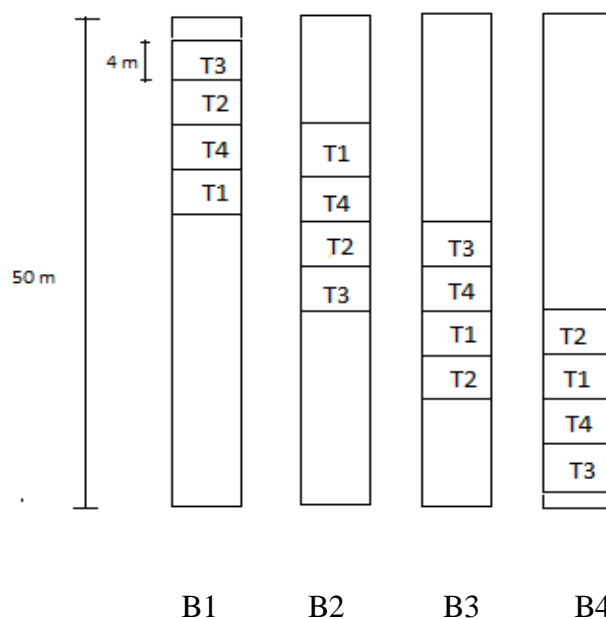
T4: Tratamiento cuatro, materia orgánica con suelo areno franco, dos carretillas por metro cuadrado.

**Tabla 1: Tratamientos del diseño.**

<b>Tratamientos</b>		<b>Proporciones</b>	<b>Materia orgánica agregada (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>		
T1	Testigo	0: 2:1	0
T2	Tratamiento dos	0.5:2:1	0,04
T3	Tratamiento tres	1:2:1	0,08
T4	Tratamiento cuatro	2:2:1	0,16

*Proporción 0: 2:1(materia orgánica + tierra agrícola + arena) era el material disponible en la platabanda (suelo areno franco).*

*FUENTE: Elaboración propia.*



**Figura 5: Croquis de la distribución de los tratamientos en las platabandas.**

*FUENTE: Elaboración propia.*

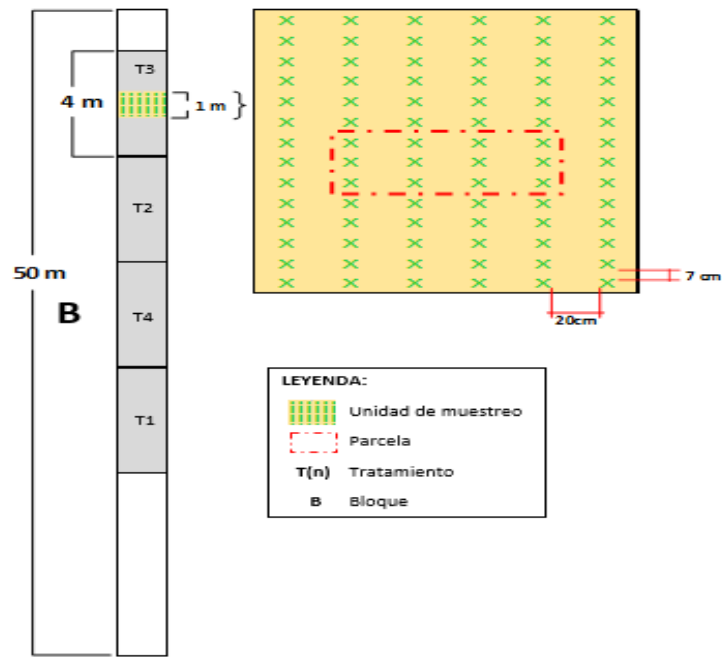
### 3.3. VARIABLES EVALUADAS

De los 4 m<sup>2</sup> que se instaló por tratamiento, se utilizó un 1 m<sup>2</sup> como unidad de muestreo de acuerdo a experiencias anteriores en ADEFOR. Se evaluaron variables de crecimiento en altura, así como supervivencia.

En la última evaluación se tomó 12 plantas de la parte central de la unidad de muestreo (Figura 6), en las que se realizaron las siguientes mediciones:

- Diámetro a la altura del cuello, en milímetros con un vernier.
- Longitud de la parte aérea y radical, con una regla graduada en centímetros.
- Volumen radicular se midió en una probeta graduada en mililitros. Se sumergió la raíz en un volumen conocido de agua, el volumen radicular es equivalente al del volumen de agua que desplaza.

Peso seco, se eliminó el sustrato adherido y se lavaron cuidadosamente. Las muestras se colocaron en bolsas de papel con sus respectivas identificaciones y se secaron en un secador solar. Una vez secas se pesaron por separado en una balanza analítica, con precisión en miligramos.



**Figura 6:** Croquis de parcela para evaluación de parámetros morfológicos.

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) para el diseño de bloques completos randomizados complementado con la prueba de tukey a aquellas variables que mostraron diferencias significativas.

**Tabla 2:** Análisis de varianza para las variables evaluadas.

F.V.	G.L.
<b>Bloques (Platabandas)</b>	(b-1)
<b>Tratamientos</b>	(t-1)
<b>Error</b>	(b-1)(t-1)
<b>Total</b>	tb-1

FUENTE: Elaboración propia.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. PARÁMETROS MORFOLÓGICOS

El análisis de varianza se encontró diferencias significativas para las variables de longitud de raíz y volumen radicular de las plantas de *Pinus patula*.

**Tabla 3: Influencia de los tratamientos de diferentes dosis de compost de aserrín en el crecimiento de plantas de *Pinus patula* para las variables evaluadas**

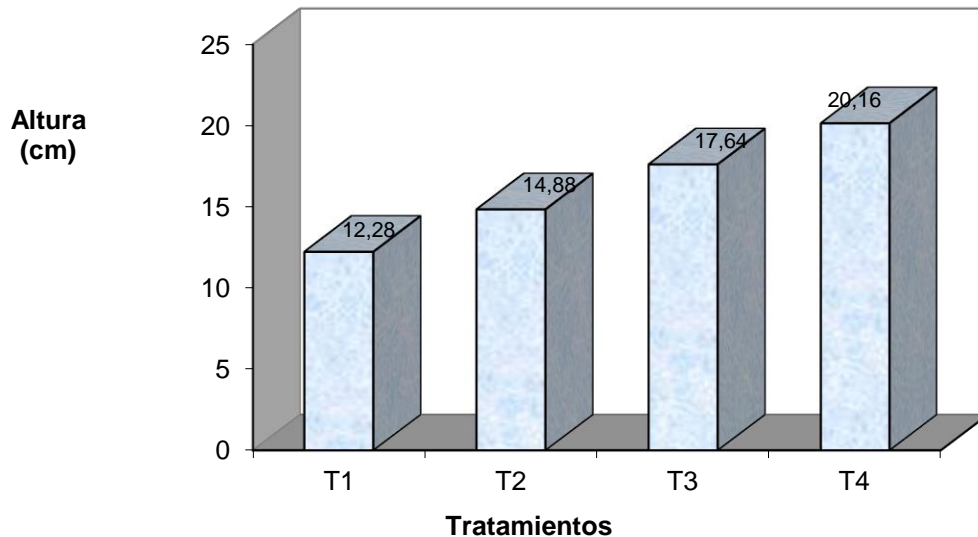
Tratamientos	Variables									
	ALT (cm)	DIAM (mm)	LR *		VR *		Pspa (g)	PSpr (g)	PSPA/PSpr	ALT/LR
			(cm)	P. Tuckey	(ml)	P. Tuckey				
T4	20,16	5,05	29,86	a	10,5	a	6,81	2,51	2,95	0,67
T3	17,64	4,01	26,67	b	6,9	ab	5,11	1,94	3,2	0,66
T2	14,88	4,06	25,23	b	5,46	ab	4,63	1,66	3,21	0,62
T1	12,28	3,19	22,37	c	3,41	b	3,17	0,99	3,42	0,56

\* Variables que se encontró diferencia significativa.

