

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TESIS

---

APLICACIÓN DE MICORRIZA COMERCIAL EN DOS TIPOS DE SIEMBRA DE  
PINO (*Pinus radiata D. Don*) EN CONDICIONES DE VIVERO MUNICIPAL DEL  
DISTRITO DE ANTA – CUSCO

---

Presentado por:

Bach. **GILBERT RAUL MIRANDA QUISPE**

Para optar al Título Profesional de INGENIERO  
AGROPECUARIO

**Asesores:**

Dr. Ing. Ricardo Gonzales Quispe.

Mgt. Ing. Willy Huacho Salas

Cusco – Perú

2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

La que subscribe, Asesor del trabajo de investigación de tesis titulada: **“APLICACIÓN DE MICORRIZA COMERCIAL EN DOS TIPOS DE SIEMBRA DE PINO (*Pinus radiata D. Don*) EN CONDICIONES DE VIVERO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE ANTA – CUSCO”**

Presentado por, **MIRANDA QUISPE GILBERT RAUL**, con Nro. de DNI 75993208 para optar el título profesional/grado académico de ingeniero agropecuario. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por dos veces, mediante el software Antiplagio, conforme al Art. 6 del reglamento para uso de sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación originalidad se tiene un porcentaje de 5%

Evaluación y acciones del reporte de la coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y acciones	Marque con una (x)
Del 1 al 10 %	No se considera plagio	x
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones	
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a la ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto a la primera hoja del reporte del sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de mayo del 2024



Firma

Post firma Dr. Ing Ricardo Gonzales Quispe.

Nro. DNI. 23903799

ORCID del Asesor: 0000-0003-0227-8770

ORCID del SEGUNDO ASESOR: 0000-0002-7068-6787

Nro. DNI. 41662794

**Se adjunta:**

Reporte generado por el sistema Antiplagio.

Enlace del reporte generado por el Sistema Antiplagio oid:27259:356679914

NOMBRE DEL TRABAJO

**APLICACION DE MICORRIZA COMERCIAL EN DOS TIPOS DE SIEMBRA DE PINO**

AUTOR

**GILBERT RAUL MIRANDA QUISPE**

RECUENTO DE PALABRAS

**28595 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**137404 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**118 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.0MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 22, 2024 6:34 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 22, 2024 6:38 PM GMT-5****● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 25 palabras)
- Material citado

## DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi vida, Por hacer de mí una persona buena y darme fuerzas para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Raul y Angelica, quienes me brindaron apoyo, guiaron y consejo durante toda mi vida y formación académica. Agradezco a mis hermanos Juan Valerio, Enderson y Carlos por su constante respaldo y motivación.

A Marleny, por su constante apoyo para cumplir mi meta trazada en mi etapa académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por estar conmigo en todo momento, por darme la comprensión, la paciencia y la fuerza para concluir el presente trabajo.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, al equipo de docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Carrera Profesional de Ingeniería Agropecuaria.

A mis asesores Dr. Ing. Ricardo Gonzales Quispe y Mgt. Ing. Willy Huacho Salas, quienes me apoyaron en esta etapa; al director, plana docente y administrativa, por las orientaciones brindadas durante mi formación profesional.

A mis padres:

Te agradezco papá, por ser un ejemplo de perseverancia, humildad y entrega, por ser mi mejor amigo y compañero en cada uno de mis sueños y metas.

A ti mamá te doy las gracias por tu esfuerzo, esmero y dedicación, que siempre has demostrado, con el único propósito de mejorar como persona y cumplir cada uno de mis sueños.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
1. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO.....	1
1.1. Planteamiento del problema de investigación.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
2. OBJETIVO Y JUSTIFICACION.....	3
2.1. Objetivos.....	3
2.1.1. Objetivo general.....	3
2.1.2. Objetivos específicos.....	3
2.2. Justificación.....	3
3. HIPÓTESIS.....	5
3.1. Hipótesis general.....	5
3.2. Hipótesis específicas.....	5
4. MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	6
4.1. Antecedentes de la investigación.....	6
4.2. El pino ( <i>Pinus radiata</i> ).....	9
4.2.1. Origen y Ecología.....	9
4.2.2. Taxonomía.....	10
4.2.3. Descripción Botánica.....	10
4.2.4. Descripción de especies de pino.....	11
4.2.5. Requerimientos edafoclimáticos del <i>Pinus radiata</i> .....	12
4.2.6. Proceso de producción de pinos en viveros forestales.....	13
4.2.7. Tipos de producción de plantones.....	16

4.2.8. Labores culturales en el vivero .....	17
4.2.9. Plagas y enfermedades de Pinus radiata .....	18
4.2.10. Requerimiento nutricional del pino.....	19
4.3. Vivero forestal .....	19
4.3.1. Tipos de vivero .....	20
4.3.2. Los viveros permanentes.....	20
4.3.3. Los temporales. ....	20
4.3.4. Importancia de un vivero .....	21
4.3.5. Evaluación del crecimiento inicial del cultivo de pino .....	21
4.3.6. Evaluación de plantas índice de Dikson .....	22
4.3.7. Costos de producción .....	22
4.4. Micorriza .....	23
4.4.1. Técnicas y dosis de aplicación de micorrizas en pino.....	24
4.4.2. Tipos de micorriza .....	25
4.4.3. Ventajas de la micorriza.....	26
4.4.4. Factores que impiden el desarrollo de la micorriza.....	27
5. MÉTODO y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
5.1. Diseño de investigación .....	29
5.2. Tipo de investigación .....	29
5.3. Enfoque de investigación .....	29
5.4. Nivel de investigación .....	30
5.5. Ubicación .....	30
5.5.1. Ubicación política.....	30
5.5.2. Ubicación geográfica.....	30
5.5.3. Ubicación hidrográfica .....	30
5.5.4. Ubicación temporal .....	30
5.5.5. Ubicación política – cartográfica .....	31
5.6. Materiales y Equipos.....	32
5.7. Métodos .....	33

5.7.1. Diseño experimental.....	33
5.7.2. Factores de estudio.....	33
5.7.3. Tratamientos.....	34
5.7.4. Variables e indicadores .....	34
5.7.5. Población y muestra .....	35
5.7.6. Características del campo experimental .....	36
5.8. Conducción de la investigación .....	38
5.8.1. Construcción y manejo.....	38
5.8.2. Evaluación de variables.....	40
6. RESULTADOS .....	42
6.1. Altura de la planta.....	42
6.2. Diámetro detalle .....	47
6.3. Longitud de raíz.....	52
6.4. Peso seco de la Raíz.....	57
6.5. Peso seco de la parte aérea de la planta .....	62
6.6. Peso seco total de la planta.....	67
6.7. Índice de Calidad de Dickson (ICD) .....	72
6.8. Costos de producción.....	77
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
8. CONCLUSIONES.....	82
9. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	85
ANEXO N° 1 Altura de la Planta.....	90
ANEXO N° 2 Diámetro del Tallo .....	91
ANEXO N° 3 Longitud de Raíz.....	92
ANEXO N° 4 Peso de raíz y Parte aérea en (gramos) .....	93
ANEXO N° 6 Peso seco de las Plantas .....	95
ANEXO N° 7 Índice de Calidad de Dikson .....	96
ANEXO N° 8. % de mortandad de plántulas de pino .....	97
ANEXO N° 9. % de prendimiento de plántulas de pino .....	97
ANEXO N° 10. Imágenes del procedimiento .....	98



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Ubicación geográfica del departamento de Cusco, provincia de Anta</i> .....	30
<b>Figura 2</b>	<i>Ubicación del vivero experimental, institucional municipalidad provincial de Anta</i> .....	30
<b>Figura 3</b>	<i>Croquis de ubicación de los tratamientos en el campo experimental DBCA Con arreglo factorial 2A x 3B</i> .....	34
<b>Figura 4</b>	<i>Tratamiento para Altura de planta (cm)</i> .....	43
<b>Figura 5</b>	<i>Tipo de siembra para Altura de planta (cm)</i> .....	44
<b>Figura 6</b>	<i>Dosis de micorriza para Altura de planta (cm)</i> .....	45
<b>Figura 7</b>	<i>Tratamiento para Diámetro de tallo (mm)</i> .....	48
<b>Figura 8</b>	<i>Tipo de siembra para Diámetro de tallo (mm)</i> .....	49
<b>Figura 9</b>	<i>Dosis de micorriza para Diámetro de tallo (mm)</i> .....	50
<b>Figura 10</b>	<i>Tratamiento para Longitud de raíz (cm)</i> .....	53
<b>Figura 11</b>	<i>Tipo de siembra para Longitud de raíz (cm)</i> .....	54
<b>Figura 12</b>	<i>Dosis de micorriza para Longitud de raíz (cm)</i> .....	55
<b>Figura 13</b>	<i>Tratamiento para Peso seco de la raíz (g)</i> .....	58
<b>Figura 14</b>	<i>Tipo de siembra para Peso seco de la raíz (g)</i> .....	59
<b>Figura 15</b>	<i>Dosis de micorriza para Peso seco de la raíz (g)</i> .....	60
<b>Figura 16</b>	<i>Tratamiento para Peso seco de la parte aérea (g)</i> .....	63
<b>Figura 17</b>	<i>Tipo de siembra para Peso seco de la parte aérea (g)</i> .....	64
<b>Figura 18</b>	<i>Dosis de micorriza para Peso seco de la parte aérea (g)</i> .....	65
<b>Figura 19</b>	<i>Tratamiento para Peso seco total de la planta (g)</i> .....	68
<b>Figura 20</b>	<i>Tipo de siembra para Peso seco total de la planta (g)</i> .....	69
<b>Figura 21</b>	<i>Dosis de micorriza para Peso seco total de la planta (g)</i> .....	70
<b>Figura 22</b>	<i>Tratamiento para Índice de calidad de Dickson – ICD</i> .....	73
<b>Figura 23</b>	<i>Tipo de siembra para Índice de calidad de Dickson –ICD</i> .....	74
<b>Figura 24</b>	<i>Dosis de micorriza para Índice de calidad de Dickson – ICD</i> .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Dosis de micorriza determinada para la investigación .....	<b>32</b>
<b>Tabla 2</b>	Distribución de dosis de micorriza según al tipo de siembra de <i>Pinus radiata</i> .....	<b>32</b>
<b>Tabla 3</b>	Tratamientos para efectuar con micorriza .....	<b>33</b>
<b>Tabla 4</b>	Promedios de altura de la planta alcanzadas por tratamiento (cm) .....	<b>41</b>
<b>Tabla 5</b>	ANNVA de altura de la planta (cm).....	<b>42</b>
<b>Tabla 6</b>	Prueba de Tukey de tratamiento para Altura de planta (cm).....	<b>42</b>
<b>Tabla 7</b>	Prueba Tukey de tipos de siembra para Altura de planta (cm).....	<b>44</b>
<b>Tabla 8</b>	Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Altura de planta (cm).....	<b>45</b>
<b>Tabla 9</b>	Promedios de diámetro de tallo (mm) .....	<b>46</b>
<b>Tabla 10</b>	ANVA de diámetro de tallo (mm).....	<b>47</b>
<b>Tabla 11</b>	Tukey de tratamiento para Diámetro de tallo (mm) .....	<b>47</b>
<b>Tabla 12</b>	Prueba Tukey de tipo de siembra para Diámetro de tallo (mm).....	<b>49</b>
<b>Tabla 13</b>	Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Diámetro de tallo (mm).....	<b>50</b>
<b>Tabla 14</b>	Promedios de Longitud de raíz (cm) .....	<b>51</b>
<b>Tabla 15</b>	ANVA de Longitud de raíz (cm).....	<b>52</b>
<b>Tabla 16</b>	Tukey de tratamiento para Longitud de raíz (cm) .....	<b>52</b>
<b>Tabla 17</b>	Ordenamiento de Tipo de siembra para Longitud de raíz (cm).....	<b>54</b>
<b>Tabla 18</b>	Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Longitud de raíz (cm).....	<b>55</b>
<b>Tabla 19</b>	Promedios de Peso seco de la raíz (g) .....	<b>56</b>
<b>Tabla 20</b>	ANVA para Peso seco de la raíz (g).....	<b>57</b>
<b>Tabla 21</b>	Tukey de tratamiento para Peso seco de la raíz (g) .....	<b>58</b>
<b>Tabla 22</b>	Prueba Tukey de tipo de siembra para Peso seco de la raíz (g).....	<b>59</b>
<b>Tabla 23</b>	Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Peso seco de la raíz (g).....	<b>60</b>
<b>Tabla 24</b>	Promedios Peso seco de la parte aérea (g).....	<b>61</b>
<b>Tabla 25</b>	ANVA para Peso seco de la parte aérea (g) .....	<b>62</b>
<b>Tabla 26</b>	Tukey de tratamiento para Peso seco de la parte aérea (g).....	<b>63</b>
<b>Tabla 27</b>	Prueba Tukey de Tipo de siembra para Peso seco de la parte aérea (g).....	<b>64</b>
<b>Tabla 28</b>	Ordenamiento de Dosis de micorriza para Peso seco de la parte aérea (g) .....	<b>65</b>
<b>Tabla 29</b>	Promedios de Peso seco total de la planta (g) .....	<b>66</b>
<b>Tabla 30</b>	ANVA para Peso seco total de la planta (g).....	<b>67</b>
<b>Tabla 31</b>	Tukey de tratamiento para Peso seco total de la planta (g) .....	<b>67</b>
<b>Tabla 32</b>	Prueba Tukey de tipo de siembra para Peso seco total de la planta (g).....	<b>69</b>

<b>Tabla 33</b>	Ordenamiento de Dosis de micorriza para Peso seco total de la planta (g).....	<b>70</b>
<b>Tabla 34</b>	Índice de calidad de Dickson – ICD.....	<b>71</b>
<b>Tabla 35</b>	ANVA para Índice de calidad de Dickson – ICD.....	<b>72</b>
<b>Tabla 36</b>	Tukey de tratamiento para Índice de calidad de Dickson – ICD.....	<b>72</b>
<b>Tabla 37</b>	Ordenamiento de Tipo de siembra para Índice de calidad de Dickson – ICD .....	<b>74</b>
<b>Tabla 38</b>	Prueba Tukey de dosis de micorriza para Índice de calidad de Dickson – ICD.....	<b>75</b>
<b>Tabla 39</b>	Costo total de los 8 tratamientos.....	<b>76</b>
<b>Tabla 40</b>	Costos diferenciado por tratamiento y tipo de siembra .....	<b>77</b>

## RESUMEN

El presente trabajo intitulado “Aplicación de micorriza comercial en dos tipos de siembra de Pino (*Pinus radiata* D. Don) en condiciones de vivero municipal del distrito de Anta – Cusco” tuvo por objetivo evaluar el efecto de tres dosis de micorriza en dos tipos de siembra de Pino (*Pinus radiata* D. Don) en condiciones del vivero municipal de provincia de Anta, Cusco. El método planteado corresponde al tipo de diseño experimental con un arreglo factorial de 2A x 3B más dos testigos, contando con 8 tratamientos según dos tipos de siembra (directa e indirecta) y tres diferentes dosis de micorriza (3 g, 5 g y 8 g).

Como resultados se detalla diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el tamaño de las plántulas, diámetro de los tallos, longitud de la raíz y el Índice de Calidad de Dikson. Se determina que el tratamiento con dosis bajas de micorriza y siembra directa presenta los mejores resultados, con una altura promedio de 13.01 cm, diámetro del tallo de 2.13 mm, longitud de la raíz de 16.13 cm, peso seco de la planta de 0.176 g y un ICD de 0.015. Por otra parte. Se concluye que las dosis de 3 g y 5 g de micorriza son las más favorables para el desarrollo y calidad de las plántulas, mientras que los tratamientos sin micorriza y con dosis altas de 8 g presentan resultados desfavorables.

**Palabras clave:** Micorriza; Pino; Siembra directa; Siembra indirecta.

## INTRODUCCIÓN

Barlow et al. (2016) Menciona, En los últimos 17 años, se ha registrado un aumento en los niveles de deforestación en el Perú. Se estima que durante este período se han deforestado 2 millones de hectáreas, según los datos proporcionados por Geo Bosques. Contra esta situación, el sector de la conservación ha estado trabajando a través de proyectos de conservación para reducir la amenaza de la deforestación.

Para el año 2013, en la región de Cusco se determinó que se deforestaron 340 mil hectáreas en las zonas de Qosñipata, Camanti y La Convención. Gobierno Regional Cusco. (2020). Ello tuvo una repercusión en la flora y fauna silvestre de estas zonas. Asimismo, el Ministerio del Ambiente ratificó que este problema perjudica de manera directa a las comunidades indígenas que residen en estos lugares.

Por ello, el Gobierno Regional de Cusco ha iniciado diversos programas para la forestación y reforestación de zonas afectadas, siendo el pino una de las especies escogidas para este proceso Gobierno Regional Cusco, (2020). Por tanto, En los últimos años, esta especie de árbol ha ganado popularidad en este proceso debido a sus dos ventajas: la producción de madera y el cultivo de hongos comestibles *Boletus edulis*, sin olvidar la calidad de la especie obtenida.

Camargo-Ricalde et al. (2012) Define a la micorriza como una sociedad constituida por un conjunto de hifas fúngicas (micelio), que al entrar en contacto con las raíces de las plantas, llega a formar una amplia red de hifas capaz de interconectar y puede acceder un independiente flujo de nutrimentos hacia las plantas, como sabemos el pino es una de las especies exóticas que el Perú tiene y gran impacto en la producción maderera y hongo comestible, por ello se desea ver como la aplicación de micorriza en condiciones de vivero aportaría en la calidad de la plántula.

## 1. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento del problema de investigación

Camey (2014) indica que, en el departamento de Jutiapa, Guatemala, existen pocos viveros forestales, que son manejados de forma artesanal y donde los productores carecen de experiencia en el uso de micorrizas, lo que resulta en una producción de plantas forestales vigorosidad.

Vergara Altamirano (2004) En la provincia Jauja - Junín - Perú se ha observado que a medida han incrementado los viveros con diferentes especies agrícolas y forestales, han surgiendo problemas fitosanitarios, entomológicos y de suelo; los cuales no han sido abordados adecuadamente. Por otro lado, los hongos están íntimamente relacionados con las raíces de ciertas plantas y que esta asociación simbiótica es conocida como micorriza, en la actualidad, los inóculos micorrízicos se aplican de forma inadecuada, debido a la falta de capacitación del personal.

Iturriaga Mejía (2019) que en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco, menciona que en la mayoría de los Gobiernos Locales y Regionales están llevando a cabo proyectos forestales, pero estos aún no tienen el éxito debido a varios factores. Uno de ellos es el manejo inadecuado de los viveros forestales, debido a la falta de conocimiento y sobre el método y la cantidad de micorrización que pueda tener un efecto en la producción forestal.

En el vivero forestal de la municipalidad - Anta - Cusco se encuentran deficiencias en el crecimiento inicial de *Pinus radiata* debido al bajo nivel de supervivencia de plántulas, el déficit de absorción hídrica, lo cual implica un desequilibrio en su desarrollo vegetativo a nivel de vivero y el uso de micorrizas inadecuadamente, el método y la cantidad para que pueda tener un impacto en la

micorrización. En ese entender se evaluó la micorrización en los tipos de siembra de pino con diferentes dosis de micorriza comercial a nivel de vivero en el crecimiento inicial de plántulas de pino. Es así que, Gómez (2016) también demostró que el crecimiento del pino en condiciones de vivero se ve muy limitado por no contar con la estimulación generada por los extractos de hongos micorrícicos, llegando a afectar gravemente la calidad de plantas.

## **1.2 Formulación del problema**

### ***1.2.1. Problema General***

¿Cómo será el efecto de la aplicación de diferentes dosis de micorrizas en dos tipos de siembra de pino (*Pinus radiata*) en condiciones del vivero municipal de provincia Anta, Cusco, 2022?

### ***1.2.2. Problemas Específicos***

- ¿Cuánto será el crecimiento inicial del pino por efecto de tres dosis de micorrizas en dos tipos de siembra?
- ¿Cómo será la calidad de plántulas de pino producidos con dos tipos de siembra y tres dosis de micorriza a nivel de vivero?
- ¿Cuánto será el costo de producción de pino bajo dos tipos de siembra en vivero?

## **2. OBJETIVO Y JUSTIFICACION**

### **2.1. Objetivos**

#### **2.1.1. *Objetivo general***

- Evaluar el efecto de tres dosis de micorriza en dos tipos de siembra de pino (*Pinus radiata*) en condiciones del vivero municipal de provincia de Anta, Cusco, 2022.

#### **2.1.2. *Objetivos específicos***

- Evaluar el crecimiento inicial de pino con tres dosis de micorriza en dos tipos de siembra a nivel de vivero.
- Determinar la calidad de plántulas de pino producidos con dos tipos de siembra y tres dosis de micorriza a nivel de vivero.
- Calcular los costos de producción de pino bajo dos tipos de siembra en vivero.

### **2.2. Justificación**

En la región del Cusco, producto de la variación del cambio climático, generan no solo en la cantidad de precipitaciones, sino también que genera épocas indefinidas de las lluvias y de sequía, generando así que algunos cultivos tarden en crecer o incluso dejen de hacerlo, es por ello que se busca muchas alternativas para que los cultivos puedan tener un buen proceso de crecimiento. De la misma manera se generan entornos que faciliten el proceso de crecimiento de los cultivos, siendo uno de estos el uso de micorrizas y en ambientes controlados como los viveros forestales.