#### 1.1. ALTURA

Análisis de variancia (ANVA) nos muestra que no existe significación estadística para los tratamientos en estudio, puesto que la F calculada no supera a la F tabular al nivel 0,05 de probabilidad, lo cual nos indica que los promedios de los tratamientos no difieren uno del otro en la altura de la planta.

Si bien no existe diferencia significativa, numéricamente el mayor crecimiento en altura (20,16 cm) se presentó en las plantas con el T4: compost de aserrín de pino + suelo franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) ver Figura 7. Dicha longitud y la del T3 (1 carretilla de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) se encuentran dentro de los parámetros de altura de una buena planta a raíz desnuda de pino que va de 0,15 a 0,35 cm y además cumple con los otros parámetros (lignificación) especificados por PRONAMACH (1998) y Pajares (1988). Asegurando así la supervivencia y crecimiento de la planta en el campo definitivo según lo dicho por Rodríguez (2008).

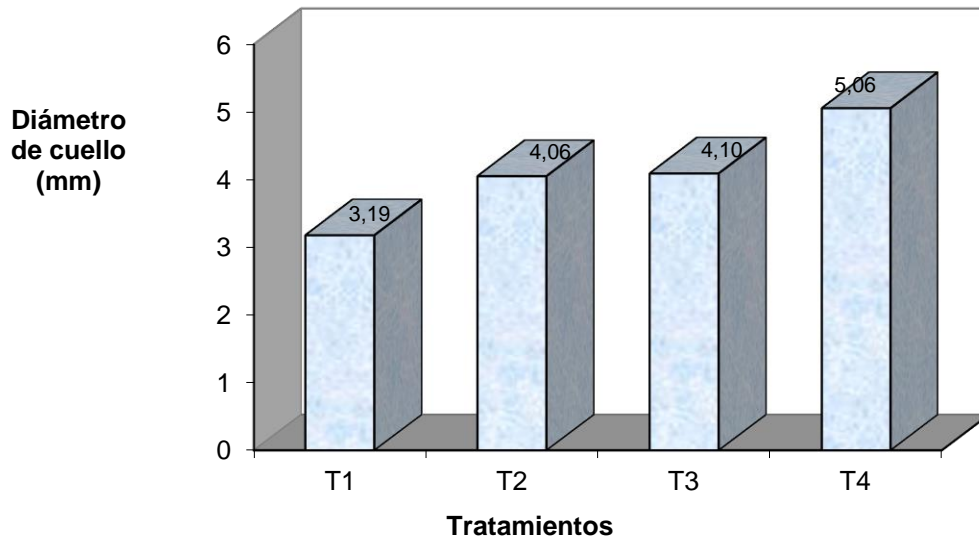


**Figura 7:** Altura promedio de plantas de *Pinus patula*

## 1.2. DIÁMETRO

Análisis de variancia (ANVA) nos muestra claramente que no existe significación estadística para los tratamientos y repeticiones en estudio, puesto que la F calculada no superan a las F tabular al nivel del 0,05 de probabilidad, lo cual nos indica que los promedios de los tratamientos no difieren uno del otro en cuanto al diámetro a la altura del cuello de la planta de pino.

La prueba estadística nos demuestra que no fue significativo las dosis de compost empleados en los 4 tratamientos; sin embargo, numéricamente el tratamiento T4: compost de aserrín de pino y suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) está ocupando el primer orden de mérito (ver Figura 8), incrementándose el diámetro de planta en 58,31 por ciento más con respecto al testigo (3,19 mm). Además, conjuntamente con los demás tratamientos con compost de aserrín de pino se encuentran dentro del intervalo de diámetro de una buena planta a raíz desnuda de pino que va de 4 a 12 mm especificados por PRONAMACH y Pajares (1998 y 1988). Un mayor diámetro está asociado con el vigor y supervivencia de la plantación según Muñoz *et al.* (2013).



**Figura 8:** Diámetro promedio de plantas de *Pinus patula*.

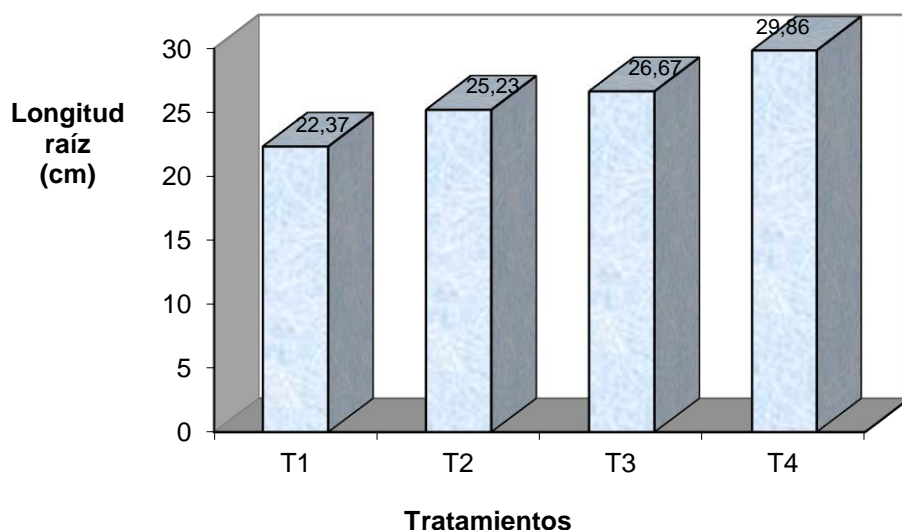
### 1.3. LONGITUD DE RAÍZ

El análisis de variancia (ANVA) nos muestra claramente que existe alta significación estadística para los tratamientos en estudio y para repeticiones, puesto que las F calculada superan a F tabular al 0,05 de probabilidad, lo cual nos indica que los promedios de los tratamientos son diferentes uno del otro en longitud de raíz.

**Tabla 4:** Prueba de significación de Tukey al 5 por ciento de probabilidades para los promedios de longitud de raíz de los tratamientos en estudio.

Orden de mérito	Tratamientos (clave)	Longitud promedio de raíz (cm)	Significación estadística
I	T4	29,86	A
II	T3	26,67	B
III	T2	25,23	B
IV	T1	22,37	C





**Figura 9: Longitud de raíz promedio de plantas de *Pinus patula***

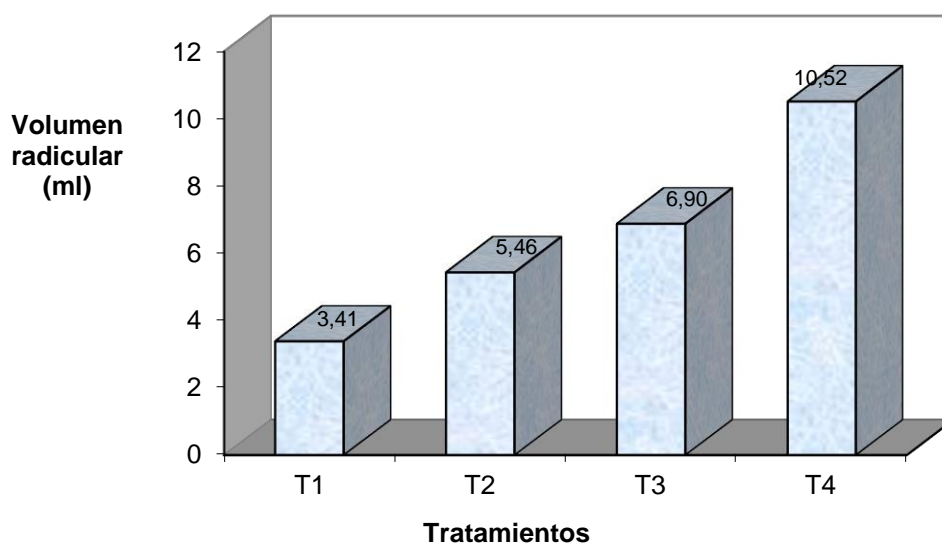
En prueba de tukey al 5 por ciento de probabilidades (Tabla 4), vemos que la mayor longitud de raíz de planta (29,86 cm) lo registra el tratamiento T4: compost de aserrín + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) que es superior estadísticamente a los demás tratamientos (T3, T2 y T1); con respecto al tratamiento T3 al comparar con los demás tratamientos es igual estadísticamente con el Tratamiento T2 en promedio de longitud de raíz por planta, pero superior estadísticamente al tratamiento T1 (testigo) quien ocupa el último lugar en orden de mérito y a la vez presenta la longitud de raíz más bajo con 22,37 cm (Figura 9). Se observa un incremento de 33,48 por ciento con respecto al testigo. Un sistema radical más grande tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de captación de nutrientes según lo afirma Sáenz *et al.* (2010).

#### **1.4. VOLUMEN RADICULAR**

El Análisis de variancia (ANVA) nos muestra que existe significación estadística para los tratamientos en estudio, puesto que la F calculada supera a la F tabular al nivel 0,05 de probabilidades, lo cual nos indica que los promedios de los tratamientos difieren uno del otro para el volumen radicular de pino.

**Tabla 5: Prueba de significación de Tukey al 5 por ciento de probabilidades para los promedios del volumen radicular de los tratamientos en estudio.**

<i>Orden de mérito</i>	<i>Tratamientos (clave)</i>	<i>Volumen radicular de planta (ml)</i>	<i>Significación Estadística</i>
I	T4	10,52	A
II	T3	6,90	A B
III	T2	5,46	A B
IV	T1	3,41	B



**Figura 10: Volumen radicular promedio de plantas de *Pinus patula***

En la prueba de Tukey al 5 por ciento de probabilidades (Tabla 5), ha clasificado en dos grupos las medias de los volúmenes radiculares, el grupo A contiene en primer orden de mérito también como en los casos anteriores al tratamiento T4: compost de aserrín + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado), con 10,52 ml que al compararlo con los demás tratamientos es igual estadísticamente a los tratamientos T3 y T2 ; el grupo B lo conforma el Tratamiento T3 con 6,90 ml que al compararlo con los demás tratamientos es igual estadísticamente a los tratamientos T2 y T1, apenas este último registra 3,41 ml (Figura 10). Se observa un incremento de 208,5 por ciento con respecto al testigo. Además, una buena planta a raíz desnuda de pino debe tener numerosas raicillas y pelos radiculares (PRONAMCH 1998) ya que ha sido relacionada con la supervivencia y crecimiento posterior de muchas especies según Rodríguez (2008).

### 1.5. RELACIÓN TALLO/RAÍZ EN PESO SECO

Análisis de variancia (ANVA) nos muestra que no existe significación estadística para los tratamientos en estudio, puesto que la F calculada no supera a la F tabular al nivel 0,05 de probabilidad, lo cual nos indica que los promedios de los tratamientos no difieren uno del otro en la relación de pesos secos.

En la Figura 11 se observa que a medida que se incrementa la dosis de compost de aserrín de pino la relación peso seco tallo/raíz disminuye. Siendo el T4: compost de aserrín + suelo arenoso franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) el tratamiento que más se aproxima a la relación deseada; según Thompson (1985) en especies de coníferas esta relación no debe sobrepasar el valor de 2,5 cuando la planta este destinada para sitios con problemas de disponibilidad de agua. Dado a que el *Pinus patula* se planta en lugares con humedad debido a sus requerimientos hídricos según bibliografía (CONIF 1998), las plantas obtenidas con el T4 se desarrollarían con normalidad.

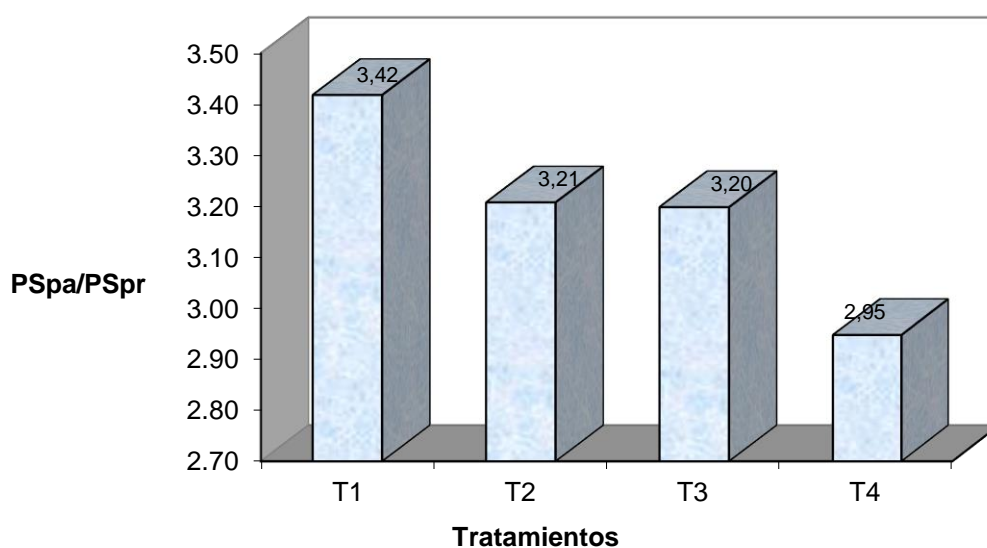


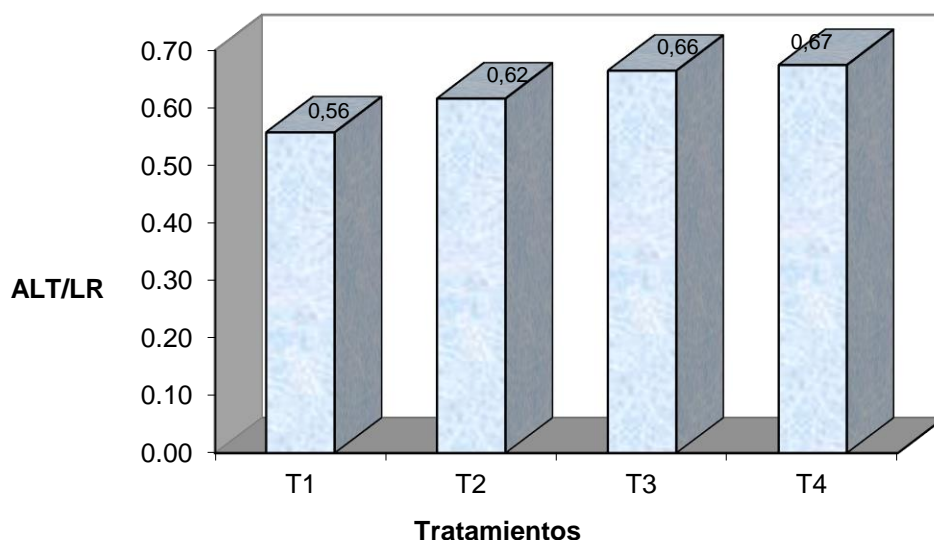
Figura 11: Relación de peso seco promedio tallo/raíz de plantas de *Pinus patula*

### 1.6. RELACIÓN TALLO/RAÍZ EN LONGITUD

Análisis de variancia (ANVA) nos muestra que no existe significación estadística para los tratamientos en estudio, puesto que la F calculada no supera a la F tabular al nivel 0,05 de probabilidad, lo cual nos indica que los promedios de los tratamientos no difieren uno del otro en la relación a las longitudes.