Se desea obtener una plántula de calidad que pueda ser aprovechada más allá de su proceso de forestación y reforestación, es necesario que se evite generar deficiencias en su crecimiento y desarrollo del pino, por ello se utilizó las micorrizas



en los *Pinus radiata* para mejorar su entorno de crecimiento inicial.

Según Camargo et. al. (2012) la interacción planta-hongo es simbiótica al ser favorable para ambas partes, los autores indican que la micorriza se origina como una interacción simbiótica y compleja en la que tanto las plantas como los hongos son beneficiados de distintas formas en la absorción de nutrientes, esta interacción en algunos casos llega a ser esencial para el desarrollo de las plantas, el autor indica también que esta interacción se viene originando desde ya más de 300 millones de años. En ese sentido, la micorriza se encuentra en el medio de la interacción, siendo esta un órgano de absorción doble, que permite mejorar la absorción de nutrientes de hongos y por medio de las raíces de las plantas.

En esta investigación planteada se busca analizar el efecto de las micorrizas en plántulas de *Pinus radiata*, utilizando el Índice de calidad de Dickson (ICD) pues esta determina la calidad de la plántula durante el crecimiento inicial del pino en el vivero, lo cual está relacionada con la sobrevivencia de la plántula en el campo, ya que es un indicador de la eficiencia fisiológica durante las primeras etapas de desarrollo de la plántula, donde a mayor calidad de la planta deberá tener una mejor eficiencia fisiológica. Por consiguiente, es necesario realizar la aplicación de tres dosis de micorriza en dos tipos de siembra directa e indirecta. Así mismo, los productores usuarios podrán beneficiarse en aspectos económicos como: En la industria maderera tiene la mayor proyección en cuanto a la calidad, por ende, la mayor demanda y la cosecha de hongos simbióticos, que tienen alto contenido proteico y ricos en minerales y aspecto ambiental como: Mejoramiento de suelos, captura de carbono y cambio de microclimas en la provincia de Anta y sus comunidades.

### **3. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

- La calidad de las plántulas de pino estará en función a la aplicación de la dosis de micorriza al tipo de siembra indirecta.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- El mejor crecimiento reflejara por mayor dosis de aplicación de micorriza en el pino a nivel de vivero.
- La presentación de las características se determinará en la calidad de las plántulas de pino es directamente proporcional al crecimiento en altura de planta.
- Los costos de producción por tipo de siembra y aplicación de dosis de micorriza comercial reflejaran una proporción indiferente de gastos en insumos y materiales que constituyen los costos globales.

## 4. MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

### 4.1. Antecedentes de la investigación

Camey Vela, (2014) realizó un estudio que tuvo como objetivo dar a conocer la calidad de las plantas de pinos, para ello tuvo que utilizar hongos ectomicorríticos, además hizo uso de una dosis de inoculante por planta, es importante mencionar que las variables analizadas correspondían al peso del sistema radicular, altura de planta, porcentaje de colonización, diámetro de tallo, relación de beneficio-costos y tiempo de siembra a campo definitivo. Los resultados fueron analizados luego de 120 días de permanencia en el vivero y se da como conclusión con respecto a la dosis de 5 g de ectomicorriza comercial en cada planta analizada y también con agregado de sustrato antes de sembrar la semilla, produce unos resultados favorables; que se ven reflejados en la altura y otros aspectos visibles. Adicional a ello se obtuvo en la etapa final de vivero un porcentaje relativamente alto de 82% en la colonización de la raíz, con esto se da a conocer que la adición y tratamiento seguido de manera correcta en el proceso da buenos resultados.

Por su parte, Barroetaveña et al. (2012) utilizó inóculos en 4 tratamientos realizando inoculación de esporas, entre ellas la *tricholoma muricatum* y además del uso de un testigo sin inocular, da a conocer los efectos que se pueden producir al momento de la inoculación, adicional a ello pretende realizar un análisis comparativo con el testigo que no es sometido a un proceso de inoculación. Todo el proceso que se planteó a realizar se hizo después del trasplante de plántulas, aplicando esporas de hongo a cada uno de los tratamientos de las plantas; estas plantas estuvieron nueve meses en el invernadero y los objetivos que se planteó fueron; evaluar las plántulas de Pinos y qué efectos que generaban al ser expuestas ante las esporas inoculadas; otro objetivo fue conocer la calidad morfológica de las plantas que estaban bajo los efectos

de la micorrización, todo ello en el momento de traslado hacia la plantación; luego de esto se observó que no había una diferencia notable en cuanto a la altura de las plantas puestas en estudio, pero el progreso si se vio en otros aspectos como el de crecimiento y supervivencia que se daba en las plantas inoculadas con carpóforo de hongos ectomicorríticos, esto porque son más eficaces, de menor costo y muy accesibles.

Gómez. (2016) en su trabajo de investigación para una tesis enfocada en *Pinus radiata*, realizada en el departamento de Apurímac, evalúa variables como; desarrollo de la raíz, vigorosidad de las plántulas, grosor de tallo, desarrollo del área foliar y el crecimiento; todo ello a través de la extracción de hongos macerados y frescos, estos en tres proporciones, carpóforo de hongos, pie y la volva, todo esto en fase de vivero. Los resultados obtenidos de este trabajo dan a conocer que la vigorosidad y la mayor altura de las plántulas de pino fueron producto de los sombreros de hongos micorrizicos que dieron origen al extracto de macerado en el nivel de aplicación medio; por otro lado, con respecto al nivel de aplicación bajo con el mismo proceso mencionado anteriormente, se produjo un mejor grosor del tallo; por último con respecto al nivel de aplicación alto, aquí el resultado fue favorable para el peso seco del área foliar.

Por su parte, Melgarejo Camones. (2017) a través de su trabajo de investigación logró obtener resultados al evaluar cinco tratamientos antes del repique, haciendo uso de tierra micorrizada, raicillas de pino, hongos micorrícicos molidos y hongos frescos; en su estudio la variable de altura obtuvo resultados favorables, haciendo uso de la tierra micorrizada, pues se obtuvo un buen promedio de tamaño, con esta misma tierra también se observó buen resultado para el diámetro, al mismo tiempo se obtuvo un gran tamaño de raíz. Por otro lado, en relación con las plantas muertas en el proceso de tratamiento sin hacer uso de la inoculación, las que mayor porcentaje tuvieron en este aspecto fueron las tenían raicilla de pino molido y en último lugar las que tenían

un tratamiento con tierra micorrizada, dando a conocer de manera general que este proceso son favorables para las plantas de Pino radiata, puesto que los resultados fueron más favorables; por último, se hace mención que los hongos frescos y micorrícicos son buenos para regular el tratamiento que implica raicilla de pino, dando a conocer que las plántulas de pino deben de tener tierra micorrizada para manifestar un mejor vigor. También, (Ancco, 2019) en su trabajo de investigación correspondiente a una tesis, se enfoca en evaluar el inoculo micorrizal de hongo en la producción de plantones de pino en la zona de Andahuaylas, exactamente en el vivero de Tejamolino, donde el micorrizal comercial tuvo los resultados más favorables, puesto que su porcentaje de sobrevivencia fue muy alto, esto también se observó en la altura y diámetro de las plántulas, los que también obtuvieron resultados positivos fueron las setas de hongos fermentados, cabe señalar que el que también obtuvo gran porcentaje de ectomicorriza inoculada y bifurcada fue el de micorriza comercial; entre una de las recomendaciones la que más resalta es la que señala que se debe emplear trabajos de micorrización haciendo uso de distintos hongos micorrizicos, con la finalidad de hacer una comparación y determinar que especie produce una mejor resistencia y desarrollo de las plántulas.

Según Iturriaga Mejía. (2019), el objetivo del estudio fue evaluar la aplicación de micorriza (*Suillus luteus*) en pino (*Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula*), en del centro agronómico k'ayra – Cusco, para ello utilizaron varios tipos de inoculo, cantidades y medios al que se aplica el hongo *Suillus luteus*. Los objetivos planteados fueron, evaluar los parámetros referidos a: emergencia, altura de planta, longitud de raíz, diámetro de tallo, de las especies *Pinus radiata* y *Pinus patula*, para el experimento, se utilizaron dos tipos de inoculo (de esporas y de suelo) y diferentes dosis de inoculante. Con respecto a las características agronómicas, el tratamiento con inoculo de esporas aplicado al sustrato dio los mejores resultados.

## **4.2. El pino (*Pinus radiata*)**

Según Azuara (2002) El pino (*Pinus radiata*) es una especie de árbol que se caracteriza por contar con un crecimiento rápido y por su adaptabilidad a diferentes ambientes, encontrándose en distintos países alrededor del mundo, encontrándose en lugares como: Norteamérica, Australia, Chile, Nueva Zelanda. Uno de los factores más esenciales para el crecimiento del pino en entornos naturales es la profundidad del suelo, requiriendo de por lo menos 90 cm a 120 cm para su desarrollo completo, pudiendo alcanzar hasta 36 m de altura. Otra característica importante es que las raíces del pino son por lo general superficiales, llegando a profundizar solo hasta 60 cm.

Según Gómez (2016) el pino es un factor relevante que en el corto tiempo le demora lograr volúmenes altos de producción, así como la calidad de la madera siendo utilizada en diferentes tipos de industrias. Por lo cual el pino es uno de los árboles de producción comercial más conocidos a nivel mundial.

### **4.2.1. Origen y Ecología**

Limache (1985). Afirma, que el pino (*Pinus radiata*) es provine de un área meridional de California (EE.UU.) a unos 160 km al sur de San Francisco, donde cubre una extensión de 4000 Ha. El clima de su hábitat es de tipo mediterráneo muy uniforme, con una precipitación total de 425 a 825 mm anuales, con precipitaciones en invierno y verano. La temperatura media estival es de 21 a 27 °C el tiempo anual libre de heladas es largo, presentándose el más dinámico en meses invernales cuando el árbol se encuentra en estado de latencia. Además, afirma que no prospera en suelos arcillosos, poco profundos ni en los mal drenados, prefiere suelos de textura ligera (arena, franco o franco arenoso), especialmente en aquellos con una alta capacidad de retención de nutrientes.

#### **4.2.2. Taxonomía**

Según Ambiente (2019). La taxonomía binomial “*Pinus radiata* D. Don” es:

Reino: Plantae

División: Pinophyta

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: *Pinus*

Especie: *Pinus radiata*

#### **4.2.3. Descripción Botánica**

**4.2.3.1. Semilla.** Según Lapulu (1985) las semillas alcanzan medir 5 a 7 mm de largo y de 3 a 5 mm de ancho, además indica que esta puede fructificar a los diez años y contener 20 000 a 35 000 semillas por cada kilogramo, por último, su efectividad en cuanto a la germinación es de 65 a 80% y pueden ser almacenadas durante cuatro años.

**4.2.3.2. Fruto.** Según Guido (1984) el pino presenta inflorescencia masculina y femenina, al principio de cada hoja carpelar, además posee dos óvulos, en este punto es importante mencionar que los estróbilos masculinos amentiformes están constituidos de muchas hojas polínicas, donde cada una presenta dos sacos polínicos.

**4.2.3.3. Forma.** Según Limache (1985) el pino está conformada por una copa ramificada y amplia, además se señala que, en el lugar de origen de estas plantas, se puede observar que algunas llegan a los 40 m de alto y constan de un diámetro de 0,6 a 1,2 m en un periodo de 78 a 90 años.

**4.2.3.4. Raíces.** Según Guido (1984) el pino tiene una raíz muy grande, extremada cuando el suelo permite ello, además resalta su distribución y desarrollo en los primeros 50 cm de profundidad. Cabe mencionar que las raicillas se originan en la materia orgánica, estas no constan de una raíz principal, excepto en la parte inicial de su estado.

**4.2.3.5. Hojas.** Según Guido (1984) las hojas son duras y fasciculadas de 3 a 5 que brotan de un pequeño eje de tallo, que lleva nombre braquiblasto y que está conformada por escamas membranosas de forma triangular.

#### **4.2.4. Descripción de especies de pino**

Aljos Farjon (2013) para hacer referencia a las dos principales especies de pino presentes en Perú, es importante destacar que *Pinus radiata* ha sido llevada a otros continentes, donde no hay competidores ni problemas patogénicos, sin embargo, *Pinus patula* es una especie distribuida en el este y sur de México, siendo endémica de esas zonas.

**4.2.4.1. Pino de Monterrey (*Pinus radiata*).** Según Gómez (2016) es originario de la costa central de California y de México. Este árbol perenne se caracteriza por sus brillantes agujas verdes agrupadas de tres en tres, de longitud moderada, y por sus conos ovoides y marrones. Es valorado en silvicultura por su rápido crecimiento y por las cualidades deseables de su madera y pulpa. En su estado natural, puede crecer hasta 30 metros de altura.



**4.2.4.2. Pinus patula.** Es una especie nativa de regiones subtropicales de México, parte superior de la Sierra Madre Oriental, desde el norte del estado de Hidalgo hasta Cofre de Perote, en altitudes entre 1.500 a 3.100 m. Así mismo, Yoza et. al (2015) indica que en el Perú se encuentran en el departamento de Cajamarca. Es un árbol de 10 a 25 m de altura, de corteza escamosa y roja, sobre todo en la parte superior del tronco, el tallo es generalmente recto, con trozas comerciales entre 10 y 20 m de longitud y diámetros entre 25 a 50 cm.

#### **4.2.5. Requerimientos edafoclimáticos del *Pinus radiata***

Azuara Arteaga (2001) hace referencia a un hábitat natural con clima mediterráneo, como puntos máximos de precipitación en otoño y primavera, siendo el más alto en enero.

**4.2.5.1. Temperatura.** Según Gutiérrez Yarleque (2014) la temperatura para especies de *Pinus radiata* cultivada en entornos de viveros, es necesario mantener temperaturas bajas que sean parecidas al de su entorno natural de desarrollo, esta temperatura generalmente es de 15°C, siendo este valor inferior a la temperatura requerida por otros pinos.

**4.2.5.2. Humedad.** Según Gutiérrez Yarleque (2014) la humedad, es el exceso de agua en las raíces es un factor que debe ser bien controlado debido a que esta especie es muy sensible a la asfixia radicular, este fenómeno es más probable en ocurrencia en suelos impermeables que no drenan de manera adecuada. Así mismo, la ausencia de humedad puede generar retraso en el crecimiento y finalizar con la muerte de la planta. Por su parte, Azuara Arteaga (2001) indica que el promedio de variación se encuentra entre el 60% y 75% de humedad dependiendo de la época.

#### **4.2.6. Proceso de producción de pinos en viveros forestales**

**4.2.6.1. Sustrato.** Según Oliva et. al (2014). Indica, que es la combinación de tierra, materia orgánica y arena que se emplea en el proceso de llenado de bolsas para el vivero, materia orgánica es indispensable para la preparación del sustrato, esta puede estar conformada por compost, madera podrida, humus de lombriz y demás componentes que proporcionan riqueza de nutrientes a la tierra. La arena cumple la función de facilitar el desarrollo de las raíces al evitar el endurecimiento del compuesto y permitir que el agua se filtre más fácilmente. Finalmente, la tierra negra se conforma por la capa del bosque más superficial, puesto que en esta parte se llega a descomponer la mayor parte de los materiales orgánicos, por lo cual contiene una gran parte de los nutrientes necesarios.

**4.2.6.2. Preparación del sustrato.** Para empezar con la preparación, cada componente como; tierra negra, tierra agrícola y arena es zarandeado por separado, procurando evitar elementos como piedras u otros que reducirían la calidad del sustrato. Seguidamente, se procede a combinar los 3 componentes mencionados. Según Oliva et. al (2014) para contar con proporciones óptimas es necesario tener en cuenta las características de cada uno de los componentes, como ejemplo, si se tiene tierra negra que es arenosa, es recomendable reducir la cantidad de arena que formará parte del sustrato. Una de las proporciones más comunes suele ser de dos porciones de tierra negra, seguido de un tercio de porción de materiales orgánicos y finalmente una porción de arena, sin embargo, como se indicó anteriormente, esta proporción no es una regla universal, siendo necesario modificarla según las características de los materiales.

Rodríguez (2020). Menciona, que una de las características que aportan mejores resultados al proceso, es que los sustratos tengan las capacidades de retención adecuadas y la cantidad suficiente de nutrientes, por lo que es importante el procurar contar con sustratos con composiciones óptimas y que a su vez estén libres de elementos que puedan afectar el desarrollo de las plantas como larvas o huevos de insectos, semillas de malezas y demás elementos que afecten su desarrollo.

**4.2.6.3. Embolsado.** Según Oliva et. al (2014) durante este proceso se llenan las bolsas con el sustrato, procurando que las mismas se encuentren con el contenido totalmente distribuido de manera uniforme, para lo cual es recomendable realizar este proceso de forma manual tomando medidas como darle golpes suaves a la bolsa durante el llenado. Cabe resaltar que lo que se busca es contar con una distribución adecuada, sin que sea demasiado compacta, puesto que esto podría generar que la bolsa se rompa en los procesos posteriores.

Rodríguez (2020). Indica, que esta técnica facilita un control preciso de las condiciones de crecimiento del pino (*Pinus radiata D. Don*), incluyendo la nutrición y el riego, promoviendo un desarrollo óptimo de las plantas y su posterior trasplante exitoso. Por otra parte, el embolsado permite una manipulación y transporte eficiente de las plántulas, lo que contribuye a un establecimiento exitoso en su ubicación definitiva. Es una práctica común en la industria agrícola y forestal y es esencial para producción de plántulas de alta calidad en viveros.

**4.2.6.4. Obtención de la semilla.** Según Oliva et al (2014) para este proceso es importante contar con árboles semilleros, puesto que de este factor depende en gran medida la calidad de las plantas, procurando que estos árboles cuenten con características fenotípicas óptimas, lo que aseguraría que las semillas cuenten con la tendencia a desarrollarse de forma similar. Una vez que las semillas sean recolectadas se procede con el secado en un lugar ventilado y sin exponerlas a la luz solar. Seguidamente, se diferencian las semillas según su viabilidad para germinar, contando de esta forma con solo con semillas con propiedades óptimas para el vivero.

**4.2.6.5. Pre germinación.** Según Oliva et al (2014) este proceso se realiza principalmente en los casos donde las semillas tarden demasiado en germinar. Uno de los tratamientos para efectuar la pre germinación es el remojar las semillas en agua con temperatura ambiente en una duración de 12 a 48 horas para posteriormente dejarlas secar durante la noche, otra opción es la de remojarlas en agua caliente solo por un transcurso de dos minutos para luego pasarlas a agua fría en un periodo de 1 a 2 días. Estos procesos reducen el tiempo de germinación de las plántulas de pino.

Melgarejo (2017). Señala, que para los tratamientos pre germinativos del pino (*Pinus radiata D. Don*), es recomendable realizar la estratificación con temperaturas de entre 0°C a 5 °C no mayor a 7 días. Mientras que, en semillas almacenadas de 7 a 21 días, así mismo indica que la germinación requiere de un tiempo de 5 a 6 semanas.

**4.2.6.6. Siembra o almacigado.** Según Oliva et al. (2014) este proceso es fundamental en las plantaciones de pinos (*Pinus radiata D. Don*) en condiciones de viveros, durante este proceso se realiza el denominado método al voleo, consistente en trasladar las plantas y distribuirlas de forma lineal en el almacigo tapándolas con el mismo material del sustrato, este proceso también puede realizarse por el método directo, en el que se coloca las semillas de manera directa en el sustrato del vivero, sin el procedimiento previo que implica la siembra indirecta, por lo general este proceso se realiza en los casos de plantas con semillas grandes, sin embargo, siempre es importante asegurar que el riego y la exposición al sol sea adecuada en todo momento.

**4.2.6.7. Repique.** Según Oliva et. al (2014) es el proceso de traslado de plántulas que cuenten con cierto nivel de desarrollo de almacigos a bolsas de polietileno con sustrato, este proceso suele realizarse cuando las plantas cuentan con algunas hojas verdaderas, así mismo, es recomendable que se realice en un día nublado, contando con las camas previamente regadas. El proceso en sí es de aflojar el sustrato evitando causar daños a la raíz y procediendo a extraer las plantas, durante este proceso también puede procederse una primera selección o desecho de plantas que muestren características defectuosas. Finalmente, se procede a colocar las plantas, para lo cual es importante evitar espacios vacíos en la tierra, puesto que esto permitiría que el agua se quede acumulada pudriendo la raíz y afectando el desarrollo de las plantas.

#### **4.2.7. Tipos de producción de plántones**

Existen dos tipos principales para la producción de plántones, uno de ellos es el de plántones embolsados con pan de tierra, Según Oliva et al (2014) este tipo de producción cuenta con varias ventajas tales como una mayor facilidad para remover las plantas, así mismo se observa mayor prendimiento del campo definitivo, por otra parte, las características de este tipo de producción permite que se ahorre espacio en la producción requiriendo de menor espacio en el vivero aumentando su aprovechamiento, finalmente este tipo de producción disminuye el tiempo en el que las plantas están con las raíces expuestas, evitando posibles daños para especies más sensibles.

Según García (2018) la producción de pinos (*Pinus radiata D. Don*) puede hacerse mediante el método alterno a raíz desnuda, consistente en una práctica agrícola que involucra el cultivo de plantas hasta una etapa determinada y luego la extracción de estas del suelo sin tierra alrededor de sus raíces, este tipo de producción puede ser más riesgoso para las plántulas, pero en algunos casos no llega a afectar la calidad de las mismas.

#### **4.2.8. Labores culturales en el vivero**

Oliva et al (2014). Indica, que las labores culturales en la producción de especies como el pino son sumamente importantes, estas actividades básicas permiten que las plantas desarrollen.

**4.2.8.1. Riego.** Es una de las principales actividades, es recomendable que se realice de forma suave con equipos de regadera fina, así mismo, es relevante que se procure regar una cantidad suficiente procurando que el agua llegue hasta las raíces.

**4.2.8.2. Deshierbo.** Esta actividad consiste en evitar que plantas invasoras absorban los nutrientes para lo cual se remueven evitando daños a las plantas principales, es fundamental evitar que estas plantas invasoras se desarrollen durante mucho tiempo, por lo que la actividad cultural de deshierba debe llevarse a cabo de manera oportuna y constante, Oliva et al (2014) también indica que la exposición al sol de las plantas no debe ser evitada por completo, una vez que estas estén en cierto punto de desarrollo es importante exponerlas aunque se sequen un poco, preparándolas para su futuro en el campo.

**4.2.8.3. Remoción.** La remoción, que consiste en el traslado de las bolsas de plantas en camas de repique, durante esta actividad también se suele aprovechar para diferenciar plantas según tamaño, procurando que las de mayor tamaño se encuentren en el medio.

**4.2.8.4. Agoste.** El agoste, Oliva et. al (2014). Indica, que el agoste implica el manejo de agua y la sombra de los pinos, disminuyendo su cantidad y frecuencia de manera paulatina, evitando quitarla de manera total para endurecer a las plantas, esto es importante puesto que se prepara a las plantas a sus condiciones normales en el campo, donde el entorno es diferente y requiere de mayor fortaleza para soportar estas condiciones.

**4.2.8.5. Selección.** Oliva et. al. (2014). Menciona, es el proceso final en el que se distinguen pinos según sus características, evitando a los que muestren malformaciones o ataques de plagas. Este proceso asegura que la plantación final sea de mayor calidad.

#### **4.2.9. Plagas y enfermedades de *Pinus radiata***

Según Rodríguez (2020) las enfermedades y plagas representan desafíos relevantes que pueden afectar negativamente la producción y calidad de las plántulas.

Es esencial que los viveros se adopten prácticas preventivas y estrategias de control eficaces para mantener la integridad del vivero. Entre las enfermedades se encuentran las causadas por hongos, bacterias, virus o nematodos. La identificación temprana de síntomas es fundamental para implementar medidas preventivas.

Además, la higiene y desinfección de herramientas, contenedores y áreas de trabajo son medidas preventivas cruciales para prevenir la propagación de enfermedades. La monitorización regular del vivero, la inspección de las plántulas y la implementación oportuna de medidas correctivas son relevantes para garantizar una producción adecuada.

Según Melgarejo (2017) las principales enfermedades del pino son la Banda Roja (*Dothistroma pini*), Marchitez de los brotes (*Diplodia pinea*) y Chancro Resinoso (*Fusarium circinatum*), mientras que las principales plagas son las producidas por la denominada “procesionaria del pino” (*Thaumetopoea pityocampa*) y la polilla del pino (*Rhyacionia buoliana*).

#### **4.2.10. Requerimiento nutricional del pino**

García, (2018). Indica, que los requerimientos de nutrientes del pino suelen variar de acuerdo a su nivel de crecimiento, siendo esencialmente de los minerales como N, P y K, sin embargo, la fertilización suele ser más costosa y afecta más el medio ambiente que la opción de inoculación por hongos micorrízicos, por lo cual esta opción suele ser la más aceptada por la comunidad.

### **4.3. Vivero forestal**

Según Rodríguez (2020), se refiere a una instalación dedicada al cultivo y la propagación de diversas especies vegetales, desde semillas, esquejes o plántulas, con el propósito de asegurar su desarrollo inicial y proporcionar las



condiciones ideales para el fortalecimiento de las plantas antes de su posterior trasplante a ubicaciones definitivas en campos agrícolas, áreas forestales o espacios verdes. Estas instalaciones ayudan a la producción agrícola, forestal y paisajística y a la conservación y restauración de ecosistemas naturales al optimizar factores como la temperatura, la humedad, la luz, la calidad del suelo y la protección contra plagas y enfermedades.

Uno de los componentes clave para el diseño de un vivero es la elección de su ubicación, teniendo en cuenta variables como la disponibilidad de agua, distancia al destino final de las plantas, distancia a las viviendas y a los materiales necesarios. Todos estos factores aseguran un óptimo desarrollo de las plantas. De la Cruz (2019). Reconoce, que las principales partes de un vivero son los almácigos, canteros, sendas, media sombra, cortinas y compostera.

#### **4.3.1. Tipos de vivero**

Según Valle et al., (2014) los viveros se clasifican de la siguiente manera:

#### **4.3.2. Los viveros permanentes**

Son aquellos viveros cuya instalación se realiza con materiales de larga duración, infraestructura de cemento, acabados con madera con características tecnológicas que garantizan su durabilidad, también cuentan con infraestructuras que le caracterizan, como oficinas, almacenes, tanques elevados, sistema de riego, y equipos costosos, como bombas de agua, estas instalaciones garantiza su uso para varias campañas de producción de plantones, generalmente estos son construidos por institutos de investigación, en programas de desarrollo a mediano y largo plazo y por empresas dedicadas a la venta de plantones.

#### **4.3.3. *Los temporales.***

Usualmente contruidos por las familias, cuya infraestructura es bastante sencilla, se utilizan materiales del bosque, como madera redonda, para el tinglado o techo de las camas de almácigo, hojas de palmera para hacer sombra o protección contra la luz solar para las semillas almacenadas o plántones repicados, sogas de monte para los amarres, todos estos materiales tienen una duración por un periodo de tiempo corto, pero lo suficiente para que cumpla con su objetivo de producir plántones para una o dos campañas de reforestación.

#### **4.3.4. *Importancia de un vivero***

Según la Dirección de Escuelas Agrarias (2018) los viveros cumplen una función de suma importancia en la producción de varias plantas por proveer las ambientes necesarias para su desarrollo contando con un espacio que asegure la producción de alta calidad, así mismo, en muchos los viveros permiten que se logre contar con la producción que de otras formas sería casi imposible de lograr, por otra parte, los viveros también permiten la conservación de algunas especies que no logran prosperar en entornos normales, así como la mejora genética en algunas variedades de árboles logrando que estas sean más resistentes a enfermedades ya más adaptables.

#### **4.3.5. *Evaluación del crecimiento inicial del cultivo de pino***

Según la Dirección de Escuelas Agrarias, (2018) para analizar este punto es necesario dar a conocer que los pinos son plantas que en cierta forma extraen nutrientes del suelo en el que se encuentran, esto lo realizan en cantidades medias, por lo cual en el crecimiento inicial se debe tener en cuenta las disposiciones necesarias para un buen cuidado, así como cantidades suficientes para generar productos aceptables, antes de agregar algún fertilizante que se tenga en mente es necesario analizar el suelo en el cual se encuentra el cultivo de pino, esto para definir

a cantidad y fórmula necesaria a aplicar; si esto no pasa se debe tener cuidado de componentes químicos como el fósforo y el calcio, pues estos son complementarios; si se toma en cuenta estos aspectos importantes, el crecimiento en los cultivos de pino será muy productivo.

Según el manual elaborado por la Dirección de Escuelas Agrarias, (2018) señala que dentro de un vivero almacigado la ventaja principal de estar bajo cubierta plástica es de dar un menor tiempo de producción de las plántulas. Además, el riego dentro de los viveros mejora la nutrición, y debemos recordar adecuadamente, que el agua es el medio que por el cual los nutrientes aportados por la raíz del cultivo entran en contacto. Podemos utilizar un sistema de filtrado adecuado y establecer unas correctas dosis y frecuencia de riego adecuadas en cada momento del cultivo.

#### **4.3.6. Evaluación de plantas índice de Dickson**

Rueda Sánchez et al., (2012). Menciona, que combina parámetros morfológicos de longitud y peso. Las plantas con valores altos se caracterizan por tener un mayor desarrollo y un equilibrio entre las fracciones aéreas y radicales.

El Índice de calidad de Dickson se calcula a partir de la fórmula (1):

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\left(\frac{\text{Altura cm}}{\text{diámetro cuello de la raíz mm}}\right) + \left(\frac{\text{Peso seco parte aérea g}}{\text{peso seco raíz g}}\right)} \quad (1)$$

Estudios realizados con diferentes especies, indicaron que los valores de ICD de valor 0.5 corresponde a plantas de mejor calidad.

#### **4.3.7. Costos de producción.**

Son los que intervienen exclusivamente en el proceso productivo, sea directa o indirectamente; se clasifican en:

Hurtado. (2006). Indica, **costos directos**. son los valores de los insumos que intervienen directamente en el proceso productivo tales como los insumos directos, mano de obra directa y otros costos (en vivero, costos de mantenimiento de infraestructura).

Hurtado. (2006). Menciona, **costos indirectos**: son los valores de los insumos que tienen relación cercana con el proceso productivo; incluye la adquisición de bienes que ayudan a producir como los repuestos, combustibles u otros relacionados a la producción, o la contratación de servicios como la mano de obra indirecta y los gastos indirectos.

Costos de producción en viveros: Según (Olivera Cuadros & Maldonado, 2010) considerando también las manos de obra, materiales e insumos, equipos y herramientas. Sin embargo, distingue entre la mano de obra de producción de plántones, considerando mano de obra técnica forestal. Y Costos unitarios de mano de obra en la instalación de viveros forestales, considerando mano de obra del capataz, del operario, del oficial y del peón.

En un estudio minucioso realizado por Dávila Maraví, (2014) para la instalación de viveros, hace diferencia en la tecnología a utilizar, seleccionando la de alta tecnología y la de mediana tecnología, siendo los costos para estas US\$ 1980,20 y US\$ 1827,89 respectivamente. También menciona que la tasa de mortalidad es del 10,08% para viveros de alta tecnología y de 19.44% para viveros de mediana tecnología.

#### **4.4. Micorriza**

Según Camargo-Ricalde et al (2012) es definida como la sociedad entre las raíces de las plantas y algunos hongos, se hace mención también del origen de la palabra por el patólogo alemán Albert Bernhard Frank en el año 1877.

Trappe, (1994). Las define, como “órganos de absorción dobles que se forman cuando los hongos simbiotes viven dentro de órganos de absorción sanos (raíces, rizomas o tallos) de las plantas terrestres, acuáticas o epífitas”

El manual de producción de plantas forestales del gobierno de México GM (2007) define la micorriza como un proceso de simbiosis mutualista, en el que los hongos y las plantas superiores se benefician mutuamente. Este proceso debido a un conjunto de relaciones en las que las plantas se benefician por un mayor absorción de nutrientes. El autor define 5 pasos dentro del proceso de micorrización.

- a. Las plántulas generan sustancias en su metabolismo, las cuales presentan características que atraen a las micorrizas, siendo esta la primera relación entre las plantas y los hongos.
- b. Una vez que las micorrizas maduras, estas se convierten en hifas y empiezan el proceso de aproximación hacia las raíces de las plantas.
- c. Las hifas empiezan a formar una red alrededor de las raíces de las plantas, formando una especie de guante que llega a penetrarlas en la raíz de la planta y se genera la transferencia de nutrientes.
- d. La red llega a extraer nutrientes como nitrógeno, fósforo y otros minerales, transportándolos hacia las células de las raíces junto con el agua.
- e. Las plantas absorben los nutrientes mediante su sistema vascular de conducción, distribuyéndolos según sus necesidades a lo largo de sus tejidos.

#### **4.4.1. Técnicas y dosis de aplicación de micorrizas en pino**

Según Caso Gómez (2018) se presentan las siguientes técnicas de micorrización:

- a. Inóculo bruto o suelo micorrizada: Consiste en poner directamente suelo micorrizada, pudiendo ser esporas, micelios, etc.
- b. Inóculo esporal o cuerpos fructíferos: A partir de esporas se realiza un

preparado líquido homogéneo previa trituración que luego será aplicada de manera homogénea a la planta.

- c. Inóculo micelial o cultivo puros: Se obtienen micelios en laboratorio que se extraen de tejidos fúngicos por aislamiento, estos micelios tienen un tiempo de vida no mayor a 3 días
- d. Plantas micorrizables: Consiste en el trasplante de plantas micorrizadas a entornos de plantas sin micorrizas.
- e. Inóculo suelo: Este método consiste en hacer uso de tierra de plantas que ya cuentan con hongos ectomicorríticos.
- f. Inóculo micelial: Considerada muy eficiente y recomendada debido a la capacidad de obtener una especie de pino en menor tiempo. Se obtiene de la trituración de los cuerpos fructíferos de hongos para posteriormente mezclarse con la primera capa de tierra. Esta técnica resulta más eficaz por el método de siembra directa.

Para la determinación de dosis, Camey Vela (2014). Determinó, que una dosis de 5 gramos de inoculante resulta efectiva. Por otro lado, García Rodríguez (2018). Menciona, que concentraciones de  $1 \cdot 10^7$  esporas/planta resulta eficaz y económico.

#### **4.4.2. Tipos de micorriza**

Según Vergara Altamirano (2004) se puede dividir en diferentes grupos basados en la relación simbiótica entre las células radiculares y la física del hongo.

**4.4.2.1. Ectomicorrizas.** Resulta el tipo más común en árboles forestales, especialmente en especies pináceas coníferas y en algunas angiospermas, suelen introducirse entre las células de la corteza de la raíz, pero no al interior de estas, formando una red llamada “red de Hartig”. Las más comunes en pinos son:

- a. Gabemykorrhiza (coraloide): Bastante frecuente en suelos forestales. Las pequeñas raíces que la conforman son ramificadas y dicotómicas.
- b. Knollenmykorrhiza (tuberculada): A diferencia de la micorriza coraloide esta presenta dicotomías reunidas unas con otras, asemejando a cuerpos tuberculados.
- c. Einfachmykorrhiza (simple): Presenta raíz corta y extremidad dilatada, siendo esta fina y larga. Al ser diferente a las anteriormente mencionadas, se puede considerar como un estado nuevo.

**4.4.2.2. Endomicorrizas.** Hongos con presencia de esporas alargadas, presentes en las paredes de las raíces y algunas veces en el tejido cortical. Estas últimas son llamadas arbusculas son de pared delgada, ovalada u esférica.

Los más usuales de este tipo son los ficomicetos que se extiende al ras del suelo mediante hifas que se diseminan por el agua o mediante animales, generando una infección progresiva en las células de la pared de la raíz. Se encuentran en cultivos agrícolas como nogal, manzano, mandarinas, naranjas, fresas, etc.

**4.4.2.3. Ecto-endomicorrizas.** Presente en raíces coníferas con características tanto de las ectomicorrizas y endomicorrizas, pudiendo o no tener manto fungoso, pero sí presentan la red de Hartig. Sus hifas muestran diámetros pequeños que al penetrar las células de la corteza primaria reemplazan algunos ciertos tipos de infección endomicorrizal.

Su presencia se reduce a pinos de viveros en zonas boscosas o suelos de condiciones adversas. Se las considera menos importantes que los dos tipos de micorrizas mencionados previamente.

#### **4.4.3. Ventajas de la micorriza**

Según Gobierno de México (2007). Existen varias ventajas importantes que se generan debido a la aplicación de micorriza en plantaciones:

- a. Incremento rápido del desarrollo de las plantas
- b. Reducción de efectos negativos en el desarrollo de las plantas debido a cambios de temperaturas y humedad.
- c. Reducción de efectos negativos debido a agentes patógenos como hongos o nemátodos.
- d. Favorece al desarrollo de las plantas en condiciones adversas como suelos de baja fertilidad.
- e. Incrementa los índices de sobrevivencia en el cambio de las plantas.
- f. Aumenta la tolerancia de las plantas a condiciones adversas como sequías, niveles de pH extremos, toxinas y temperaturas elevadas del suelo.
- g. Aumenta la absorción de nutrientes de las plantas como calcio, potasio y nitrógeno.

Según un informe del Gobierno de México (2007) Todas estas ventajas suponen los resultados del proceso de simbiosis por la aplicación de micorrizas en las plantas, siendo favorable para varios tipos de plantación.

#### **4.4.4. Factores que impiden el desarrollo de la micorriza**

Camey (2014). Define, algunos factores importantes que se debe tener en cuenta para generar un proceso eficiente de micorrización, entre los que se menciona la temperatura, el pH y la fertilización. Si bien la temperatura representa un factor limitante, el rango apropiado es amplio, comprendiendo entre 0 °C a 38 °C con algunas variaciones según especie.



Con respecto al pH del suelo, el rango apropiado para el crecimiento del hongo es amplio, comprendiendo entre 4 a 6, sin embargo, pueden existir variaciones dependiendo al tipo de hongo. Por otra parte, es recomendable el uso de fertilizantes que no cuenten con metales pesados y tengan soluciones bajas en potasio, nitrógeno y fósforo.

## **5. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. Diseño de investigación**

Para el presente estudio, se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 3B, junto con dos testigos, siendo un total de 8 tratamientos y 32 unidades experimentales.

### **5.2. Tipo de investigación**

El presente estudio de investigación está enmarcado dentro del tipo descriptivo – evaluativo. Este estudio será de tipo experimental, se lleva a cabo la manipulación controlada de una o más variables que no han sido comprobadas previamente, en condiciones rigurosamente controladas. El investigador induce deliberadamente un experimento en el que introduce ciertas variables de estudio que él mismo modifica, lo que le permite controlar su aumento o disminución y observar su impacto en los comportamientos observados.

### **5.3. Enfoque de investigación**

Esta investigación se llevó desde un enfoque cuantitativo y se enmarca en el paradigma positivista, que también se conoce como paradigma naturalista. Este enfoque de investigación establece los principios para la indagación científica, partiendo de la premisa de que todo conocimiento debe derivar de la experiencia sensorial, lo que puede ser percibido y sometido a pruebas experimentales, es decir, debe ser completamente imparcial y objetivo.

#### 5.4. Nivel de investigación

En esta ocasión, la investigación adopto en un enfoque de carácter descriptivo. La investigación descriptiva es un enfoque que busca recopilar datos cuantificables para ser utilizada en el análisis estadístico de muestra de población.

#### 5.5. Ubicación

##### 5.5.1. Ubicación política

Región	:	Cusco
Provincia	:	Anta
Distrito	:	Anta

##### 5.5.2. Ubicación geográfica

Altitud	:	3376 m
Zona	:	18L
Este	:	807861 m E
Norte	:	8508558 m S

##### 5.5.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca	:	Vilcanota
Subcuenca	:	Hatunmayu
Microcuenca	:	Cusichimpu (quebrada)

##### 5.5.4. Ubicación temporal

La investigación tuvo una duración de 06 meses y comprende de dos fases:

**Fase pre experimental:** Se realizó del 25 de marzo al 8 de mayo, lo cual consistió en el almacenado de semillas y preparación del área de experimento

**Fase experimental:** Tuvo una duración de 5 meses (de 8 de mayo a 8 de setiembre).

### 5.5.5. Ubicación política – cartográfica

La investigación se realizó en los terrenos de la Unidad de Producción Forestal de la comunidad campesina de Pacca del Distrito de Anta – Provincia Anta – Región Cusco.

**Figura 1**

*Ubicación geográfica del departamento de Cusco, provincia de Anta*



**Fuente:** Google earth, 2022

**Figura 2**

*Ubicación del vivero experimental, institucional municipalidad provincial de Anta*



**Fuente:** Google earth, 2022

## **5.6. Materiales y Equipos**

### **5.6.1. Material biológico**

Se utilizó micorriza comercial, lo cual fue comprada de una tienda de agroquímicos para la inoculación en nuestras plántulas de *Pinus radiata*.

### **5.6.2. Materiales de campo**

- Libreta de campo
- Vernier de 150 mm
- Regla milimétrica
- Lápiz

### **5.6.3. Equipos**

- Laptop
- Cámara fotográfica
- Mochila asperjadora
- Balanza de máx. 5000 g
- Calculadora

### **5.6.4. Herramientas**

- Pico
- Zapapico
- Wincha
- Pala
- Bolsas polietileno
- Cordel de nylon
- Regadera

## 5.7. Métodos

### 5.7.1. *Diseño experimental*

Para el presente trabajo de investigación se adoptará el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 3B, más dos testigos, siendo un total de 8 tratamientos y 32 unidades experimentales.

### 5.7.2. *Factores de estudio*

#### a) Tipo de siembra (2A)

- Siembra Directa
- Siembra indirecta

#### b) Dosis de aplicación de micorriza (3B)

- Dosis alta
- Dosis media
- Dosis baja
- Más un testigo

**Tabla 1**

*Dosis de micorriza determinada para la investigación*

<b>Tipo de dosis</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Alta	8
Media	5
Baja	3
Testigo	0

**Tabla 2**

*Distribución de dosis de micorriza según al tipo de siembra de Pinus radiata*

Siembra Directa				Siembra Indirecta			
Micorriz a dosis alta	Micorriz a dosis media	Micorriza dosis baja	Testigo	Micorriz a dosis alta	Micorriz a dosis media	Micorriza dosis baja	Testigo
8.(g)	5.(g)	3.(g)	0.(g)	8.(g)	5.(g)	3.(g)	0.(g)

### 5.7.3. *Tratamientos*

**Tabla 3**

*Tratamientos para efectuar con micorriza*

N° de tratamiento	Tratamientos	Dosis de micorriza
T1	Siembra directa + dosis alta de micorriza	8 gramos
T2	Siembra directa + dosis media de micorriza	5 gramos
T3	Siembra directa + dosis baja de micorriza	3 gramos
T4	Testigo	0 gramos
T5	Siembra indirecta + dosis alta de micorriza	8 gramos
T6	Siembra indirecta + dosis media de micorriza	5 gramos
T7	Siembra indirecta + dosis baja de micorriza	3 gramos
T8	Testigo	0 gramos

La Tabla 3 muestra las distintas combinaciones escogidas para los tratamientos aplicar.