En la Figura 12 se observa que a medida que se incrementa la dosis de compost de aserrín de pino la relación longitud tallo/raíz se incrementa, siendo el T4: compost de aserrín + areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) el de mayor valor con una relación de 0,67:1. Además se ve que según la relación la longitud de la raíz es el doble que la altura.

Esta relación según Prieto *et al.* (2003) predice el éxito de las plantas en una plantación con relaciones de 0,5:1 que son ideales para sitios con problemas de humedad.



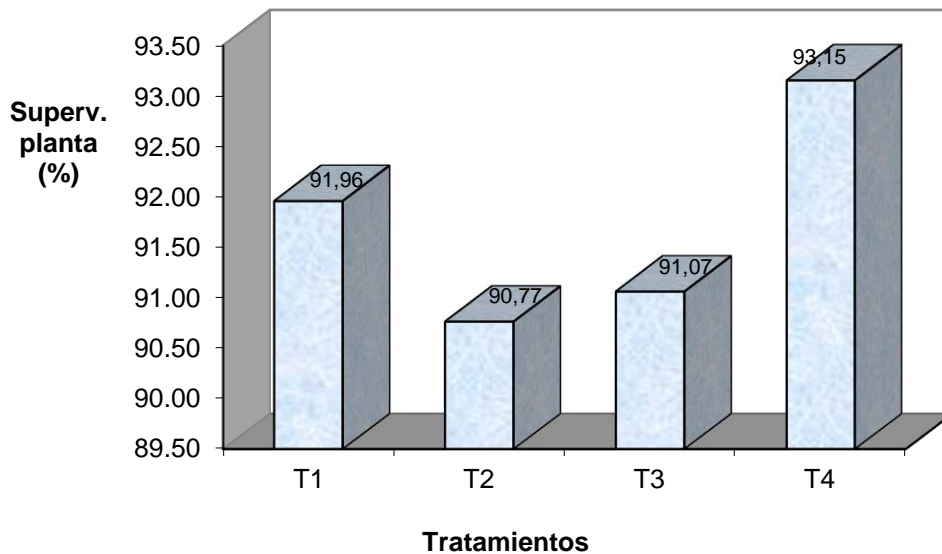
**Figura 12:** Relación de longitud promedio tallo/raíz de plantas de *Pinus patula*

## 2. SUPERVIVENCIA

El análisis de variancia (ANVA) nos muestra claramente que no existe significación estadística para los tratamientos y repeticiones en estudio, puesto que las F calculada no supera a F tabular al 0,05, lo cual nos indica que los promedios de los 4 tratamientos no son diferentes uno del otro en supervivencia por planta de pino.

Este resultado es similar al obtenido por Sarmiento (2011) en el que indica que supervivencia no fue afectada por las dosis de compost de aserrín.

Si bien no existe diferencia significativa numéricamente la mayor supervivencia (93,15 por ciento) se presentó en las plantas que tuvieron la dosis del compost de aserrín + areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) ver Figura 13.

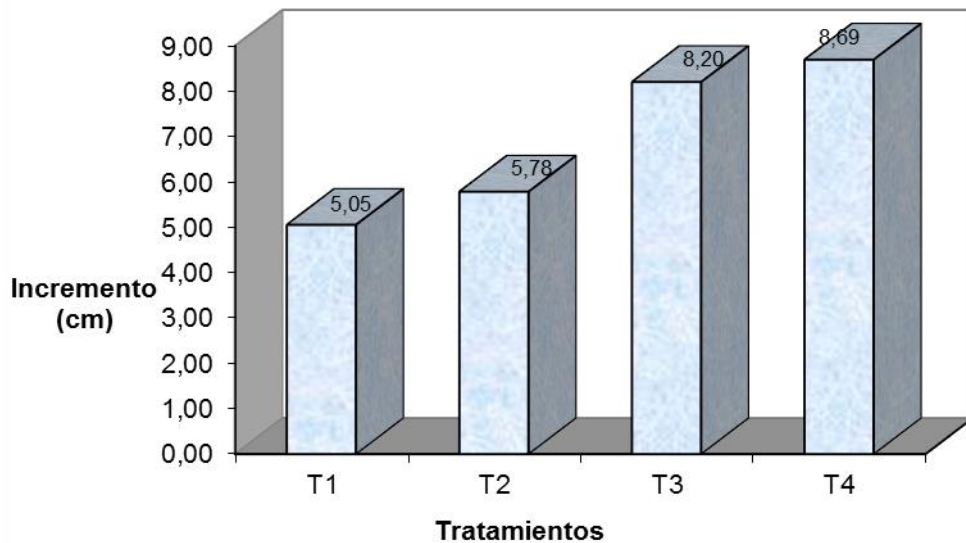


**Figura 13:** Porcentaje promedio de supervivencia de plantas de *Pinus patula*

### 3. CRECIMIENTO INICIAL

El análisis de variancia (ANVA) nos muestra claramente que no existe significación estadística para los tratamientos y repeticiones en estudio, puesto que las F calculada no supera a F tabular al 0,05, lo cual nos indica que los promedios de los 4 tratamientos no son diferentes uno del otro en crecimiento inicial por planta de pino.

Si bien no existe diferencia significativa numéricamente el mayor incremento promedio en altura (8,69 cm) se presentó en las plantas que tuvieron la dosis del T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado). Este incremento es de 72 por ciento más que con respecto al testigo (Figura 14).



**Figura 14: Crecimiento inicial promedio de plantas de *Pinus patula***

De manera general las variables descritas tuvieron un comportamiento similar al agregar más dosis de compost de aserrín, ya que siempre se presentaba un incremento, siendo superior numéricamente el T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado). Sin embargo, estadísticamente se encontró diferencias significativas en las variables en longitud de raíz y volumen radicular en la que el T4 fue superior estadísticamente a los demás tratamientos.

El tratamiento T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) presenta la mayor altura con 20,16 cm respecto al testigo (T1) con 12,28 cm, a medida que se incrementa la dosis de compost de aserrín también se incrementa la longitud de tallo de plantas, lo cual es favorable ya que las plantas permanecerán menor tiempo en el vivero, consecuentemente se empleará menor mano de obra en el manejo y por ende menor costo de producción, se reduce en 0,06 soles por plántula con respecto al testigo (ver Anexo 8 y 9).