### 5.7.4. *Variables e indicadores*

**a) Variables dependientes**

- Calidad de la planta - Índice de calidad de Dickson (ICD)

**b) Variables independientes**

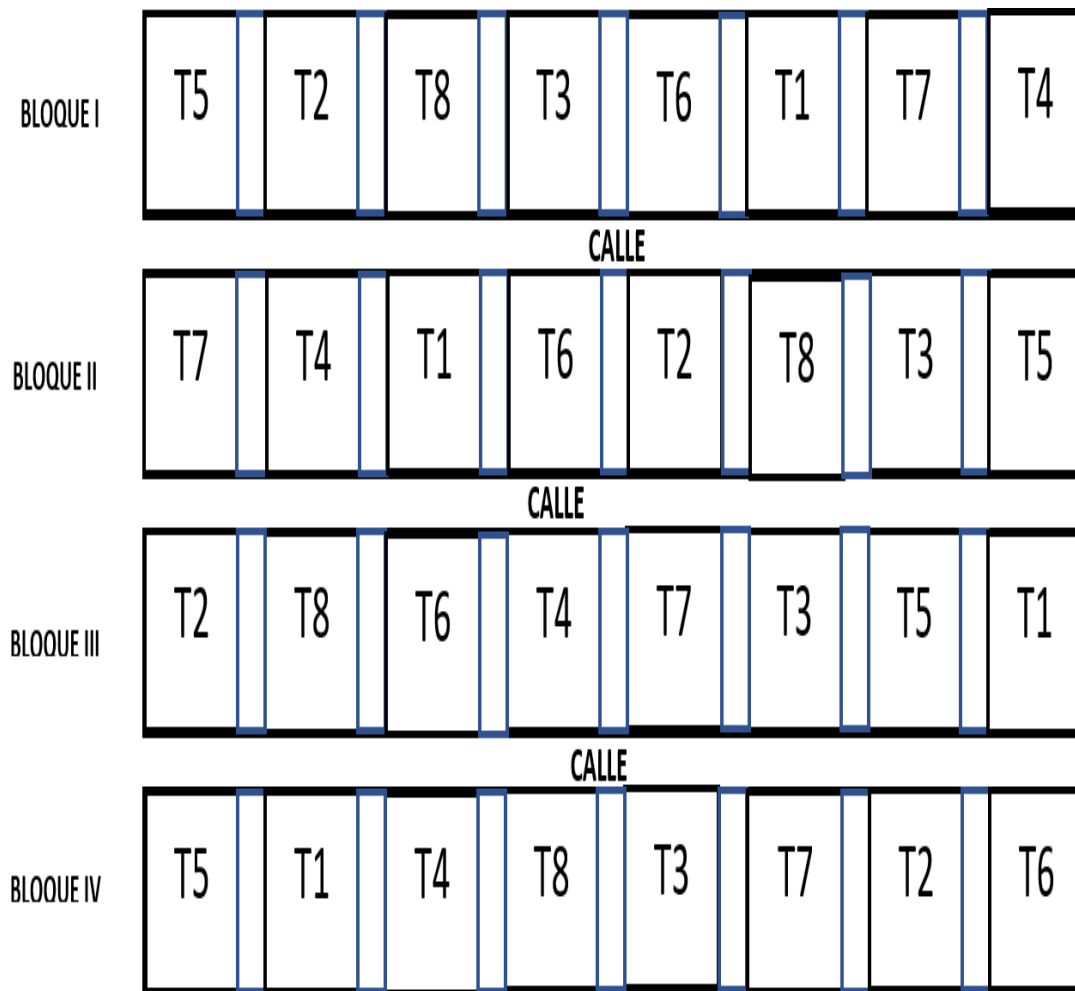
- Dosis de micorriza comercial (dosis alta, dosis media y dosis baja)
- Tipo de siembra (directa e indirecta)

**c) Indicadores**

- Altura de planta, en cm.
- Diámetro de tallo en cm.
- Longitud de raíz, en cm.
- Peso seco de raíz, en g.
- Peso seco de la parte aérea g.
- Peso seco total de la planta g.

### Figura 3

*Croquis de ubicación de los tratamientos en el campo experimental DBCA Con arreglo factorial 2A x 3B*



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3 se observa el croquis de la distribución de cada una de las pruebas en el vivero municipal del de Anta, Cusco.

#### 5.7.5. Población y muestra

La población de estudio se ha planteado de 640 plantas, al ser 4 bloques se distribuirán 160 plantas en cada bloque y un total de 20 plantas por tratamiento, la muestra a evaluar se halla mediante la siguiente fórmula:



$$n = \frac{z^2 \times p \times q \times N}{e^2(N-1) + z^2 \times p \times q} \quad (2)$$

Donde:

n: muestra

N: población

p: probabilidad a favor

q: probabilidad en contra

z: nivel de confianza

e: Error de muestra

Para un nivel de confianza de 95%, reemplazando en la fórmula (2) se obtiene:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 640}{0.05^2(640 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 240$$

La muestra a evaluar de acuerdo a la fórmula calculada es de 7.5 plántulas por tratamiento, por manejo no es viable por lo que se tomará en cuenta la evaluación de 8 plántulas por tratamiento, 64 plantas por bloque y 256 plantas a evaluarse en todo el experimento.

#### **5.7.6. Características del campo experimental**

##### **a) Almaciguera:**

- Largo : 1.50 m
- Ancho : 1.00 m
- Área total : 1.50 m<sup>2</sup>

**b) Campo experimental:**

- Largo : 10.00 m
- Ancho : 5.20 m
- Ancho de calles : 0.40 m
- Área : 52.00 m<sup>2</sup>

**c) Bloque:**

- Largo : 9.00 m
- Ancho : 0.80 m
- Área : 7.20 m<sup>2</sup>

**d) Parcelas:**

- Largo : 1.00 m
- Ancho : 0.80 m
- Área : 0.80 m<sup>2</sup>
- Área neta a evaluar : 0.80 m<sup>2</sup>

**e) Densidad:**

- Distancia entre plantas : 0.20 m
- N° plantas/tratamiento : 20
- N° plantas a evaluar /tratamiento : 8
- N° plantas/bloque : 160
- N° plantas/Experimento : 640

## **5.8. Conducción de la investigación**

### **5.8.1. Construcción y manejo**

**5.8.1.1. Colocación de postes – Alambre – Malla Rachel.** En esta actividad se comenzó con la apertura de hoyos en una cantidad de 10 hoyos de medidas de 0.40 x 0.50 m, y la colocación de postes se efectuó con rollos de 5 pulgadas x 2.50 m. A continuación, se realizó el tinglado de alambre galvanizado número 14 de poste a poste, empezando por el nivel del suelo hacia a lo alto, fijando con grapas de una pulgada de acero. Para el colocado de malla Rachel se procedió según a las medidas se procedió a cortar y así poder unirlos mediante una costura, cubriendo de esta manera en su totalidad el vivero, cabe precisar el cubrimiento con la malla Rachel fue permanente para poder incrementar la temperatura interior para facilitar el crecimiento de las plántulas.

**5.8.1.2. Preparación de sustrato – Almacigado.** Para el almacigado, la preparación del sustrato fue preparado en una proporción de 1:1 arena y tierra negra previamente zarandeados, seguidamente se trasladó el sustrato a la cama almaciguera.

El almacigado de la cama se llevó a cabo al voleo distribuyendo uniformemente sobre la área de la cama preparada, luego se cubrió con el propio sustrato, una vez completado el almacigado se resguardó con plástico. El riego se efectuó cada dos a tres días con regadera.

**5.8.1.3. Preparación de camas.** La apertura de camas de repique o de producción fueron aperturas con dimensiones de 10 m de largo x 1 m de ancho x 0.20 m de profundidad. También, el piso se construyó con una pendiente liviana para el riego, de la tal manera se construyó 4 camas con las

medidas antes mencionadas y con una separación de 0.40 m de cama a cama para la evaluación y traslado de materiales.

**5.8.1.4. Llenado de sustratos y mezclas.** Para la mezcla de sustrato se procedió con una proporción de 3:2:1 tierra negra, tierra agrícola y arena. Donde, los componentes fueron zarandeados de medida de 1 cm x 1 cm. De tal manera se llenó el sustrato en bolsas de polietileno de 5" x 7" x 0.002 y se colocaron en las camas aperturadas, y las bolsas con sustrato se distribuyeron en las camas con un distanciamiento de 0.20 m de bolsa a bolsa.

**5.8.1.5. Inoculación de micorriza.** La micorriza comercial se inoculó directamente a las bolsas según las dosis de los tratamientos de distribución en las camas, seguidamente se procedió el riego correspondiente con la regadera, lo cual esta actividad se realizó tres días antes del repique de las plántulas y siembra directa de semillas.

**5.8.1.6. Trasplante y/o repique.** Se hizo el retiro de las plántulas de la cama almaciguera a los 45 días con un tamaño de 5 cm de altura de plántulas. Lo primero se llevó a cabo el riego con regadera de las bolsas con sustrato y luego se instaló con la ayuda de un repicador.

La siembra directa, un día antes se indujo la semilla en un recipiente con agua durante 24 horas, a continuación, se realizó la desinfección con el producto vitavax 300 y se produjo a la siembra directamente a las bolsas con sustrato con una densidad de 2 semillas por bolsa en una profundidad de 1 cm y cubierta con el mismo sustrato de la bolsa.

**5.8.1.7. Riego (regadera) – deshierbe** Se aplicó de manera controlada agua a las plántulas de pino para mantener un nivel de humedad apropiado en el sustrato y promover su crecimiento, considerando un riego de manera

periódica de 3 a 5 días, según su requerimiento el campo y según a las condiciones ambientales de la zona. También Se realizaron la eliminaron de plantas no deseadas, que compiten por los nutrientes y pueden afectar el crecimiento de las plántulas de Pino. Esta actividad se realiza regularmente para mantener el área de producción adecuada.

**5.8.1.8. Control fitosanitario.** Se procedieron para la prevención de ataques de enfermedades fungosas, roedores e insectos, de los cuales se presentaron roedores dañando semillas de la siembra directa, gusanos cortadores (sillhui) dañando las plántulas de la siembra directa con cortes en la parte aérea de la planta y la chupadera fungosa se presentó en los primeros meses de crecimiento de plántulas en camas de producción. De los cuales se controlaron con fungicida para chupadera 740, insecticida carbodan 48f para el control de gusano cortador y raticida para el control de roedores.

**5.8.1.9. Fertilización.** Se realizó a través de la aplicación del abono foliar denominado AMINOVIGOR, la aplicación se efectuó mediante una pulverizadora de 15 litros, lo cuales se aplicaron cada 15 días.

## **5.8.2. Evaluación de indicadores**

**5.8.2.1. Altura de planta.** Se procedió la medida desde la base hasta la parte superior del brote principal. Esta altura representa un factor importante del desarrollo y calidad de la planta. Para lo cual se utilizó la herramienta de una regla de 30 cm.

**5.8.2.2. Diámetro de tallo.** Se midió considerando la parte más gruesa del tronco de la plántula, para lo cual se empleó el vernier digital para obtener las medidas que representan un factor relevante del desarrollo y calidad de las plantas.

**5.8.2.3. Longitud de raíz.** Se extendió en línea recta la raíz y se midió la longitud correspondiente por cada planta, el valor fue registrado junto con los demás datos por cada plántula que sobrevivió a la primera etapa, para lo cual se utilizó una regla de 30 cm.

**5.8.2.4. Peso seco de la planta.** Se obtuvo considerando tanto la raíz y la parte aérea de la plántula una vez que se encuentre seca. De tal manera se secó en una estufa a una temperatura de 70 grados Celsius durante 45 minutos, de tal manera a continuación se procedió a pesar el peso resultante y se registró en gramos para cada tratamiento, para lo cual se utilizó una balanza gramera.

**5.8.2.5. Índice de calidad de Dickson.** Se realizó el cálculo del índice de Dickson (ICD), considerando las variables mencionadas, este se calculó de acuerdo a la fórmula de Dickson por cada tratamiento.

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\left(\frac{\text{Altura cm}}{\text{diámetro cuello de la raíz mm}}\right) + \left(\frac{\text{Peso seco parte aérea g}}{\text{peso seco raíz g}}\right)} \quad (1)$$

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Altura de la planta

**Tabla 4**

*Promedios de altura de la planta alcanzadas por tratamiento (cm)*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	
B - I	11.56	12.06	13.13	11.88	9.63	10.25	10.64	8.75	87.90
B - II	12.13	12.19	12.88	11.73	9.13	11.06	11.14	10.15	90.41
B - III	12.56	11.76	12.89	11.81	10.70	11.50	11.11	10.38	92.71
B - IV	11.71	12.13	13.13	11.50	10.09	11.93	11.25	10.25	91.99
<b>Suma</b>	<b>47.96</b>	<b>48.14</b>	<b>52.03</b>	<b>46.92</b>	<b>39.55</b>	<b>44.74</b>	<b>44.14</b>	<b>39.53</b>	<b>363.01</b>
<b>Prom.</b>	<b>11.99</b>	<b>12.04</b>	<b>13.01</b>	<b>11.73</b>	<b>9.89</b>	<b>11.19</b>	<b>11.04</b>	<b>9.88</b>	<b>11.34</b>
	Siembra Directa				Siembra Indirecta				
Siembra	Suma = 195.05				Suma = 167.96				363.01
	Prom. = 12.19				Prom. = 10.50				11.34
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza					
Dosis M	Suma = 87.51	Suma = 92.88	Suma = 96.17	Suma = 86.45	363.01				
	Prom. = 10.94	Prom. = 11.61	Prom. = 12.02	Prom. = 10.81	11.34				

Según la tabla 4 se observa que el promedio, de las plántulas tratadas con dosis baja y media de micorriza de la siembra directa presentan una altura de (13.01 cm y 12.04 cm), el cual es superior a la siembra indirecta de la dosis media (11.19 cm), baja (11.04 cm) los cuales también resaltaron en la siembra indirecta. Este patrón se mantiene tanto en el promedio de la siembra directa (promedio de 12.19 cm) como en la siembra indirecta (promedio de 10.50 cm). En general, estos resultados indican que la aplicación de micorriza con dosis baja favorece un mayor crecimiento en la altura de las plántulas de pinos en condiciones de vivero forestal.

**Tabla 5***ANNVA de altura de la planta (cm)*

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	1.7022	0.5674	2.9804	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamiento	07	32.7566	4.6795	24.5812	2.49000	3.64000	**
Tipo. Siembra (S)	01	22.9334	22.9334	120.4675	4.32000	8.02000	**
Dosis Micorr. (DM)	03	7.8626	2.6209	13.7673	3.07000	4.87000	**
Siemb. * D Micorr.	03	1.9607	0.6536	3.4331	3.07000	4.87000	* NS.
Error	21	3.9978	0.1904				
Total	31	38.4566	CV = 3.85%				

El análisis ANVA tabla 5 para la altura de las plántulas de pino revela que tanto el tipo de siembra (altamente significativo) como la dosis de micorriza (significativa) influyen notablemente en el crecimiento de las plantas, con una interacción parcialmente significativa entre estos dos factores. Los resultados muestran que las variaciones en la altura de las plantas se deben principalmente a estas variables, con un Coeficiente de Variación (CV) de 3.85%, indicando una baja variabilidad y alta confiabilidad de los datos. Este análisis subraya la importancia de seleccionar adecuadamente tanto el tipo de siembra como la dosis de micorriza para optimizar el crecimiento de las plántulas de pinos en condiciones de vivero.

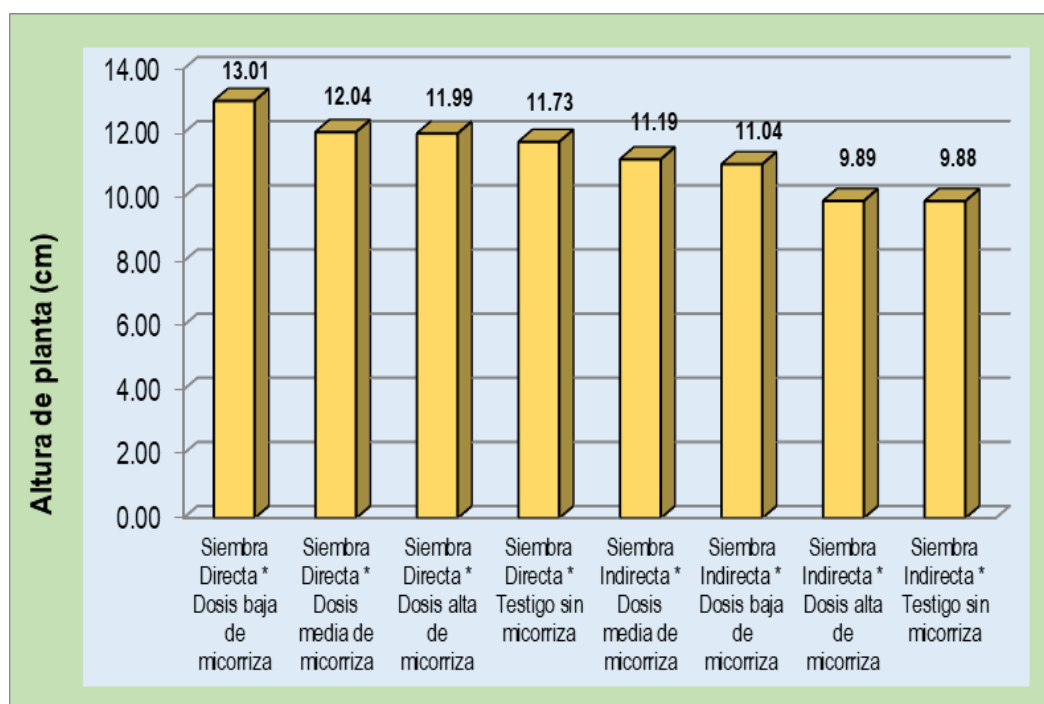
**Tabla 6***Prueba de Tukey de tratamiento para Altura de planta (cm)*

Nº de Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza	13.01	a	a
II	Siembra Directa * Dosis media de micorriza	12.04	a b	a b
III	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza	11.99	a b	a b
IV	Siembra Directa * Testigo sin micorriza	11.73	b	b
V	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza	11.19	b	b
VI	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza	11.04	b	b c
VII	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza	9.89	c	c
VIII	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza	9.88	c	c



**Figura 4**

*Tratamientos para Altura de planta (cm)*



Según la tabla 6 y figura 4 indica según este análisis, la siembra directa con dosis baja de micorriza muestra la mayor altura (13.01 cm), clasificándose significativamente en el grupo superior ("a") tanto al 5% como al 1% de nivel de significancia. En contraste, la siembra indirecta con dosis alta y el testigo sin micorriza, ambos con alturas promedio de aproximadamente 9.89 cm y 9.88 cm respectivamente, se sitúan en el grupo inferior ("c"), indicando una altura significativamente menor en comparación con el grupo superior. Este análisis de Tukey destaca que la siembra directa con dosis baja de micorriza es la más efectiva para el crecimiento en altura de las plántulas pino, mientras que la siembra indirecta, especialmente con dosis alta de micorriza y el testigo sin micorriza, resulta en el crecimiento más bajo. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la influencia de los tipos de siembra y las dosis de micorriza en el desarrollo de las plántulas de pinos en condiciones de vivero.