## V. CONCLUSIONES

- 1) El T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) fue significativo en los parámetros longitud de raíz y volumen radicular, siendo los demás parámetros iguales entre sí.
- 2) El T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) generó un crecimiento en altura superior a los demás tratamientos en las plantas de *Pinus patula* a raíz desnuda (20,16 cm), a pesar de no tener una significancia estadística.
- 3) El T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) obtuvo un diámetro de planta superior (5,05 mm) a los demás tratamientos, a pesar de no tener una significancia estadística.
- 4) La variable longitud de raíz presentó diferencias significativas en los tratamientos, siendo superior estadísticamente a los demás el T4: compost de aserrín de pino+ suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) con 29,86 cm.
- 5) La variable volumen radicular presentó diferencias significativas en los tratamientos, siendo superior estadísticamente a los demás el T4: compost de aserrín + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) con 10,52 ml.
- 6) La relación peso seco tallo/raíz es influenciada por la dosis de compost disminuyendo a medida que la dosis aumenta, siendo el T4: compost de aserrín + areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) el que más se acerca a la relación deseada con 2,95 a pesar de no presentar significancia estadística.
- 7) La relación longitud tallo/raíz es influenciada por las dosis de compost siendo el T4: compost de aserrín + areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) el de mayor valor con una relación de 0,67:1.
- 8) No hubo diferencias estadísticas significancias con respecto al incremento en altura, pero el T4: compost de aserrín de pino + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) fue el mejor numéricamente con 8,69 cm.



- 9) Tenemos que el tratamiento T4: compost de aserrín + suelo areno franco (2 carretillas de compost de aserrín de pino por metro cuadrado) influencia en la supervivencia (93,13 por ciento) a pesar de no tener una significancia estadística.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar otras pruebas aplicando dosis superiores de aserrín, a fin de determinar la dosis más adecuada para producción de *Pinus patula* a raíz desnuda.
- Al realizar investigaciones similares se debe hacer un seguimiento del prendimiento y desarrollo de las plantas en campo definitivo.
- Se ha realizado un análisis preliminar de costos de producción en este trabajo, sin embargo, se debe realizar un análisis de costos a mayor detalle, a fin de determinar el tratamiento más económico para la producción masal del *Pinus patula* a raíz desnuda en vivero.
- Continuar investigando con otras especies de pinos como: *Pinus radiata*, *Pinus pseudostrabus*, ya que son las más solicitadas para instalar plantaciones.
- Desarrollar un estándar de compost con fines comerciales, que sirvan también para otras especies de pino.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, S; Hermosa, A; Silva, P. 2006. Utilización de los residuos de la industria forestal: aserrín, para la elaboración de compost. Trabajo de investigación no experimental (Ing.). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 75 p.
- CONIF (Corporación Nacional de investigación y Fomento Forestal, CO). 1995. Coníferas. Santa Fe de Bogotá, CO. 50 p.
- \_\_\_\_\_.1998. Guía de plantaciones forestales comerciales cálidas. Santa Fe de Bogotá, CO. 42 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2012. Taller-Técnicas de compostaje (en línea). PY. 42 p. Consultado 15 ene. 2014. Disponible en: [http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller\\_tcp-par-3303/compost.pdf](http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller_tcp-par-3303/compost.pdf)
- Flores, G; Padilla, S; Stegeman, G; Arias, E y Peltonen, J. 1994. Manual de extensionista forestal andino. Quito, EC, s.e. 27 p.
- Galloway, G; Borgo, G.1983. Manual de Viveros Forestales En la Sierra Peruana. Lima, PE, FAO. 65 p.
- Guerrero B., J. 1993. Manual de abonos orgánicos. Tecnologías para el manejo ecológico del suelo. Lima, PE, s.e. 90 p.
- Hartmann, H; Kester, D. 1982. Propagación de plantas: principios y prácticas. México D.F., MX, Editorial continental. 760 p.
- Iglesias, L; Alarcón, M. 1994. Preparación de sustratos artificiales para producción de plántula en vivero. México D. F., MX, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 31p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). 2008. Preparación y utilización de compost. Lima, PE. (3): 1-6.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Segunda edición. México D.F., MX, Ediciones Botas. 361 p.

- Mejía, J. 2011. Producción de *Pinus patula* shl et cham. en sustratos a base de aserrín crudo y dosis de fertilización. Tesis (Ing. For). Hidalgo, MX, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 110 p.
- Mirov, N. 1967. The Genus Pinus. New York, US, The Ronald Press Company. 602 p.
- Muñoz F, H; Sáenz, J; Coria, V; García, J; Hernández, J; Manzanilla, G. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuro, Michoacán. (en línea). 2015. Revista mexicana de ciencias forestales 6 (27): 72-89. Consultado 22 dic. 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322015000100007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000100007&lng=es&nrm=iso).
- Ospina, C; Hernánde, R; Rincón, E; Sánchez, F; Urrego, J; Rodas, C; Ramírez, C; Riaño, N. 2011. Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El pino pátula, *Pinus patula* Schiede and Deppe in Schlecht. & Cham (en línea). CO, Editorial Blanecolor S.A.S. Consultado 20 ene. 2014. Disponible en: <http://www.senicafe.org/es/publications/pinus.pdf>
- Pajares, U. 1988. Producción de plantas a raíz desnuda de *Pinus* sp. en la sierra andina de Cajamarca. PE, CICAFOR. 76 p.
- Prieto, J; Vera, C; Merlín, E. 2003. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Durango, MX, Instituto Nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. 20 p.
- PRONAMACH (Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, PE). 1998. Manual de producción de plantas forestales a raíz desnuda en la Sierra Peruana. Cajamarca, PE. 137 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, KE). 2002. Manual técnico de plantaciones forestales. Lima, PE. 117 p.
- Rauno M, J. 2011. Viveros forestales: manual de cultivo y proyectos. Segunda Edición. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 285 p.

- Rebolledo, JR.; Mendoza, C. 2011. Variación altitudinal y zonificación para el movimiento de semillas de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. var. *Patula* (en línea). Tesis (Ing. Agr.). Veracruz, MX, Universidad Veracruzana. 52 p. In Perry, A. The pines of Mexico and Central America. Oregón, US. 231p. Consultado 03 ago. 2014. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31419/1/juanraulrebolledosanchez.pdf>
- Rodríguez, D. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. MX, s.e. 232 p.
- Sáenz, R; Villaseñor, F; Muñoz, H; Rueda, A; Prieto, J. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Michoacán, MX, Instituto Nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. 48 p.
- Sánchez, J; Bonifacio, R; Pérez, S; Mohedano, L; Capulín, J. 2011. Producción de (*Cedrela odorata l.*), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de galeana, Guerrero. Revista Ra Ximhai 7 (1): 123-132.
- Sarmiento, M. 2011. Alternativas de compostaje de aserrín de pino caribe (*Pinus caribaea*) en la industria maderera Refocosta S.A. de Villanueva. 2011. Revista de investigación agraria y ambiental 2(2): 21-32.
- Secretaria del desarrollo agropecuario. 2007. Manual de producción de planta forestal, clima templado (en línea). MX. 108 p. Consultado 27 oct. 2014. Disponible en: <http://www.edomex.gob.mx/pbq/docs/pdf/manualpp.pdf>
- SIRE (Sistema de Información para la Reforestación, MX). 2001. *Pinus patula* Schl. et Cham. paquetes tecnológicos. (en línea). MX, CONABIO-CONAFOR. 8 p. Consultado 13 feb. 2013. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/975Pinus%20patula.pdf>
- Thompson, B. 1985. Seeling morphological evaluation. In Evaluating seeling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. Corvallis, US, Oregon State University. 59-71 p.
- Vásquez, A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia (en línea). Tolima, CO, s.e. 297 p. Consultado 05 ago. 2014. Disponible en: [http://www.ut.edu.co/fif/0941/libros/LIBRO\\_ARMANDO\\_VASQUEZ/CAP3.DOC](http://www.ut.edu.co/fif/0941/libros/LIBRO_ARMANDO_VASQUEZ/CAP3.DOC)
- Vidal, J. 1962. El pino y algunas especies de interés económica. Primera edición en español. México D.F., MX, Editorial Hispano Americana. 233 p.