**Tabla 7**

*Prueba Tukey de tipos de siembra para Altura de planta (cm)*

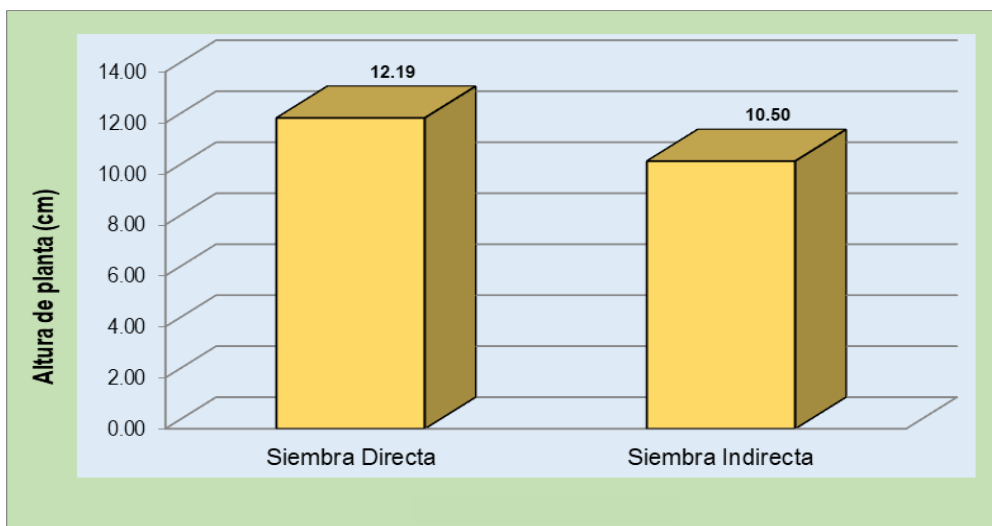
Nº de Orden	Tipo de siembra	Significación de Tukey	
		5%	1%
I	Siembra Directa	a	a
II	Siembra Indirecta	b	b

ALS<sub>5%</sub>= 0.32      ALS<sub>1%</sub>= 0.44

Altura de planta (cm) a 150 días

**Figura 5**

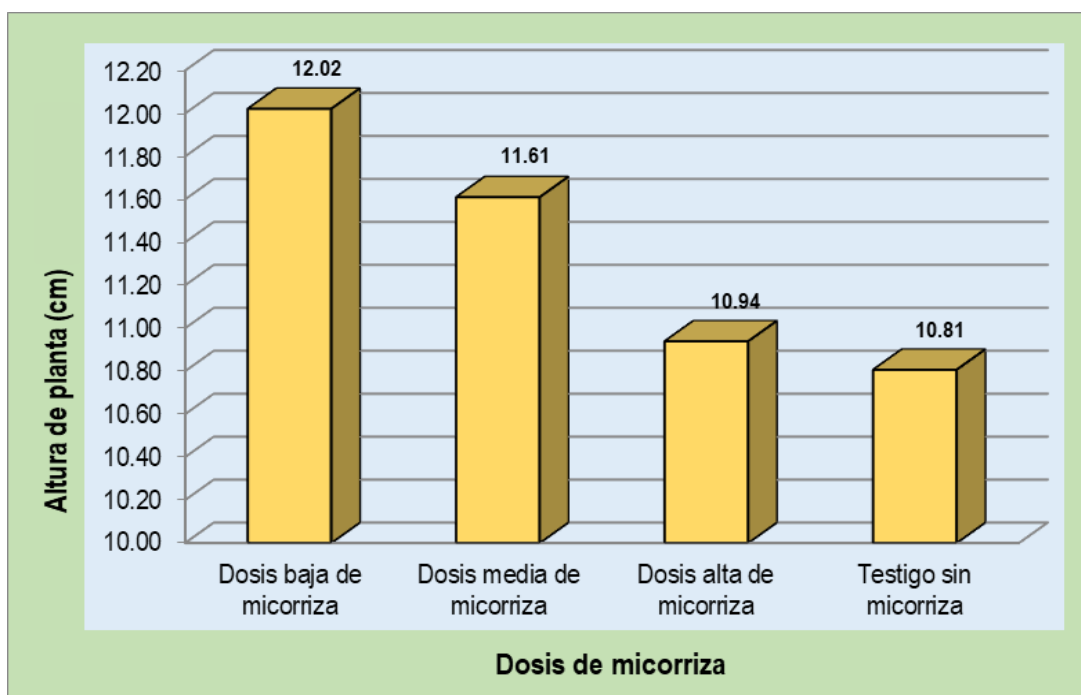
*Tipo de siembra para Altura de planta (cm)*



El análisis de la tabla 7 y figura 5 de Tukey para comparar los tipos de siembra en términos de altura de las plántulas de pino muestra diferencias significativas entre la siembra directa y la siembra indirecta. La siembra directa presenta un promedio de altura de 12.19 cm y se clasifica en el grupo "a" tanto al 5% como al 1% de nivel de significancia, lo que indica que es significativamente más alta que la siembra indirecta. Por otro lado, la siembra indirecta, con un promedio de altura de 10.50 cm, se clasifica en el grupo "b" en ambos niveles de significancia, mostrando una altura significativamente menor en comparación con la siembra directa.

**Tabla 8***Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Altura de planta (cm)*

Nº de Orden	Dosis de micorriza	Altura de planta (cm) a 150 días	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Dosis baja de micorriza	12.02	a	a
II	Dosis media de micorriza	11.61	a	a b
III	Dosis alta de micorriza	10.94	b	b c
IV	Testigo sin micorriza	10.81	b	c

**Figura 6***Dosis de micorriza para Altura de planta (cm)*

El análisis de tabla 8 y figura 6 de Tukey para las dosis de micorriza en relación con la altura de plántulas de pino indica diferencias significativas en el efecto de las distintas dosis en el crecimiento de las plántulas. La dosis baja de micorriza presenta el mayor promedio de altura (12.02 cm) y se clasifica en el grupo "a" tanto al 5% como al 1% de nivel de significancia, lo que indica que es significativamente más alta que las dosis más altas y el testigo.

## 6.2. Diámetro detalle

**Tabla 9**

*Promedios de diámetro de tallo (mm)*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	
B - I	1.70	1.86	1.99	1.79	1.07	1.10	1.21	1.08	11.80
B - II	2.00	2.09	2.25	1.69	1.03	1.12	1.11	1.03	12.32
B - III	1.80	1.94	2.19	2.00	1.17	1.03	1.17	1.06	12.36
B - IV	2.20	2.29	2.08	2.04	1.23	1.27	1.22	1.17	13.50
<b>Suma</b>	<b>7.70</b>	<b>8.18</b>	<b>8.51</b>	<b>7.52</b>	<b>4.50</b>	<b>4.52</b>	<b>4.71</b>	<b>4.34</b>	<b>49.98</b>
<b>Prom.</b>	<b>1.93</b>	<b>2.05</b>	<b>2.13</b>	<b>1.88</b>	<b>1.13</b>	<b>1.13</b>	<b>1.18</b>	<b>1.09</b>	<b>1.56</b>
	Siembra Directa				Siembra Indirecta				
Siembra	Suma = 31.91				Suma = 18.07				49.98
	Prom. = 1.99				Prom. = 1.13				1.56
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza					
Dosis M	Suma = 12.20	Suma = 12.70	Suma = 13.22	Suma = 11.86	49.98				
	Prom. = 1.53	Prom. = 1.59	Prom. = 1.65	Prom. = 1.48	1.56				

El análisis de los datos tabla 9 del diámetro del tallo de las plántulas de pino, muestra que tanto la dosis de micorriza como el tipo de siembra tienen un impacto significativo en el crecimiento de las plántulas. Las plántulas de siembra directa con dosis baja y dosis media exhiben un mayor diámetro de tallo con promedios de (2.13 mm y 2.05 mm) en comparación con la siembra indirecta con dosis baja y dosis media (1.18 mm y 1.13 mm). Además, se observa que mantiene el patrón de tipo de siembra con promedio de 1.99 mm a la diferencia de siembra indirecta con promedio de 1.13 mm. Por tanto, estos resultados indican que la siembra directa con dosis baja de micorriza favorece en el crecimiento del diámetro de tallo de la plántula de pino a nivel de vivero.

**Tabla 10***ANVA de diámetro de tallo (mm)*

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	0.1927	0.0642	5.1809	3.07000	4.87000	**
Tratamiento	07	6.1557	0.8794	70.9152	2.49000	3.64000	**
Tipo. Siembra (S)	01	5.9858	5.9858	482.7026	4.32000	8.02000	**
Dosis Micorr. (DM)	03	0.1322	0.0441	3.5546	3.07000	4.87000	* NS.
Siemb. * D Micorr.	03	0.0377	0.0126	1.0134	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	0.2604	0.0124				
Total	31	6.6089	CV = 7.13%				

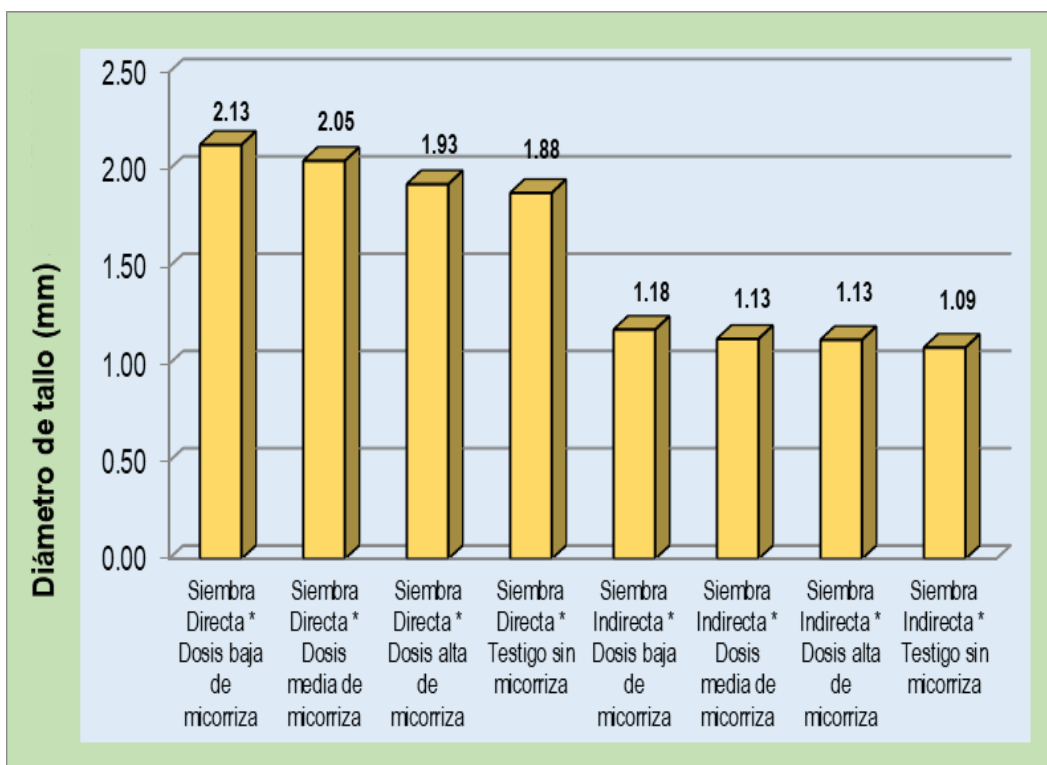
El ANVA realizado para el diámetro del tallo de las plántulas de pino indica que tanto los bloques como los tratamientos y el tipo de siembra son factores altamente significativos, con un impacto notable en el diámetro del tallo. El tipo de siembra muestra la mayor influencia con un valor F extremadamente alto (482.70), sugiriendo una diferencia significativa en el diámetro del tallo entre la siembra directa e indirecta. Aunque la dosis de micorriza tiene un efecto significativo, la interacción entre el tipo de siembra y la dosis de micorriza no es significativa. El Coeficiente de Variación (CV) del 7.13% indica una moderada variabilidad en los datos.

**Tabla 11***Tukey de tratamiento para Diámetro de tallo (mm)*

Nº de Orden	Tratamiento	Diámetro de tallo (mm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza	2.13	a	a
II	Siembra Directa * Dosis media de micorriza	2.05	a	a
III	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza	1.93	a	a
IV	Siembra Directa * Testigo sin micorriza	1.88	a	a
V	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza	1.18	b	b
VI	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza	1.13	b	b
VII	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza	1.13	b	b
VIII	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza	1.09	b	b

**Figura 7**

*Tratamiento para Diámetro de tallo (mm)*



El análisis tabla 11 y figura 7 de Tukey para los tratamientos de siembra y dosis de micorriza en relación con el diámetro del tallo de las plántulas pino revela diferencias significativas. Los tratamientos de siembra directa, independientemente de la dosis de micorriza, incluyendo el testigo sin micorriza, se clasifican todas en el grupo superior "a", con diámetros que varían de 1.88 mm a 2.13 mm. Esto indica que la siembra directa favorece un mayor diámetro del tallo en comparación con la siembra indirecta, sin importar la dosis de micorriza aplicada. Por otro lado, todos los tratamientos de la siembra indirecta se agrupan en el nivel inferior "b", con diámetros entre 1.09 mm y 1.18 mm, mostrando un crecimiento significativamente menor en comparación con la siembra directa.

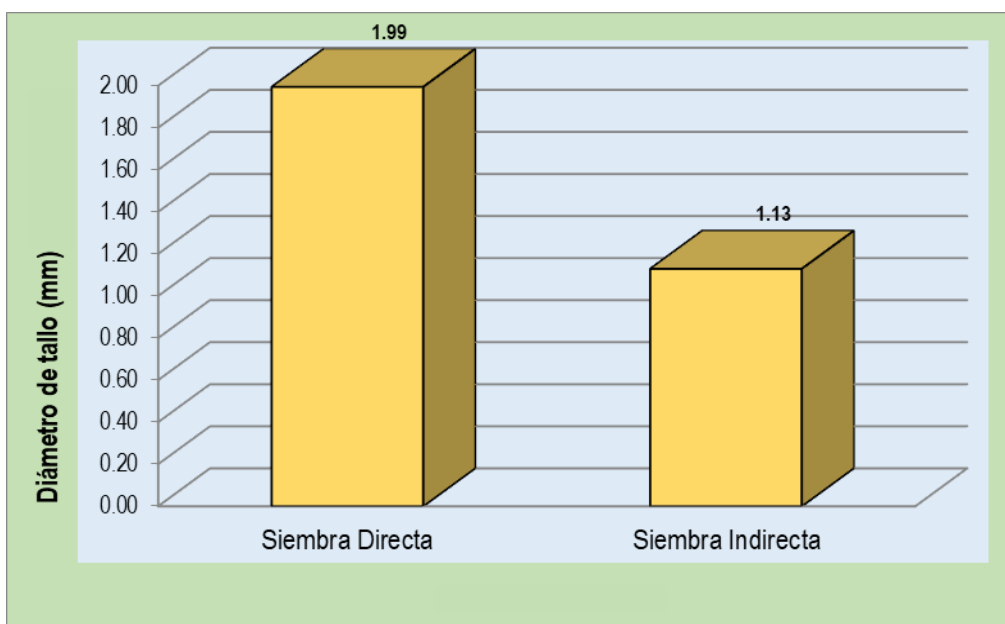
**Tabla 12**

*Prueba Tukey de tipo de siembra para Diámetro de tallo (mm)*

Nº de Orden	Tipo de siembra	Diámetro de tallo (mm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
			ALS <sub>5%</sub> = 0.08                      ALS <sub>1%</sub> = 0.11	
I	Siembra Directa	1.99	a	a
II	Siembra Indirecta	1.13	b	b

**Figura 8**

*Tipo de siembra para Diámetro de tallo (mm)*

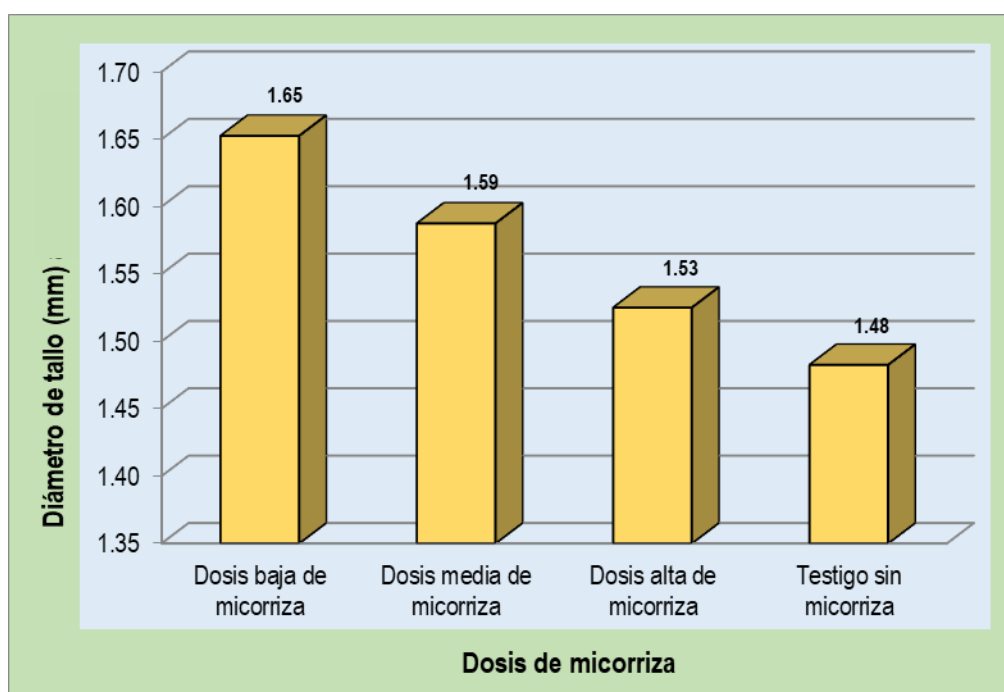


El análisis de tabla 12 y figura 8 de Tukey para el diámetro del tallo en función del tipo de siembra muestra una diferencia clara y significativa entre la siembra directa e indirecta. La siembra directa presenta un promedio de diámetro de tallo significativamente mayor (1.99 mm) y se clasifica en el grupo "a" en ambos niveles de significancia (5% y 1%), lo que indica un crecimiento superior en comparación con la siembra indirecta. Por otro lado, la siembra indirecta, con un promedio de 1.13 mm, se sitúa en el grupo "b", reflejando un crecimiento significativamente menor en el diámetro del tallo.

**Tabla 13***Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Diámetro de tallo (mm)*

ALS<sub>5%</sub> 0.16  
=

Nº de Orden	Dosis de micorriza	Diámetro de tallo (mm) a 150 días	Significación de Tukey 5%
I	Dosis baja de micorriza	1.65	a
II	Dosis media de micorriza	1.59	a b
III	Dosis alta de micorriza	1.53	a b
IV	Testigo sin micorriza	1.48	b

**Figura 9***Dosis de micorriza para Diámetro de tallo (mm)*

El análisis de tabla 13 y figura 9 de Tukey para las diferentes dosis de micorriza en relación con el diámetro del tallo de los pinos muestra diferencias en el crecimiento, aunque no tan marcadas como en el caso del tipo de siembra. La dosis baja de micorriza presenta el mayor diámetro promedio (1.65 mm) y se clasifica en el grupo "a", indicando que es significativamente mayor que el testigo sin micorriza, que se encuentra en el grupo "b" con un promedio de 1.48 mm.



### 6.3. Longitud de raíz

**Tabla 14**

*Promedios de Longitud de raíz (cm)*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	
B - I	9.60	13.80	15.60	13.40	10.20	13.30	8.60	12.70	97.20
B - II	6.90	13.70	17.40	16.20	8.70	18.10	11.20	14.80	107.00
B - III	12.80	13.00	14.60	12.40	15.90	18.20	14.50	11.00	112.40
B - IV	12.00	17.10	16.90	15.00	10.70	14.90	17.60	12.20	116.40
<b>Suma</b>	<b>41.30</b>	<b>57.60</b>	<b>64.50</b>	<b>57.00</b>	<b>45.50</b>	<b>64.50</b>	<b>51.90</b>	<b>50.70</b>	<b>433.00</b>
<b>Prom.</b>	<b>10.33</b>	<b>14.40</b>	<b>16.13</b>	<b>14.25</b>	<b>11.38</b>	<b>16.13</b>	<b>12.98</b>	<b>12.68</b>	<b>13.53</b>
		Siembra Directa				Siembra Indirecta			
Siembra		Suma =	220.40		Suma =	212.60			433.00
		Prom. =	13.78		Prom. =	13.29			13.53
		D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza				
Dosis M	Suma =	86.80	Suma =	122.10	Suma =	116.40	Suma =	107.70	433.00
	Prom. =	10.85	Prom. =	15.26	Prom. =	14.55	Prom. =	13.46	13.53

El análisis tabla 14 de los datos sobre la longitud de raíz en plántulas de pino muestra que la dosis de micorriza influye significativamente en el crecimiento radicular. Las plántulas tratadas de la siembra directa con dosis baja y dosis media presentan promedios (16.13 cm y 14.40 cm) y la siembra indirecta con dosis media y dosis baja muestran promedios (16.13 cm y 12.98 cm). También el tipo de siembra directa presenta promedio 13.78 cm y la siembra indirecta presenta promedio 13.29. Además, no se observan diferencias significativas en la longitud de raíz entre los tipos de siembra directa e indirecta. La dosis baja de la siembra directa y la dosis media de la siembra indirecta favorece en el crecimiento de la raíz.

**Tabla 15***ANVA de Longitud de raíz (cm)*

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	25.9138	8.6379	1.5190	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamientos	07	122.7938	17.5420	3.0847	2.49000	3.64000	* NS.
Tipo. Siembra (S)	01	1.9013	1.9013	0.3343	4.32000	8.02000	NS. NS.
Dosis Micorr. (DM)	03	89.8313	29.9438	5.2656	3.07000	4.87000	**
Siemb. * D Micorr.	03	31.0612	10.3537	1.8207	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	119.4212	5.6867				
Total	31	268.1288	CV =	17.62%			

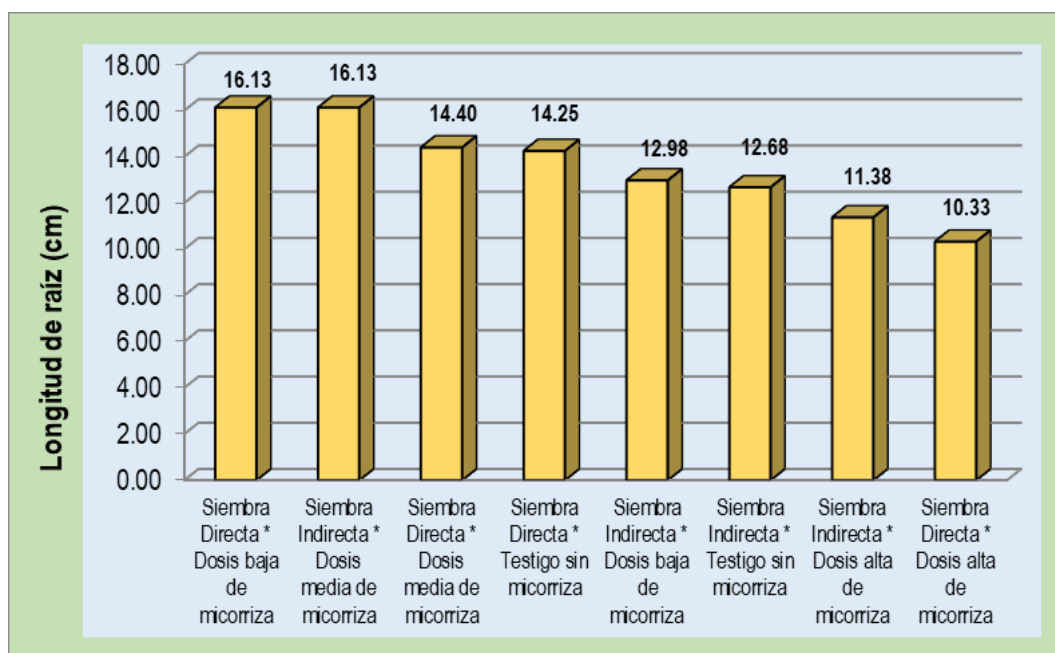
El ANOVA tabla 15 para la longitud de raíz de las plántulas de pino indica que la dosis de micorriza es un factor significativo, con un valor F notablemente alto (5.2656), lo que sugiere un impacto considerable de la dosis de micorriza en el crecimiento radicular. En contraste, ni los bloques ni el tipo de siembra, ni la interacción entre siembra y dosis de micorriza, muestran significancia estadística. Estos resultados subrayan la importancia de la dosis de micorriza en la longitud de las raíces, mientras que el tipo de siembra no parece tener un impacto significativo. Además, un Coeficiente de Variación (CV) del 17.62% indica una variabilidad moderada en los datos.

**Tabla 16***Tukey de tratamiento para Longitud de raíz (cm)*

N° de Orden	tratamiento	ALS <sub>5%</sub> =	ALS <sub>1%</sub> =	Longitud de raíz (cm) a 150 días	Significación de Tukey	
		5.65	6.90		5%	
I	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza			16.13	a	
II	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza			16.13	a	
III	Siembra Directa * Dosis media de micorriza			14.40	a	b
IV	Siembra Directa * Testigo sin micorriza			14.25	a	b
V	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza			12.98	a	b
VI	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza			12.68	a	b
VII	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza			11.38	a	b
VIII	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza			10.33		b

**Figura 10**

*Tratamiento para Longitud de raíz (cm)*



El análisis de tabla 16 y figura 10 de Tukey para la longitud de raíz en diferentes tipos de siembra y dosis de micorriza muestra que los tratamientos de siembra directa con dosis baja de micorriza y siembra indirecta con dosis media de micorriza alcanzan la mayor longitud de raíz (16.13 cm), ambas clasificadas en el grupo "a". Esto indica que estos tratamientos son particularmente efectivos para el crecimiento radicular. Otros tratamientos, incluyendo siembra directa con dosis media y el testigo sin micorriza, así como siembra indirecta con dosis baja, alta y testigo, se clasifican en los grupos "a b", mostrando una eficacia moderada. La siembra directa con dosis alta de micorriza resulta en la menor longitud de raíz (10.33 cm), clasificándose en el grupo "b". Estos resultados sugieren que el tratamiento óptimo para el crecimiento radicular en los pinos depende tanto de la dosis de micorriza como del tipo de siembra, con algunos tratamientos específicos que resultan en un crecimiento significativamente mejor.

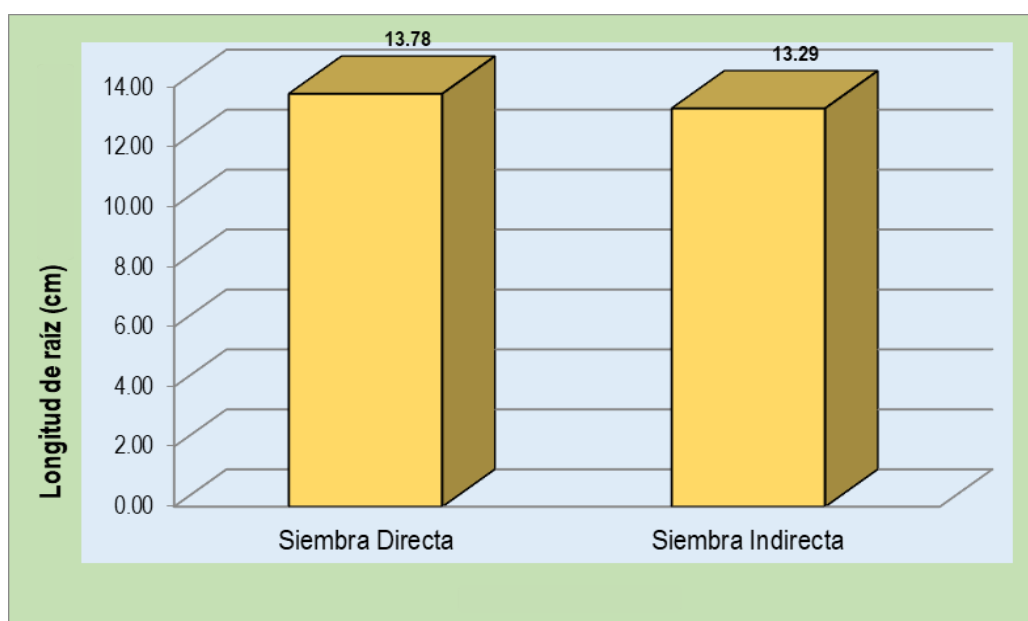
**Tabla 17**

*Ordenamiento de Tipo de siembra para Longitud de raíz (cm)*

Nº de Orden	Tipo de siembra	Longitud de raíz (cm)
I	Siembra Directa	13.78
II	Siembra Indirecta	13.29

**Figura 11**

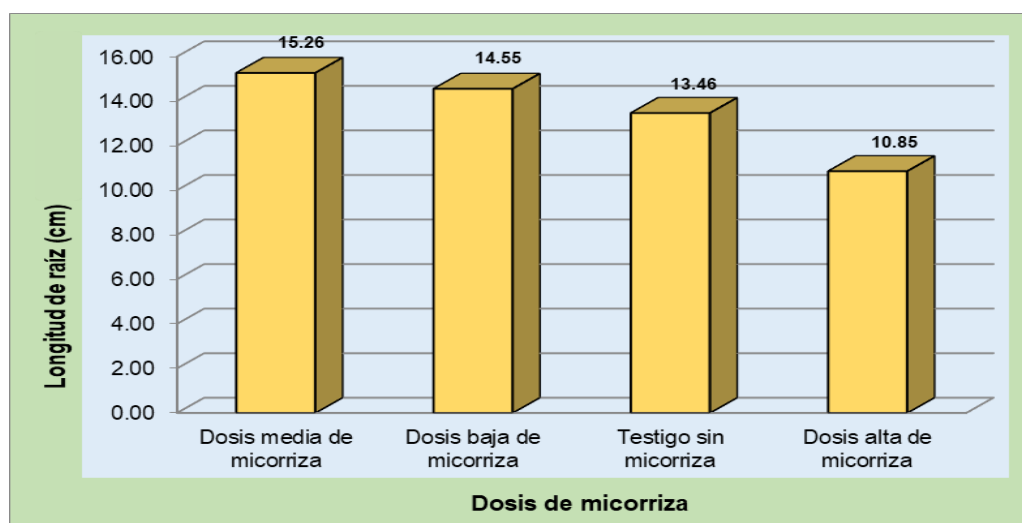
*Tipo de siembra para Longitud de raíz (cm)*



El análisis de tabla 17 y figura 11 de longitud de raíz en función del tipo de siembra muestra una diferencia leve pero notable entre la siembra directa e indirecta. Con un promedio de 13.78 cm, la siembra directa presenta una longitud de raíz ligeramente mayor en comparación con la siembra indirecta, que tiene un promedio de 13.29 cm. Aunque la diferencia no es drástica, estos resultados sugieren que el tipo de siembra directa puede ser ligeramente más favorable para el desarrollo radicular de los pinos en condiciones de vivero.

**Tabla 18***Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Longitud de raíz (cm)*ALS<sub>5%</sub>= 3.32ALS<sub>1%</sub>= 4.21

Nº de Orden	Dosis de micorriza	Longitud de raíz (cm)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Dosis media de micorriza	15.26	a	a
II	Dosis baja de micorriza	14.55	a	a b
III	Testigo sin micorriza	13.46	a b	a b
IV	Dosis alta de micorriza	10.85	b	b

**Figura 12***Dosis de micorriza para Longitud de raíz (cm)*

El análisis de tabla 18 y figura 12 de Tukey para la longitud de raíz en función de la dosis de micorriza indica que la dosis media de micorriza resulta en la mayor longitud de raíz (15.26 cm), clasificándose significativamente en el grupo "a" tanto al 5% como al 1% de nivel de significancia. La dosis baja de micorriza también muestra un efecto positivo con un promedio de 14.55 cm, aunque su eficacia es ligeramente menor que la dosis media. El testigo sin micorriza y la dosis alta de micorriza presentan longitudes menores, 13.46 cm y 10.85 cm respectivamente, con la dosis alta clasificándose en el grupo inferior "b". Estos resultados sugieren que la aplicación de micorriza, en especial en dosis medias, puede mejorar significativamente el crecimiento radicular de las plántulas pinos, mientras que las dosis altas pueden ser menos efectivas o incluso contraproducentes.

## 6.4. Peso seco de la Raíz

**Tabla 19**

*Promedios de Peso seco de la raíz (g)*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	
B - I	0.016	0.015	0.021	0.019	0.029	0.040	0.045	0.020	0.205
B - II	0.022	0.022	0.035	0.020	0.036	0.055	0.041	0.020	0.251
B - III	0.030	0.045	0.029	0.020	0.070	0.067	0.064	0.020	0.345
B - IV	0.030	0.033	0.050	0.019	0.054	0.042	0.047	0.025	0.300
<b>Suma</b>	<b>0.098</b>	<b>0.115</b>	<b>0.135</b>	<b>0.078</b>	<b>0.189</b>	<b>0.204</b>	<b>0.197</b>	<b>0.085</b>	<b>1.101</b>
<b>Prom.</b>	<b>0.025</b>	<b>0.029</b>	<b>0.034</b>	<b>0.020</b>	<b>0.047</b>	<b>0.051</b>	<b>0.049</b>	<b>0.021</b>	<b>0.034</b>
Siembra	Siembra Directa				Siembra Indirecta				
	Suma =	0.426		Suma =	0.675			1.101	
	Prom. =	0.027		Prom. =	0.042			0.034	
Dosis M	D. alta de micorriza		D. media de micorriza		D. baja de micorriza		Testigo sin micorriza		
	Suma =	0.287	Suma =	0.319	Suma =	0.332	Suma =	0.163	1.101
	Prom. =	0.036	Prom. =	0.040	Prom. =	0.042	Prom. =	0.020	0.034

El análisis tabla 19 del peso seco de la raíz en plántulas de pino muestra que la siembra indirecta y las dosis de micorriza influyen positivamente en el peso radicular. Las plántulas de siembra indirecta con dos dosis media y dosis baja presentan promedios (0.051 g y 0.049 g) lo cual presentan promedios altos en comparación con la siembra directa dosis baja y dosis media (0.034 g y 0.029 g). y el tipo de siembra indirecta presenta promedio de 0.042 g en comparación con el tipo de siembra directa con un promedio de 0.027 g. En términos de dosis de micorriza, la dosis baja muestra el mayor peso seco promedio (0.042 g), seguida por la dosis media (0.040 g) y alta (0.036 g), mientras que el testigo sin micorriza tiene el menor peso promedio (0.020 g). Estos resultados indican que tanto el tipo de siembra indirecta como la aplicación de micorriza, especialmente en dosis bajas, son beneficiosos para aumentar el peso seco de las raíces de las plántulas pino, lo cual es un indicador importante de la salud y el vigor radicular en condiciones de vivero.

**Tabla 20***ANVA para Peso seco de la raíz (g)*

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	0.0014	0.0005	6.1835	3.07000	4.87000	* *
Tratamientos	07	0.0047	0.0007	9.1465	2.49000	3.64000	* *
Tipo. Siembra (S)	01	0.0019	0.0019	26.1382	4.32000	8.02000	* *
Dosis Micorr. (DM)	03	0.0022	0.0007	10.0463	3.07000	4.87000	* *
Siemb. * D Micorr.	03	0.0006	0.0002	2.5827	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	0.0016	0.0001				
Total	31	0.0077	<b>CV =</b>	<b>25.02%</b>			

En la tabla 20 se presenta un análisis de varianza (ANVA) para el peso seco de la raíz en un experimento, donde se evaluaron diferentes factores, incluyendo bloques, tratamientos, tipo de siembra, dosis de micorrizas y la interacción entre siembra y dosis de micorrizas. Los resultados muestran diferencias significativas en todos estos factores, con valores de probabilidad (p) que indican que las diferencias observadas no son atribuibles al azar. Estos hallazgos sugieren que tanto el tipo de siembra como la dosis de micorrizas tienen un impacto significativo en el peso seco de la raíz, lo que puede ser de gran relevancia en el contexto de la investigación. El coeficiente de variación (CV) del 25.02% indica la variabilidad en los datos.

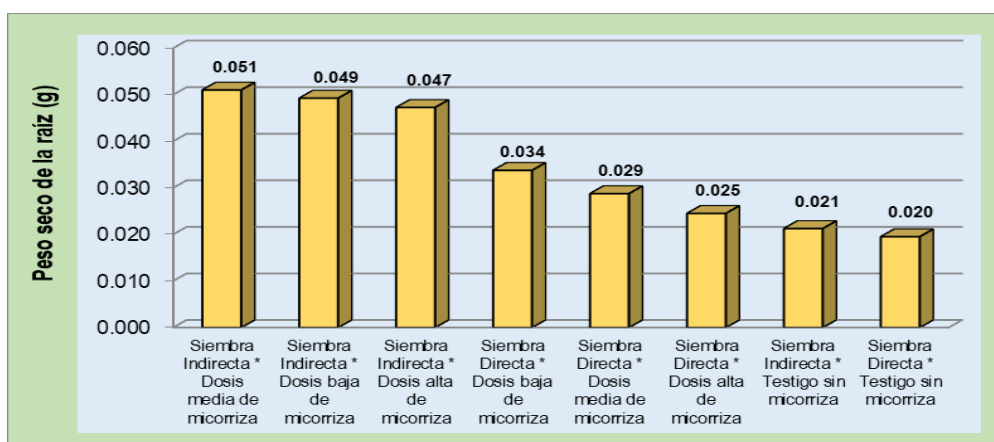
**Tabla 21**

*Tukey de tratamiento para Peso seco de la raíz (g)*

		ALS <sub>5%</sub> = 0.02	ALS <sub>1%</sub> = 0.02		
N°			Peso seco	Significación de	
de	Tratamiento		de la raíz	Tukey	
Orden			(g)	5%	1%
I	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza		0.051	a	a
II	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza		0.049	a b	a b
III	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza		0.047	a b	a b
IV	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza		0.034	a b c	a b c
V	Siembra Directa * Dosis media de micorriza		0.029	b c	a b c
VI	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza		0.025	c	b c
VII	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza		0.021	c	c
VIII	Siembra Directa * Testigo sin micorriza		0.020	c	c

**Figura 13**

*Tratamiento para Peso seco de la raíz (g)*



La tabla 21 y figura 13 presenta un análisis de Tukey para los tratamientos de siembra y dosis de micorriza en relación al peso seco de la raíz. Los valores de significación indican que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados. Los tratamientos IV, V y VI, que involucran siembra directa y diferentes dosis de micorriza, muestran diferencias significativas entre sí, sugiriendo que la dosis de micorriza afecta el peso seco de la raíz en este contexto. Además, los tratamientos VII y VIII, que incluyen siembra directa y testigo sin micorriza, también difieren significativamente.



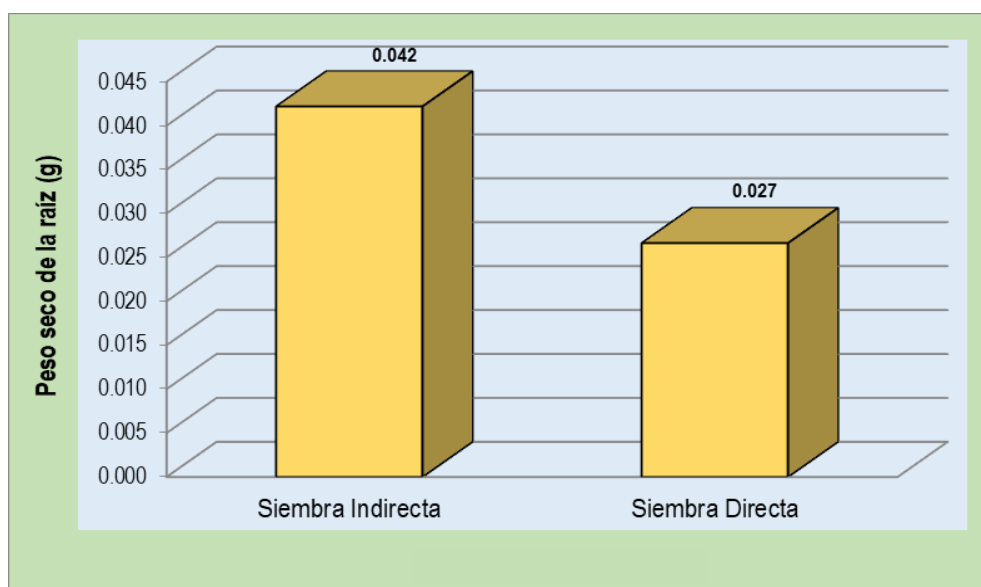
**Tabla 22**

*Prueba Tukey de tipo de siembra para Peso seco de la raíz (g)*

		ALS <sub>5%</sub> = 0.01	ALS <sub>1%</sub> = 0.01	
Nº de Orden	Tipo de siembra	Peso seco de la raíz (g)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Siembra Indirecta	0.042	a	a
II	Siembra Directa	0.027	b	b

**Figura 14**

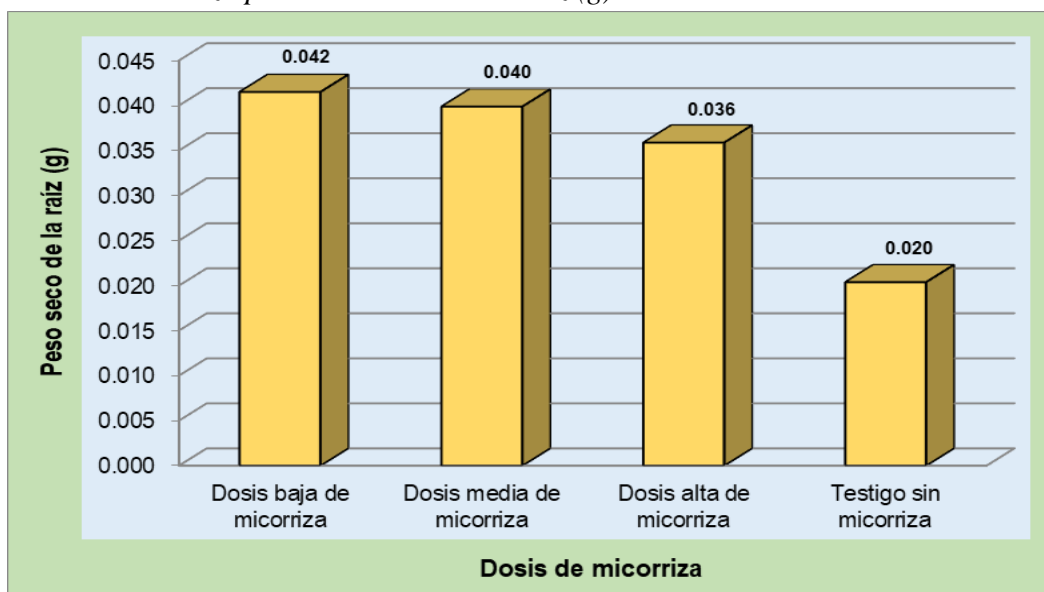
*Tipo de siembra para Peso seco de la raíz (g)*



La tabla 22 y figura 14 presenta un análisis de Tukey para comparar los efectos de dos tipos de siembra, Siembra Indirecta y Siembra Directa, en relación al peso seco de la raíz. Los valores de significación revelan que existe una diferencia significativa entre estos dos tipos. La "Siembra Directa" muestra un peso seco de raíz significativamente menor en comparación con la "Siembra Indirecta".

**Tabla 23***Prueba Tukey de Dosis de micorriza para Peso seco de la raíz (g)*

N° de Orden	Dosis de micorriza	Peso seco de la raíz (g)	Significación de Tukey	
			5%	1%
I	Dosis baja de micorriza	0.042	a	a
II	Dosis media de micorriza	0.040	a	a
III	Dosis alta de micorriza	0.036	a	a
IV	Testigo sin micorriza	0.020	b	b

**Figura 15***Dosis de micorriza para Peso seco de la raíz (g)*

La tabla 23 y figura 15 presenta un análisis de Tukey para evaluar el efecto de diferentes dosis de micorriza en el peso seco de la raíz. Los resultados indican que existen diferencias significativas entre las dosis de micorriza y el testigo sin micorriza. Las dosis bajas, medias y altas de micorriza (I, II y III) no muestran diferencias significativas entre sí, pero todas ellas difieren significativamente del testigo sin micorriza (IV). Esto sugiere que la presencia de micorriza, independientemente de la dosis, tiene un efecto positivo en el peso seco de la raíz en comparación con las plantas que no recibieron micorriza.