Wormald, T. 1975. T.J. *Pinus patula*: Tropical Forestry Papers No. 7. England, UK, University of Oxford. 234 p.

# VIII. ANEXOS

## ANEXO 1

### ÁREA DE ESTUDIO



FUENTE: Elaboración propia.



## ANEXO 2

### VARIABLES EVALUADAS

BLOQUE	T	N° de Planta	Longitud (cm)		Diámetro (mm)	Peso seco (g)		Volumen Radicular (ml)
			Tallo	Raíz		Tallo	Raíz	
I	1	1	15	21	4,0	2,35	0,54	2
		2	13,5	18	5,0	2,90	1,00	4
		3	10,5	24	4,0	6,70	0,65	2
		4	11	18,5	3,0	4,86	1,53	3
		5	14,5	23	4,0	2,20	0,49	1,5
		6	11	24	4,0	1,96	0,60	5
		7	10,5	20	3,0	1,08	0,32	2
		8	15	24	5,0	5,06	2,19	10
		9	13,5	19	3,0	2,30	0,93	6
		10	11	25	3,0	1,96	0,49	2
		11	14,5	28,5	6,0	1,86	0,76	8
		12	19	24	7,0	6,69	2,92	10
	2	1	10	23	2,0	0,92	0,25	1,5
		2	9,5	18,5	3,0	1,27	0,43	4
		3	12,5	29	3,0	1,77	0,90	5
		4	9	22,5	3,0	1,88	0,72	5
		5	11,5	25,5	3,0	4,65	2,19	7
		6	12,5	24	4,0	2,27	0,86	5
		7	10	20	3,0	1,57	0,69	2
		8	10,5	22	3,0	2,04	1,25	3
		9	12	28	4,0	3,12	1,78	9
		10	16	23,5	7,0	6,95	8,26	3
		11	12	28	4,0	1,71	0,82	13
		12	14,5	29	5,0	3,80	1,98	12
	3	1	10	18,5	2,0	1,47	1,15	4
		2	11	24,5	4,0	3,04	0,94	3
		3	9	25	3,0	2,99	1,42	2
		4	14	23	3,0	2,00	0,51	2
		5	11	24	3,0	2,11	0,94	4
		6	11,5	21	3,0	2,24	1,17	6
		7	8	23,5	3,0	2,20	1,10	8
		8	11	18	4,0	1,19	0,49	3
		9	11,5	27,5	5,0	3,85	2,27	20
		10	10,5	22,5	4,0	3,26	0,83	7
		11	13	28,5	3,0	2,56	0,62	2
		12	15	28	5,0	4,95	2,22	11

BLOQUE	T	N° de Planta	Longitud (cm)		Diámetro (mm)	Peso seco (g)		Volumen Radicular (ml)
			Tallo	Raíz		Tallo	Raíz	
I	4	1	12,5	25,5	3,0	1,77	0,62	4
		2	13	26	4,0	3,83	1,40	7
		3	15	25,5	4,0	2,65	1,13	6
		4	12,5	26	4,0	2,62	0,93	3
		5	14,5	30	3,0	2,38	0,86	4
		6	15,5	27	5,0	4,77	2,07	10
		7	17	30,5	6,0	5,42	1,91	9
		8	17	33	5,0	4,33	2,12	12
		9	15,5	27	5,0	3,42	1,36	8
		10	17	24,5	6,0	5,41	2,50	13
		11	16,5	26	5,0	4,97	1,39	8
		12	17,5	33	5,0	3,46	1,74	9
II	1	1	10	19,5	3,0	2,06	0,57	3
		2	9	14	3,0	2,21	0,76	4
		3	7,5	21,5	3,0	1,54	0,61	3
		4	13,5	23	4,0	2,75	0,70	5
		5	10	21	3,0	2,39	0,75	3
		6	12	24	4,0	2,86	1,15	6
		7	13,5	22,5	6,0	5,62	1,46	9
		8	15	20	5,0	6,11	2,57	9
		9	13,5	20	4,0	3,00	0,59	1
		10	15	24	4,0	2,34	0,90	2
		11	12	24	4,0	2,63	0,98	2
		12	13	26	5,0	3,26	1,83	4
	2	1	12	21	4,0	2,91	1,32	2
		2	12	19	3,0	2,25	0,96	1,5
		3	13,5	28	5,0	4,29	1,99	7
		4	12,5	23	5,0	4,66	0,77	2
		5	16,5	24	6,0	4,78	1,50	6
		6	15,5	24	6,0	4,46	2,53	10
		7	11	27	4,0	3,26	1,41	6
		8	16	22,5	5,0	4,84	1,41	5
		9	15	26	5,0	4,01	2,12	9
		10	15	24	4,0	3,51	1,59	7
		11	12,5	27	5,0	4,20	3,92	15
		12	16	26	6,0	6,82	1,75	3
3	1	14	27	3,0	5,50	1,19	3	
	2	16	33	4,0	4,92	2,25	9	
	3	14,5	18	4,0	5,26	1,24	9	
	4	12,5	24	6,0	5,24	1,69	9	

BLOQUE	T	N° de Planta	Longitud (cm)		Diámetro (mm)	Peso seco (g)		Volumen Radicular (ml)	
			Tallo	Raíz		Tallo	Raíz		
				5	15,5	23	5,0	6,03	2,27
		6	20	21	4,0	5,39	1,41	9	
		7	13	26	2,0	0,96	3,61	1	
		8	13	39	3,3	2,96	0,77	5	
		9	15,7	28	4,0	5,11	1,77	4	
		10	12	24	2,5	6,17	0,78	5	
		11	15	24	3,5	4,79	1,61	8	
		12	12	25	3,3	5,22	1,12	9	
	4	1	17	31	4,5	7,58	1,65	8	
		2	17	30	5,0	5,01	2,85	11	
		3	18	19	4,0	2,39	0,59	2	
		4	10,5	27	2,0	3,89	0,80	1	
		5	17	29	3,6	5,64	4,18	2	
		6	18,5	26	3,5	4,80	1,46	5	
		7	17,7	35	4,0	6,83	2,43	10	
		8	9,5	26	1,7	0,79	2,77	2	
		9	16	29	3,5	4,68	1,12	5	
		10	14	27	4,5	7,43	2,24	11	
		11	17,5	38	4,7	11,15	3,35	19	
		12	15	24	4,5	8,26	1,98	9	
III	1	1	12	22	1,7	1,97	0,57	1	
		2	12	22	3,0	6,32	1,26	6	
		3	8	27	1,7	3,32	0,72	2	
		4	15,5	25	2,5	3,44	1,07	5	
		5	12,5	16	1,5	2,22	0,55	1	
		6	12	24	3,0	4,83	1,13	2	
		7	6	13	1,0	1,07	0,31	1	
		8	12	27	1,5	2,71	0,71	1	
		9	8	27	1,0	1,87	0,84	1	
		10	12	23	2,0	3,91	0,91	2	
		11	13,5	27	1,5	1,79	0,87	1	
		12	11	21	2,0	1,69	0,48	1	
		2	1	13	33	3,0	5,15	1,32	4
			2	24	30	4,3	2,12	2,06	9
			3	16	36	3,0	4,55	1,15	1
			4	8,5	23	1,5	1,87	0,61	1
			5	16	25	3,0	4,19	0,81	1
			6	13	18	3,0	3,09	0,59	1
			7	11	21	2,0	3,22	0,82	2
			8	13	25	4,0	5,15	1,34	5