## 6.5. Peso seco de la parte aérea de la planta

**Tabla 24**

*Promedios Peso seco de la parte aérea (g)*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo . sin micorriza	
B - I	0.087	0.085	0.104	0.104	0.130	0.095	0.118	0.124	<b>0.847</b>
B - II	0.070	0.084	0.085	0.075	0.088	0.134	0.122	0.152	<b>0.810</b>
B - III	0.094	0.080	0.089	0.094	0.151	0.152	0.158	0.148	<b>0.966</b>
B - IV	0.070	0.098	0.110	0.082	0.122	0.112	0.107	0.104	<b>0.805</b>
<b>Suma</b>	<b>0.321</b>	<b>0.347</b>	<b>0.388</b>	<b>0.355</b>	<b>0.491</b>	<b>0.493</b>	<b>0.505</b>	<b>0.528</b>	<b>3.428</b>
<b>Prom.</b>	<b>0.080</b>	<b>0.087</b>	<b>0.097</b>	<b>0.089</b>	<b>0.123</b>	<b>0.123</b>	<b>0.126</b>	<b>0.132</b>	<b>0.107</b>

Siembra	Siembra Directa				Siembra Indirecta			
	Suma =	1.411				Suma =	2.017	
Prom. =	0.088				Prom. =	0.126		0.107

Dosis M	D. alta de micorriza		D. media de micorriza		D. baja de micorriza		Testigo sin micorriza	
	Suma =	0.812	Suma =	0.840	Suma =	0.893	Suma =	0.883
Prom. =	0.102	Prom. =	0.105	Prom. =	0.112	Prom. =	0.110	0.107

En la tabla 24 presenta los datos de peso seco de la parte aérea en un estudio donde se evaluaron diferentes tratamientos de siembra (Siembra Directa y Siembra Indirecta) y dosis de micorriza (D. alta de micorriza, D. media de micorriza, D. baja de micorriza y Testigo sin micorriza). Los resultados muestran que los tratamientos de Siembra Indirecta sin micorriza y con dosis baja tienden a tener un mayor peso seco de la parte aérea con promedios (0.132 g y 0.126 g) en comparación con Siembra Directa dosis baja y sin micorriza con promedios (0.097 g y 0.089 g). Además, las dosis de micorriza (D. alta, D. media y D. baja) parecen aumentar el peso seco de la parte aérea en comparación con el Testigo sin micorriza.

**Tabla 25***ANVA para Peso seco de la parte aérea (g)*

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	0.0021	0.0007	2.3350	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamiento	07	0.0123	0.0018	5.8121	2.49000	3.64000	* *
Tipo. Siembra (S)	01	0.0115	0.0115	38.0679	4.32000	8.02000	* *
Dosis Micorr. (DM)	03	0.0005	0.0002	0.5924	3.07000	4.87000	NS. NS.
Siemb. * D Micorr.	03	0.0003	0.0001	0.2799	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	0.0063	0.0003				
Total	31	0.0207	<b>CV =</b>	<b>16.21%</b>			

En la tabla 25 se presenta un análisis de varianza (ANVA) para el peso seco de la parte aérea en un experimento que evaluó diversos factores, incluyendo bloques, tratamientos, tipo de siembra y dosis de micorriza, así como la interacción entre siembra y dosis de micorriza. Los resultados destacan la significativa influencia del tipo de siembra en el peso seco de la parte aérea. Además, se observa que la dosis de micorriza y la interacción entre siembra y dosis de micorriza no tienen un efecto estadísticamente significativo en esta variable. Estos hallazgos sugieren que la elección del tipo de siembra es un factor clave que afecta el crecimiento de la parte aérea de las plantas en este contexto. El coeficiente de variación (CV) del 16.21% indica la variabilidad en los datos.

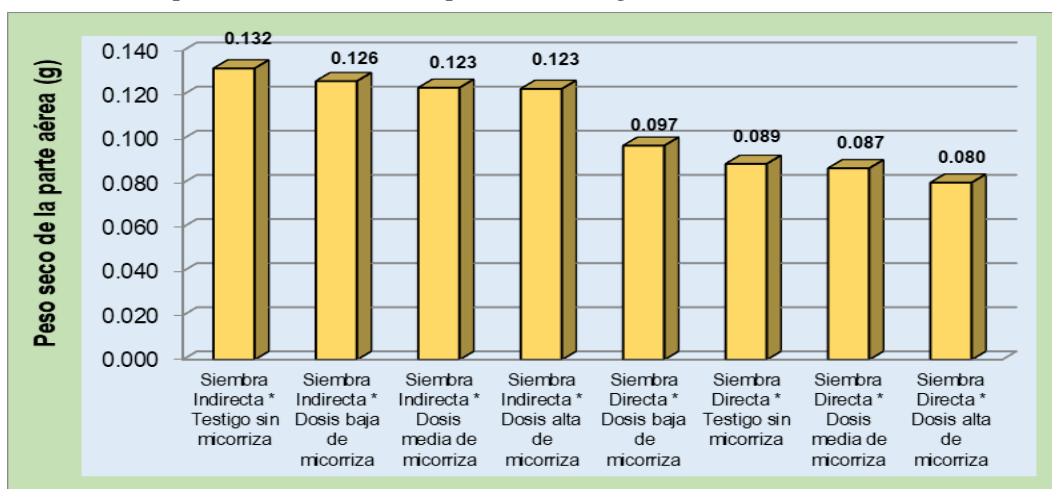
**Tabla 26**

*Tukey de tratamientos para Peso seco de la parte aérea (g)*

		ALS <sub>5%</sub> = 0.04	ALS <sub>1%</sub> = 0.05		
Nº	de			Peso sec.	Significación de
Orden	Tratamientos			de parte aérea (g)	Tukey 5% 1%
I	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza			0.132	a a
II	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza			0.126	a b a b
III	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza			0.123	a b a b
IV	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza			0.123	a b a b
V	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza			0.097	a b c a b
VI	Siembra Directa * Testigo sin micorriza			0.089	b c a b
VII	Siembra Directa * Dosis media de micorriza			0.087	b c a b
VIII	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza			0.080	c b

**Figura 16**

*Tratamientos para Peso seco de la parte aérea (g)*



La tabla 26 y figura 16 presenta un análisis de Tukey que evalúa los tratamientos y tipos siembra y dosis de micorriza en relación al peso seco de la parte aérea. Los resultados revelan diferencias significativas entre los tratamientos. En particular, se observa que la Siembra Indirecta con Testigo sin micorriza (Tratamiento I) tiene un peso seco de la parte aérea significativamente mayor que otros tratamientos. Además, los tratamientos que involucran Siembra Indirecta con Dosis baja o media de micorriza (tratamiento II y III) también muestran diferencias significativas con respecto a las demás.

**Tabla 27**

*Prueba Tukey de Tipo de siembra para Peso seco de la parte aérea (g)*

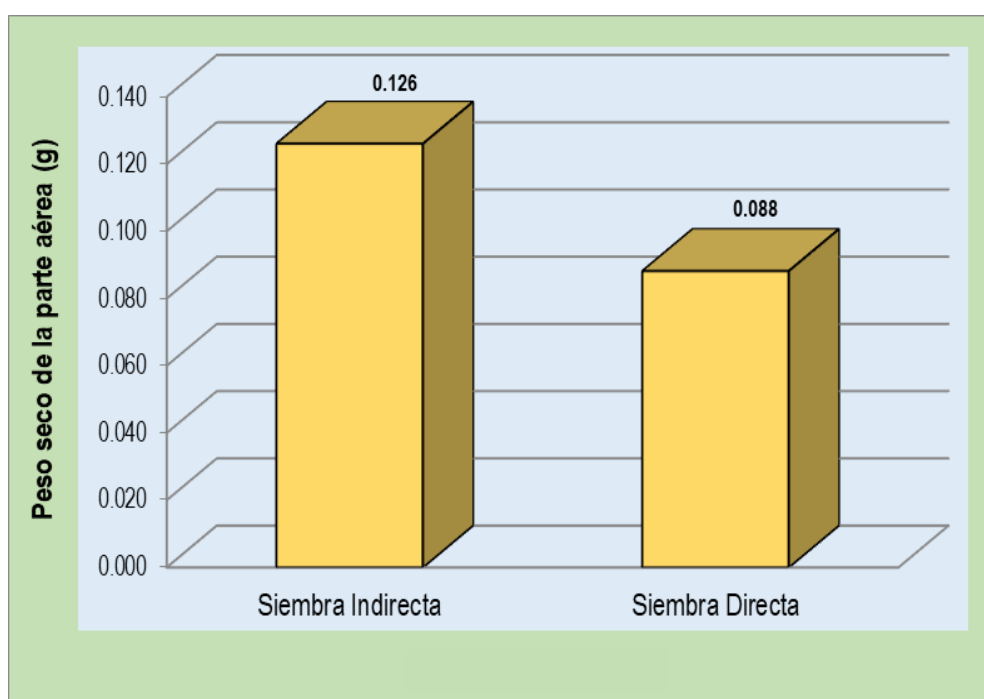
N° de Orden	Tipo de siembra	Significación de Tukey	
		5%	1%
I	Siembra Indirecta	a	a
II	Siembra Directa	b	b

ALS <sub>5%</sub> =	0.01	ALS <sub>1%</sub> =	0.02
		<b>Peso sec. de parte aérea (g)</b>	
		0.126	
		0.088	

**Figura 17**

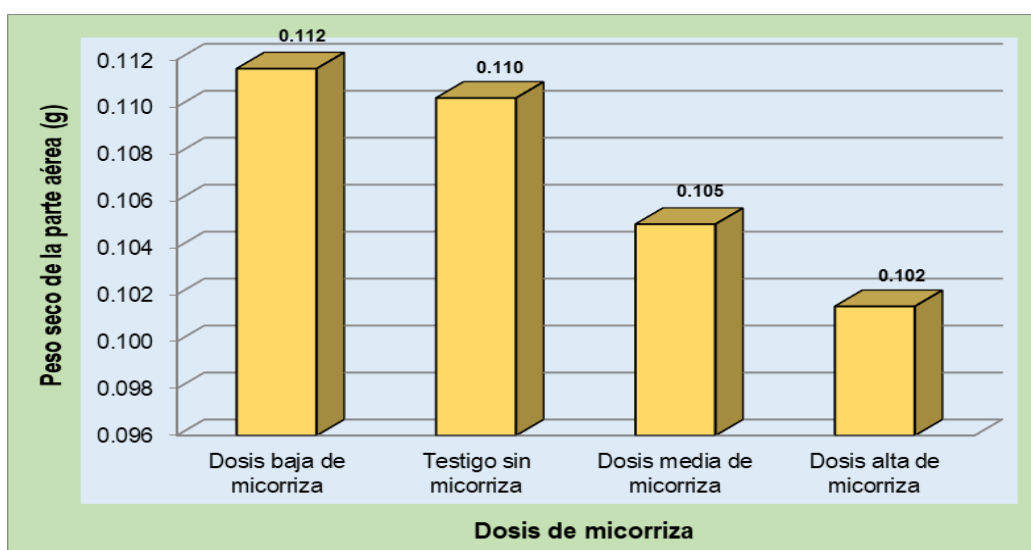
*Tipo de siembra para Peso seco de la parte aérea (g)*



La tabla 27 y figura 17 presenta un análisis de Tukey que compara los efectos de dos tipos de siembra, "Siembra Indirecta" y "Siembra Directa", en relación al peso seco de la parte aérea. Los resultados indican que existe una diferencia significativa entre estos dos tipos. La "Siembra Indirecta" muestra un peso seco de la parte aérea significativamente mayor en comparación con la "Siembra Directa".

**Tabla 28***Ordenamiento de Dosis de micorriza para Peso seco de la parte aérea (g)*

	ALS <sub>5%</sub> = 0.02	ALS <sub>1%</sub> = 0.03
Nº de Orden	Dosis de micorriza	Peso sec. de parte aérea (g)
I	Dosis baja de micorriza	0.112
II	Testigo sin micorriza	0.110
III	Dosis media de micorriza	0.105
IV	Dosis alta de micorriza	0.102

**Figura 18***Dosis de micorriza para Peso seco de la parte aérea (g)*

La tabla 28 y figura 18 presenta un ordenamiento de las diferentes dosis de micorriza en relación al peso seco de la parte aérea. Los resultados muestran que la Dosis baja de micorriza (Orden I) y el Testigo sin micorriza (Orden II) tienen valores de peso seco de parte aérea muy similares, seguidos de cerca por la Dosis media de micorriza (Orden III) y la Dosis alta de micorriza (Orden IV). Aunque las diferencias entre estas dosis no son muy grandes, este ordenamiento sugiere que la Dosis baja y el Testigo sin micorriza pueden tener un impacto similar en el crecimiento de la parte aérea de las plántulas, mientras que las dosis media y alta de micorriza podrían tener un efecto ligeramente superior.

## 6.6. Peso seco total de la planta

**Tabla 29**

*promedios de Peso seco total de la planta (g)*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo. sin micorriza	
B - I	0.104	0.100	0.125	0.124	0.159	0.135	0.163	0.144	1.054
B - II	0.093	0.106	0.120	0.094	0.124	0.189	0.163	0.172	1.061
B - III	0.124	0.125	0.118	0.114	0.221	0.219	0.222	0.168	1.311
B - IV	0.100	0.131	0.160	0.101	0.176	0.154	0.154	0.129	1.105
<b>Suma</b>	<b>0.421</b>	<b>0.462</b>	<b>0.523</b>	<b>0.433</b>	<b>0.680</b>	<b>0.697</b>	<b>0.702</b>	<b>0.613</b>	4.531
<b>Prom.</b>	<b>0.105</b>	<b>0.116</b>	<b>0.131</b>	<b>0.108</b>	<b>0.170</b>	<b>0.174</b>	<b>0.176</b>	<b>0.153</b>	<b>0.142</b>
		Siembra Directa				Siembra Indirecta			
Siembra		Suma =	1.839		Suma =	2.692			4.531
		Prom. =	0.115		Prom. =	0.168			0.142
Dosis M	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza					
	Suma =	1.101	Suma =	1.159	Suma =	1.225	Suma =	1.046	4.531
	<b>Prom. =</b>	<b>0.138</b>	<b>Prom. =</b>	<b>0.145</b>	<b>Prom. =</b>	<b>0.153</b>	<b>Prom. =</b>	<b>0.131</b>	<b>0.142</b>

En la tabla 29 muestra los resultados del peso seco total de la plántula en un estudio que evaluó diferentes tipos de siembra (Siembra Directa y Siembra Indirecta) y dosis de micorriza (D. alta de micorriza, D. media de micorriza, D. baja de micorriza y Testigo sin micorriza). Los datos revelan que, en general, las plantas sometidas a la Siembra Indirecta tienden a tener un peso seco total significativamente mayor en comparación con las sometidas a la Siembra Directa. Además, las dosis de micorriza (D. alta, D. media y D. baja) muestran un efecto positivo en el peso seco total de las plantas en comparación con el Testigo sin micorriza.



**Tabla 30***ANVA para Peso seco total de la planta (g)*

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	1%	Signif.
Bloques	03	0.0055	0.0018	3.6119	3.07000	4.87000	* NS.
Tratamiento	07	0.0256	0.0037	7.2114	2.49000	3.64000	**
Tiopo. Siembra (S)	01	0.0227	0.0227	44.9061	4.32000	8.02000	**
Dosis Micorr. (DM)	03	0.0022	0.0007	1.4592	3.07000	4.87000	NS. NS.
Siemb. * D Micorr	03	0.0006	0.0002	0.3987	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	0.0106	0.0005				
Total	31	0.0417	CV =	15.89%			

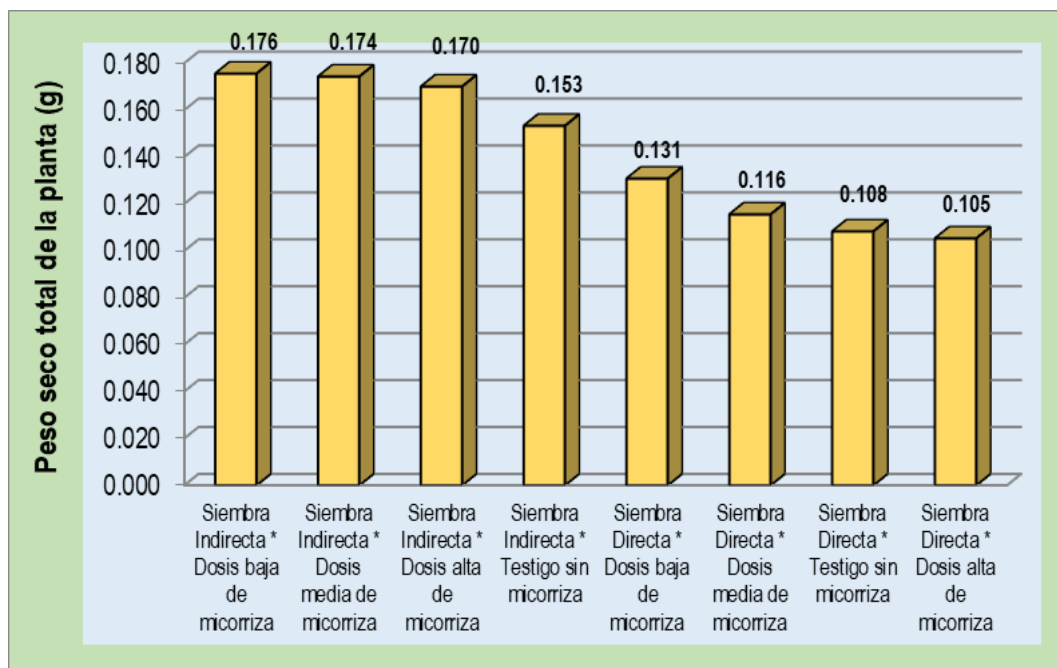
En la tabla 30 presenta un análisis de varianza (ANVA) para el peso seco total de la planta en un experimento que evaluó diferentes factores, incluyendo bloques, tratamientos, tipos de siembra y dosis de micorriza, así como la interacción entre siembra y dosis de micorriza. Los resultados resaltan la influencia significativa de los tratamientos y el tipo de siembra en el peso seco total de la planta, con valores de probabilidad (p) que indican diferencias significativas. Además, se observa que la interacción entre siembra y dosis de micorriza no tiene un efecto estadísticamente significativo en esta variable. Por otro lado, la dosis de micorriza no muestra diferencias significativas en el peso seco total de la planta. El coeficiente de variación (CV) del 15.89% indica la variabilidad en los datos.

**Tabla 31***Tukey de tratamientos para Peso seco total de la planta (g)*

ALS <sub>5%</sub> = 0.05		ALS <sub>1%</sub> = 0.07			
Nº		Peso sec.	Significación de		
de	tratamientos	total de planta	Tukey		
Orden		(g)	5%	1%	
I	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza	0.176	a	a	
II	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza	0.174	a	a	
III	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza	0.170	a	a	b
IV	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza	0.153	a	b	a b
V	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza	0.131	a	b	a b
VI	Siembra Directa * Dosis media de micorriza	0.116		b	a b
VII	Siembra Directa * Testigo sin micorriza	0.108		b	b
VIII	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza	0.105		b	b

**Figura 19**

*Tratamiento para Peso seco total de la planta (g)*



En la tabla 31 y figura 19 presenta un análisis de Tukey que evalúa los tratamientos, tipo de siembra en relación al peso seco total de la planta. Los resultados revelan diferencias significativas entre estos tratamientos. En particular, los tratamientos que involucran Siembra Indirecta con cualquier dosis de micorriza (tratamientos I, II y III) tienen un peso seco total de plántula significativamente mayor que los tratamientos que involucran Siembra Directa con las mismas dosis de micorriza (tratamientos V, VI y VIII). Además, los tratamientos con Siembra Indirecta y Testigo sin micorriza también tienen un peso seco total de planta significativamente mayor que los tratamientos con Siembra Directa y Testigo sin micorriza.

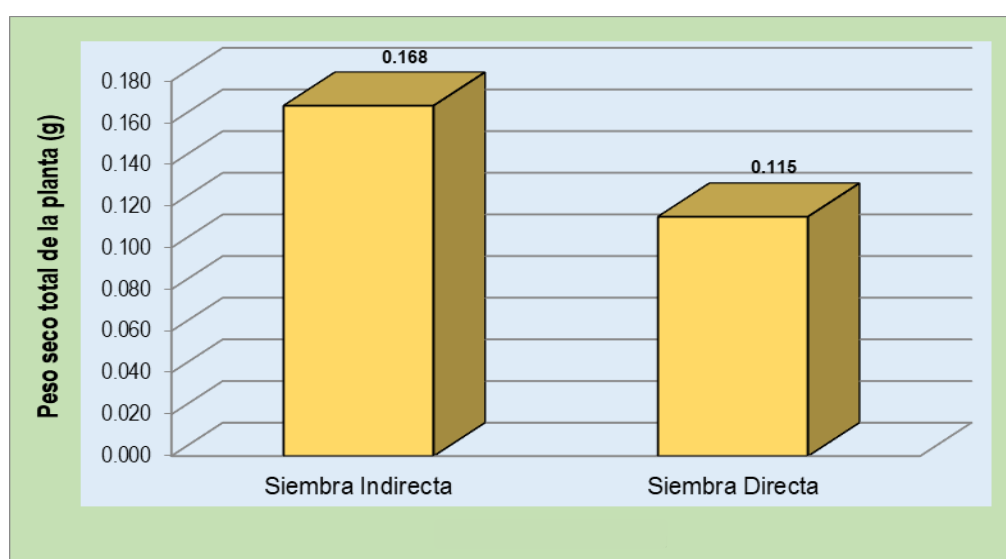
**Tabla 32**

*Prueba Tukey de tipo de siembra para Peso seco total de la planta (g)*

N° de Orden	Tipo de siembra	ALS <sub>5%</sub> = 0.02		ALS <sub>1%</sub> = 0.02	
		Peso sec. total de planta (g)		Significación de Tukey	
		5%	1%	5%	1%
I	Siembra Indirecta	0.168	a	a	a
II	Siembra Directa	0.115	b	b	b

**Figura 20**

*Tipo de siembra para Peso seco total de la planta (g)*



En la tabla 32 y figura 20 presenta un análisis de Tukey que compara los efectos de dos tipos de siembra, "Siembra Indirecta" y "Siembra Directa", en relación al peso seco total de la planta. Los resultados indican que existe una diferencia significativa entre estos dos tipos. La "Siembra Indirecta" muestra un peso seco total de planta significativamente mayor en comparación con la "Siembra Directa". Este hallazgo destaca la importancia del tipo de siembra en la variable estudiada y sugiere que la "Siembra Indirecta" puede ser más favorable para el crecimiento total de las plantas en el contexto de la investigación, lo cual puede tener implicaciones relevantes para la práctica agrícola y la mejora de los rendimientos de los cultivos.