BLOQUE	T	N° de Planta	Longitud (cm)		Diámetro (mm)	Peso seco (g)		Volumen Radicular (ml)
			Tallo	Raíz		Tallo	Raíz	
		9	16	26	6,0	8,44	2,18	10
10	13	19	3,5	4,41	0,96	4		
11	28	10,5	4,0	6,66	1,81	2		
12	29	27	4,0	9,82	1,08	1		
3	1	21	24	5,0	6,76	1,51	1	
	2	13,5	22	3,0	4,27	1,12	5	
	3	20	25	3,0	6,16	1,12	2	
	4	18	18	3,0	2,68	0,78	1	
	5	20	33	4,0	7,30	2,34	10	
	6	17	35	4,0	5,84	3,17	11	
	7	18	26	4,0	7,11	1,82	5	
	8	27	27	3,0	5,28	1,96	2	
	9	13	27	3,0	3,91	1,32	3	
	10	10	19	1,0	1,84	0,46	1	
	11	11	35	3,5	4,45	1,51	2	
	12	18	29	4,7	7,09	7,25	5	
4	1	18	28	5,0	6,82	1,93	8	
	2	18	27	3,0	5,66	1,32	5	
	3	14	23	4,0	3,65	0,65	1	
	4	24	32	8,0	10,80	2,90	20	
	5	15	34	4,0	4,84	2,26	8	
	6	21	30	5,0	10,19	5,64	20	
	7	16	31	6,0	8,18	2,08	10	
	8	24	36	8,0	9,05	3,70	25	
	9	15	23	5,0	6,37	3,42	20	
	10	22,5	39	7,0	10,81	5,33	25	
	11	10	24	2,0	2,73	1,06	1	
	12	21	26	5,0	7,02	2,11	8	
IV	1	1	9	26	2,0	2,93	1,02	5
		2	8	12	1,0	0,27	0,12	1
		3	9	22	2,0	2,95	1,01	2
		4	7	21,5	1,0	1,55	0,50	1
		5	11	22	2,0	2,22	0,84	2
		6	13	23	2,9	3,66	1,23	4
		7	15	28,5	3,0	5,12	1,47	5
		8	15	21	3,0	3,88	0,95	2
		9	20	21	3,0	4,62	1,08	2
		10	12	23	2,5	2,39	0,74	1
		11	18	30	4,0	4,29	1,41	3
		12	15	21	5,0	6,61	2,26	5

BLOQUE	T	N° de Planta	Longitud (cm)		Diámetro (mm)	Peso seco (g)		Volumen Radicular (ml)
			Tallo	Raíz		Tallo	Raíz	
2		1	17	24	5,0	8,39	2,28	8
		2	19	31	5,5	7,62	2,72	10
		3	13	31	3,0	5,77	1,65	8
		4	16	26	3,5	8,81	1,93	8
		5	16	25	4,0	6,07	1,17	2
		6	16	27	2,0	4,41	1,23	3
		7	17	28	6,0	8,53	2,73	12
		8	25	32	5,0	7,52	2,10	5
		9	15	27	4,0	6,82	1,64	2
		10	13	24	2,0	1,81	0,50	1
		11	16	28	5,0	5,76	2,31	8
		12	23	30	6,7	10,29	3,09	11
3		1	34	33	9,0	14,12	7,69	22
		2	24	25	3,4	4,32	2,11	5
		3	25	25	5,0	4,87	2,31	6
		4	21	34	3,5	5,47	1,84	15
		5	24	25	6,0	8,45	3,02	10
		6	27	32	4,5	4,33	1,98	8
		7	33	37	4,5	6,21	2,31	8
		8	32,5	30	5,0	6,95	2,19	8
		9	29	36	5,0	4,67	1,55	3
		10	40	26	7,0	14,27	4,23	18
		11	26	28	7,0	16,88	5,43	20
		12	16	33	9,0	2,80	0,82	7
4		1	27	39	5,0	6,63	2,09	8
		2	49	35	8,0	19,07	4,18	18
		3	34	27	8,0	17,43	2,84	10
		4	35,5	37	8,0	16,27	5,80	18
		5	36	54	8,0	13,98	5,86	20
		6	29,5	41	6,5	10,38	3,61	18
		7	28	34	9,0	7,74	5,64	28
		8	25	26	4,7	4,51	2,08	10
		9	24	27	5,0	7,90	3,29	10
		10	25	27	5,0	3,69	2,71	10
		11	34	29	5,0	9,75	2,99	8
		12	31	29	8,0	10,15	3,65	18

FUENTE: Elaboración propia.

### ANEXO 3

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO ANVA

ANVA	GL			Coeficiente de variabilidad	Suma de cuadrados			Cuadrados medios			F cal		F tab	
	Variables	T	Bloque		Error	T	Bloque	Error	T	Bloque	Error	T	Bloque	T
Altura	3	3	9	24,22	139,38	210	139,21	46,46	70	15,47	3	4,52	3,86	3,86
Diámetro	3	3	9	24,92	7	3,77	9,39	2,33	1,26	2,04	2,24	1,26	3,86	3,86
Longitud de raíz	3	3	9	4,98	116,44	38,53	15,12	38,81	12,84	1,68	23,1	7,64	3,86	3,86
Volumen radicular	3	3	9	36,36	107,77	24,7	51,38	35,92	8,23	5,71	6,29	1,44	3,86	3,86
Relación tallo/raíz en peso seco	3	3	9	16,2	0,45	1,3	2,4	0,15	0,43	0,27	0,56	1,52	3,86	3,86
Relación tallo/raíz en longitud	3	3	9	20,03	0,03	0,13	0,14	0,01	0,04	0,02	0,72	2,81	3,86	3,86
supervivencia	3	3	9	2,4	0,035	0,099	0,476	0,012	0,033	0,053	0,22	0,63	3,86	3,86
Crecimiento inicial	3	3	9	38,05	38,26	91,12	62,62	12,75	30,37	6,96	1,83	4,37	3,86	3,86

*T: Tratamiento*

*FUENTE: Elaboración propia*

## ANEXO 4

### ANÁLISIS DE SUELO

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
								%	%	%										
18402	T1	5,70	0,25	0,00	1,32	44,9	58	82	7	11	A.Fr.	6,40	4,44	0,53	0,19	0,17	0,10	5,44	5,34	83
18403	T2	5,72	0,29	0,00	1,57	48,3	76	82	9	9	A.Fr.	8,80	6,08	0,67	0,23	0,17	0,10	7,25	7,15	81
18404	T3	5,24	0,63	0,00	2,46	38,2	90	78	11	11	Fr.A.	9,60	6,45	0,72	0,29	0,18	0,10	7,74	7,64	80
18405	T4	5,41	0,54	0,00	4,83	39,5	103	80	11	9	A.Fr.	9,28	5,97	0,65	0,29	0,18	0,10	7,19	7,09	76

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab	Claves	
18402	T1	0,04
18403	T2	0,07
18404	T3	0,08
18405	T4	0,09

*FUENTE: Laboratorio de suelos Universidad Agraria La Molina.*


## ANEXO 5

### ANÁLISIS DE SUSTRATO

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
339		4.06	1.03	41.3	1.04	0.16	0.12

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
339		1.38	0.16	37.28	0.02

  
L. S. García Bendezu  
Jefe de Laboratorio

FUENTE: Laboratorio de suelos Universidad Agraria La Molina.



## ANEXO 6

### INCREMENTOS EN ALTURA POR BLOQUE

Incrementos (cm)

<b>Tratamiento</b>	<b>Bloques</b>				<b>Promedio</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	
1	5,08	4,76	4,81	5,54	5,05
2	4,58	5,31	6,19	7,03	5,78
3	4,79	6,22	5,39	16,38	8,20
4	7,07	5,17	7,30	15,21	8,69
Total	21,54	21,47	23,72	44,19	

*FUENTE: Elaboración propia.*

**ANEXO 7**  
**TRATAMIENTOS**



*FUENTE: Elaboración propia.*

## ANEXO 8

### COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES A RAÍZ DESNUDA (T1)

COSTOS DE PRODUCCIÓN		250000 Plántulas <i>Pinus patula</i>		
<b>1</b>	<b>MANO DE OBRA</b>			<b>103.258,00</b>
	Nº	Descripción		
	5	Obreros		84.558,00
	1	Guardián		18.700,00
<b>2</b>	<b>INSUMOS</b>			<b>15.752,90</b>
<b>2,1</b>	<i>Almacigos</i>			<i>1.871,90</i>
	Nº	Unidad	Descripción	Costo unitario (S./)
Semillas	5	kg	<i>Pinus patula</i>	350,00
Pesticida	1,5	gl	Formol 40%	29,60
Fungisida	0,5	kg	Ridomil	155,00
<b>2,2</b>	<i>Platabandas repicadas</i>			<i>264,00</i>
Herbicida	8	L	Destructor	24,00
Insecticida	2	L	Ciclón	36,00
<b>2,3</b>	<i>Otros</i>			<i>13.617,00</i>
Combustible	850	gl	Petroleo	14,90
Aceite	14	gl	SAE 1 gl	68,00
	13244	ml	SAE (946 ml)	17,00
<b>3</b>	<b>MATERIALES</b>			<b>9.696,95</b>
	Nº	Unidad	Descripción	Costo unitario (S./)
	252	Unid	Estacas	0,80
	63	Unid	Chapas de madera	1,25
	220	m	Cordel	0,20
	153	m	Plástico	5,00
	3213	m	Malla rachel	11,00
	1575	vuelta	Alambre	3,70
	1	Unid	Zaranda	210,00
	1	Unid	Bomba de mochila	250,00
	4	Unid	Balde	10,00
	1	Unid	Marcador	200,00
	4	Unid	Repicador	2,50
	100	m	Manguera 3/4	1,80
	8	Unid	Filtro de petroleo	18,00
	8	Unid	Filtro de aceite	18,00
	4	Unid	Filtro de aire	50,00
<b>4</b>	<b>HERRAMIENTAS ( 330 000 plantas)</b>			<b>330,10</b>
	Nº	Unidad	Descripción	Costo unitario (S./)
	2	Unid	Tijera de podar	74,00
	4	Unid	Palas rectas	90,00
	2	Unid	Palas cuchara	30,00
	2	Unid	Picos	33,00
	5	Unid	Desyerbadores	12,00
	1	Unid	Esmeril manual	150,00
<b>5</b>	<b>SUPERVISIONES (4 mensuales)</b>			<b>9.663,47</b>
	Nº	Unidad	Descripción	Costo unitario (S./)
	56	Supervisiones (4 mensuales) Técnico especializado		83,33
	336	gl	Combustible -Transporte ( 6 gl/viaje)	13,80
	2	Mantenimiento	Mantenimiento de camioneta	180,00
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS (3% del total)</b>			<b>4161,04</b>
<b>TOTAL</b>				<b>142862,46</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN POR PLANTA</b>				<b>0,57</b>

FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 9

### COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES A RAÍZ DESNUDA CON COMPOST (T4: 0,16 m<sup>3</sup>)

COSTOS DE PRODUCCIÓN		250000 Plántulas <i>Pinus patula</i>			
<b>1</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>91.110,00</b>
	N°	Descripción			
	5	Obreros			74.610,00
	1	Guardián			16.500,00
<b>2</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>14.126,90</b>
<b>2,1</b>	<i>Almacigos</i>				<i>1.871,90</i>
	N°	Unidad	Descripción	Costo unitario (S/.)	
Semillas	5	kg	<i>Pinus patula</i>	350,00	1.750,00
Pesticida	1,5	gl	Formol 40%	29,60	44,40
Fungisida	0,5	kg	Ridomil	155,00	77,50
<b>2,2</b>	<i>Platabandas repicadas</i>				<i>264,00</i>
Herbicida	8	L	Destructor	24,00	192,00
Insecticida	2	L	Ciclón	36,00	72,00
Compost	476	m <sup>3</sup>	De aserrín de pino	87,75	41.785,55
<b>2,3</b>	<i>Otros</i>				<i>11.991,00</i>
Combustible	750	gl	Petroleo	14,90	11.175,00
Aceite	12	gl	SAE 1 gl	68,00	816,00
	11352	ml	SAE (946 ml)	17,00	204,00
<b>3</b>	<b>MATERIALES</b>				<b>9.696,95</b>
	N°	Unidad	Descripción	Costo unitario (S/.)	
	252	Unid	Estacas	0,80	201,60
	63	Unid	Chapas de madera	1,25	78,75
	220	m	Cordel	0,20	22,00
	153	m	Plástico	5,00	382,50
	3213	m	Malla rashel	11,00	7.068,60
	1575	vuelta	Alambre	3,70	1.165,50
	1	Unid	Zaranda	210,00	70,00
	1	Unid	Bomba de mochila	250,00	50,00
	4	Unid	Balde	10,00	40,00
	1	Unid	Marcador	200,00	66,67
	4	Unid	Repicador	2,50	3,33
	100	m	Manguera 3/4	1,80	60,00
	8	Unid	Filtro de petroleo	18,00	144,00
	8	Unid	Filtro de aceite	18,00	144,00
	4	Unid	Filtro de aire	50,00	200,00
<b>4</b>	<b>HERRAMIENTAS ( 330 000 plantas)</b>				<b>330,10</b>
	N°	Unidad	Descripción	Costo unitario (S/.)	
	2	Unid	Tijera de podar	74,00	29,60
	4	Unid	Palas rectas	90,00	180,00
	2	Unid	Palas cuchara	30,00	30,00
	2	Unid	Picos	33,00	33,00
	5	Unid	Desyerbadores	12,00	20,00
	1	Unid	Esmeril manual	150,00	37,50
<b>5</b>	<b>SUPERVISIONES ( 4 mensuales)</b>				<b>8.334,40</b>
	N°	Unidad	Descripción	Costo unitario (S/.)	
	48	Supervisiones (4 mensuales)	Técnico especializado	83,33	4.000,00
	288	gl	Combustible -Transporte ( 6 gl/viaje)	13,80	3.974,40
	2	Mantenimiento	Mantenimiento de camioneta	180,00	360,00
<b>6</b>	<b>IMPREVISTOS (3% del total)</b>				<b>3707,95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>127306,30</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN POR PLANTA</b>					<b>0,51</b>

FUENTE: Elaboración propia.