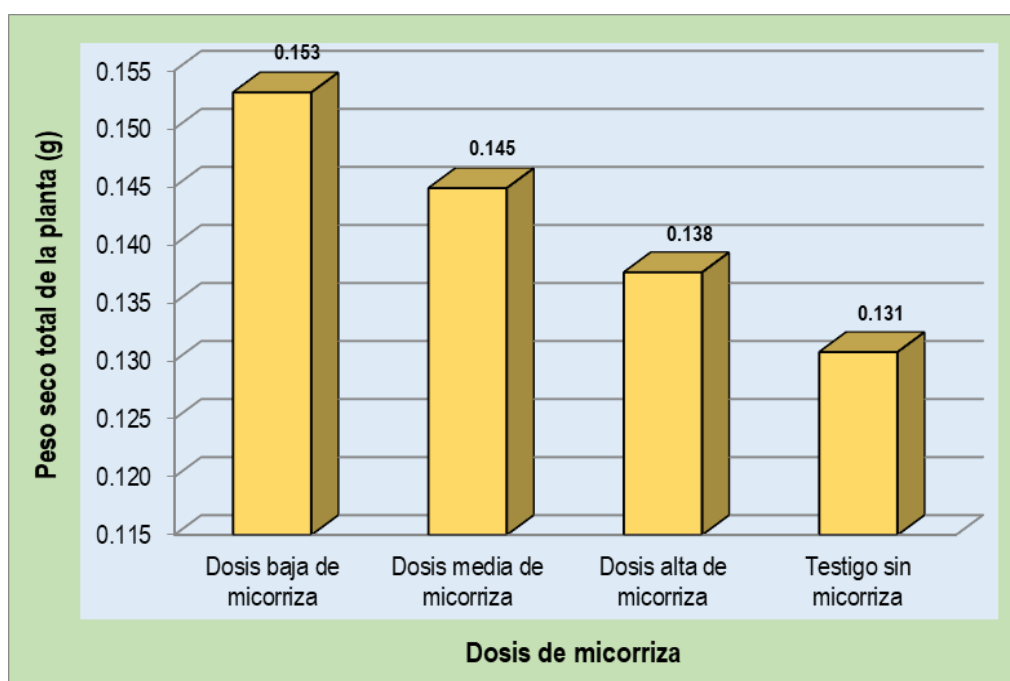
**Tabla 33**

*Ordenamiento de Dosis de micorriza para Peso seco total de la planta (g)*

<b>N° de Orden</b>	<b>Dosis de micorriza</b>	<b>Peso sec. total de planta (g)</b>
I	Dosis baja de micorriza	0.153
II	Dosis media de micorriza	0.145
III	Dosis alta de micorriza	0.138
IV	Testigo sin micorriza	0.131

**Figura 21**

*Dosis de micorriza para Peso seco total de la planta (g)*



En la tabla 33 y figura 21 presenta un ordenamiento de las diferentes dosis de micorriza en relación al peso seco total de la planta. Los resultados muestran que la Dosis baja de micorriza (Orden I) tiene el peso seco total más alto, seguida por la Dosis media de micorriza (Orden II), la Dosis alta de micorriza (Orden III) y el Testigo sin micorriza (Orden IV). Esto indica que la aplicación de micorriza, en particular la Dosis baja y media, tiene un impacto positivo en el crecimiento total de las plantas en comparación con el Testigo sin micorriza.

## 6.7. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

**Tabla 34**

*Índice de calidad de Dickson – ICD*

Dosis	Siembra Directa				Siembra Indirecta				Total
	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza	
B - I	0.009	0.008	0.011	0.010	0.012	0.012	0.015	0.010	0.087
B - II	0.011	0.009	0.015	0.009	0.010	0.014	0.012	0.009	0.089
B - III	0.012	0.017	0.013	0.010	0.019	0.016	0.018	0.010	0.115
B - IV	0.013	0.016	0.019	0.010	0.015	0.012	0.013	0.010	0.108
<b>Suma</b>	<b>0.045</b>	<b>0.050</b>	<b>0.058</b>	<b>0.039</b>	<b>0.056</b>	<b>0.054</b>	<b>0.058</b>	<b>0.039</b>	0.399
<b>Prom.</b>	<b>0.011</b>	<b>0.013</b>	<b>0.015</b>	<b>0.010</b>	<b>0.014</b>	<b>0.014</b>	<b>0.015</b>	<b>0.010</b>	<b>0.012</b>

	Siembra Directa			Siembra Indirecta		
Siembra	Suma =	0.192		Suma =	0.207	0.399
	Prom. =	0.012		Prom. =	0.013	0.012

Dosis M	D. alta de micorriza	D. media de micorriza	D. baja de micorriza	Testigo sin micorriza		
	Suma =	0.101	Suma = 0.104	Suma = 0.116	Suma = 0.078	0.399
	Prom. =	0.013	Prom. = 0.013	Prom. = 0.015	Prom. = 0.010	0.012

En la tabla 34 presenta los resultados del Índice de Calidad de Dickson (ICD) en un estudio que evaluó dos tipos de siembra (Siembra Directa y Siembra Indirecta) y dosis de micorriza (D. alta de micorriza, D. media de micorriza, D. baja de micorriza y Testigo sin micorriza). Los valores en general, se observa que las plántulas sometidas a la Siembra directa con dosis baja y dosis media presentan promedios de ICD (0.015 y 0.013) en comparación de la siembra indirecta presentan promedios de ICD (0.015 y 0.014). En general la siembra indirecta tiende a tener un ICD (0.013) ligeramente mayor, en comparación con la Siembra Directa con un ICD (0.012). Además, las dosis de micorriza (D. alta, D. media y D. baja) muestran un efecto positivo en el ICD de las plántulas en comparación con el Testigo sin micorriza.

**Tabla 35***ANVA para Índice de calidad de Dickson – ICD*

<b>F. de V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 5%</b>	<b>1%</b>	<b>Signif.</b>
Bloques	03	0.00007	0.00002	4.3691	3.07000	4.87000	* NS.
Tratamiento	07	0.00011	0.00002	2.8916	2.49000	3.64000	* NS.
Tipo. Siembra (S)	01	0.00001	0.00001	1.2739	4.32000	8.02000	NS. NS.
Dosis Micorr. (DM)	03	0.00009	0.00003	5.7129	3.07000	4.87000	**
Siemb. * D Micorr.	03	0.00001	0.00000	0.6096	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	0.00012	0.00001				
Total	31	0.00030	<b>CV =</b>	<b>18.84%</b>			

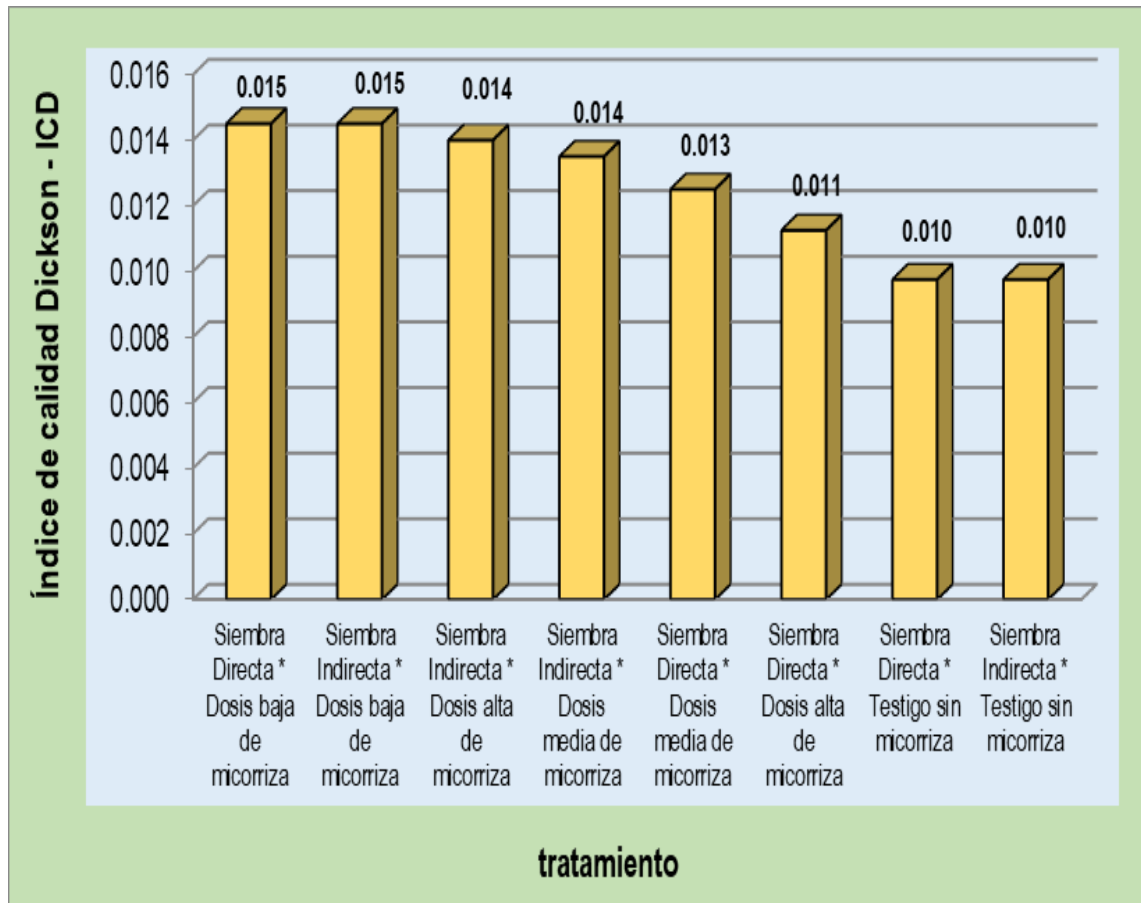
En la tabla 35 presenta un análisis de varianza (ANVA) para el Índice de Calidad de Dickson (ICD) en un estudio que evaluó diferentes factores, incluyendo bloques, tratamientos, tipos de siembra y dosis de micorriza, así como la interacción entre siembra y dosis de micorriza. Los resultados muestran que existen diferencias significativas en el ICD en función de las dosis de micorriza, con un valor de probabilidad (p) que indica significancia estadística. Esto sugiere que la aplicación de diferentes dosis de micorriza tiene un efecto en la calidad de las plántulas. Sin embargo, los otros factores evaluados, como el tipo de siembra y la interacción entre siembra y dosis de micorriza, no muestran diferencias significativas en el ICD. El coeficiente de variación (CV) del 18.84% indica la variabilidad en los datos.

**Tabla 36***Tukey de tratamientos para Índice de calidad de Dickson – ICD*ALS<sub>5%</sub>= 0.01

<b>Nº de Orden</b>	<b>tratamientos</b>	<b>Índice de calidad Dickson - ICD</b>	<b>Significación de Tukey 5%</b>
I	Siembra Directa * Dosis baja de micorriza	0.015	a
II	Siembra Indirecta * Dosis baja de micorriza	0.015	a
III	Siembra Indirecta * Dosis alta de micorriza	0.014	a
IV	Siembra Indirecta * Dosis media de micorriza	0.014	a
V	Siembra Directa * Dosis media de micorriza	0.013	a
VI	Siembra Directa * Dosis alta de micorriza	0.011	a
VII	Siembra Directa * Testigo sin micorriza	0.010	a
VIII	Siembra Indirecta * Testigo sin micorriza	0.010	a

**Figura 22**

*tratamientos para Índice de calidad de Dickson – ICD*



En la tabla 36 y figura 22 presenta un análisis de Tukey que compara los tipos de siembra y dosis de micorriza en relación al Índice de Calidad de Dickson (ICD). Los resultados revelan que no hay diferencias significativas entre ninguna de tipo de siembra evaluada, ya que todos los valores de ICD son iguales (0.010 - 0.015) y no superan el valor crítico ( $ALS_{5\%} = 0.01$ ) necesario para establecer diferencias significativas. Esto sugiere que los diferentes tipos de siembra y dosis de micorriza no tienen un impacto estadísticamente significativo en la calidad de las plántulas en este estudio.



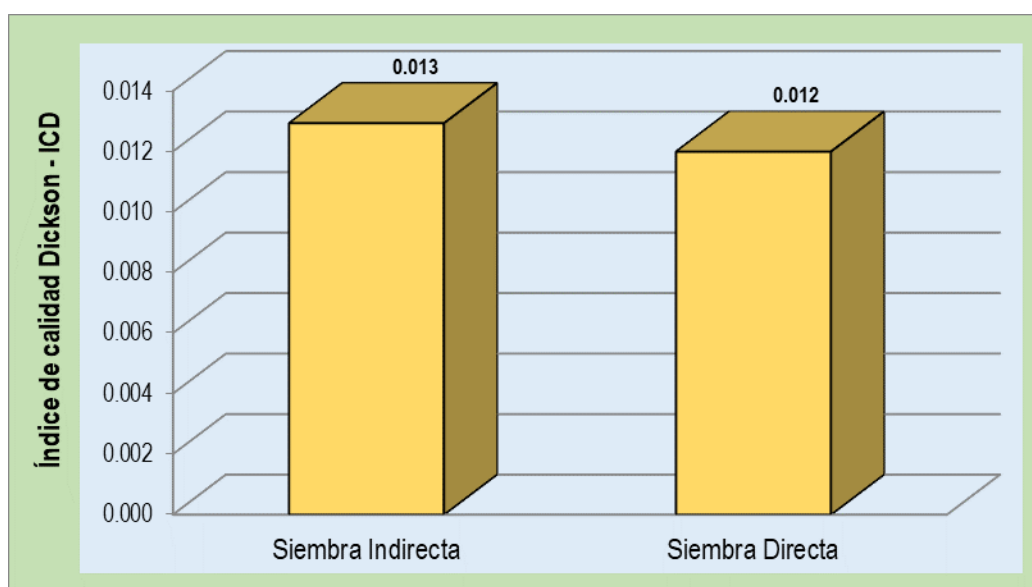
**Tabla 37**

*Ordenamiento de Tipo de siembra para Índice de calidad de Dickson – ICD*

Nº de Orden	Tipo de siembra	Índice de calidad Dickson - ICD
I	Siembra Indirecta	0.013
II	Siembra Directa	0.012

**Figura 23**

*Tipo de siembra para Índice de calidad de Dickson – ICD*



En la tabla 37 y figura 23 muestra un ordenamiento del Índice de Calidad de Dickson (ICD) en función de los dos tipos de siembra evaluados: "Siembra Indirecta"

y "Siembra Directa". Los resultados indican que las plantas sometidas a "Siembra Indirecta" tienen un ICD ligeramente mayor (0.013), en comparación con las plantas sometidas a "Siembra Directa" (0.012), aunque la diferencia no supera un valor crítico para establecer diferencias significativas. Esto sugiere que, en este estudio específico, el tipo de siembra indirecta llega a tener un efecto modesto en la calidad de las plántulas, con una ligera tendencia a favor de la "Siembra directa".

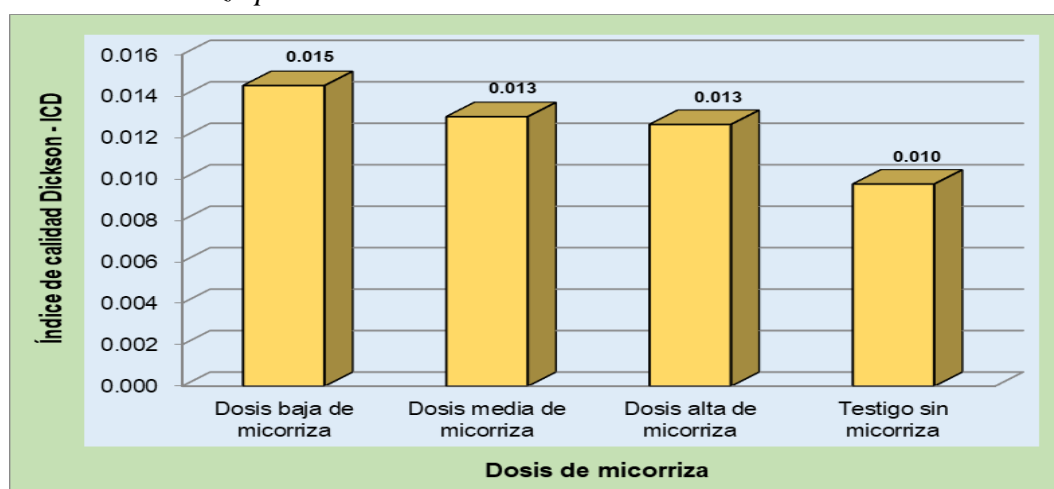
**Tabla 38**

*Prueba Tukey de dosis de micorriza para Índice de calidad de Dickson – ICD*

Nº de Orden	Dosis de micorriza	ALS <sub>5%</sub> = 0.003	ALS <sub>1%</sub> = 0.004	Índice de calidad Dickson - ICD	Significación de Tukey	
					5%	1%
I	Dosis baja de micorriza			0.015	a	a
II	Dosis media de micorriza			0.013	a	b
III	Dosis alta de micorriza			0.013	a	b
IV	Testigo sin micorriza			0.010	b	a

**Figura 24**

*Dosis de micorriza para Índice de calidad de Dickson – ICD*



En la tabla 38 presenta una prueba de Tukey que compara las diferentes dosis de micorriza (Dosis baja, Dosis media, Dosis alta y Testigo sin micorriza) en relación al Índice de Calidad de Dickson (ICD). Los resultados muestran que existen diferencias significativas en el ICD entre las dosis de micorriza evaluadas. La Dosis baja de micorriza (0.015) tiene un ICD significativamente mayor en comparación con la Dosis alta de micorriza (0.013) y la Dosis media de micorriza (0.013), mientras que el Testigo sin micorriza (0.010) tiene el ICD más bajo de todas las dosis. Estos hallazgos indican que la aplicación de micorriza, en particular la Dosis baja, tiene un impacto positivo en la calidad de las plántulas en comparación con el Testigo sin micorriza.

## 6.8. Costos de producción

**Tabla 39**

*Costo total de los 8 tratamientos*

ACTIVIDAD	UND	CANT.	P. U S/,	COST. PARCIAL S/,	COSTO TOTAL S/,
<b>A.- COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2,095.50</b>
<b>1.-MAT. DE ACONDIC. DE VIVERO.</b>					<b>725.50</b>
Cemento yura	Bolsa	1.00	25.00	25.00	
Hormigón	M <sup>3</sup>	0.25	50.00	12.50	
Alambre galvanizado N° 14	Kilogramo	4.00	8.00	32.00	
Rollizos 4" x 2,5 m	Unidad	10.00	12.00	120.00	
Malla Raschell al 80 % de sombra color verde	Rollo	0.50	800.00	400.00	
Clavos de 3"	Kilogramo	2.00	4.00	8.00	
Grapas de 1"	Kilogramo	1.00	8.00	8.00	
Rafia hilo	Cono	1.00	10.00	10.00	
Arena	M <sup>3</sup>	0.25	80.00	20.00	
Tierra Agrícola	M <sup>3</sup>	0.50	30.00	15.00	
Tierra negra	M <sup>3</sup>	0.50	100.00	50.00	
Bolsas de Polietileno 5" x7" x 0,002	Millar	1.00	25.00	25.00	
<b>2.- INSUMOS</b>					<b>490.00</b>
Semilla de pino radiata	Kilogramo	0.50	200.00	100.00	
Abono foliar Aminovigor	Litro	3.00	50.00	150.00	
Fungicida Para chupadera 740	Caja	3.00	30.00	90.00	
Micorriza Comercial	kilos	3.00	30.00	90.00	
Insecticida	Litro	1.00	40.00	40.00	
Raticida	Sobre	2.00	10.00	20.00	
<b>3.- MANO DE OBRA</b>					<b>720.00</b>
Apertura de hoyos	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Parado de postes	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Tinglado de alambre	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Colocación y cocido de malla	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Limpieza de las camas	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Preparación de Sustrato	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Embolsado	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Traslado y enfilado	Jornal	2.00	40.00	80.00	
aplicación de micorriza comercial	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Siembra	Jornal	1.00	40.00	40.00	
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>					<b>160.00</b>
Deshierbo	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Riego	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Control sanitario	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Aplicación de abono foliar	Jornal	1.00	40.00	40.00	
<b>B.- COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>314.33</b>
Costo de la inversión (5%)	Global				104.78
Gastos de Administrativos (10%)	Global				209.55
<b>TOTAL</b>					<b>2,409.83</b>

La Tabla 39 presenta el costo total de los 8 tratamientos para el establecimiento de un vivero de *Pinus radiata*, desglosado en costos directos e indirectos. Los costos directos ascienden a 2,095.50 soles e incluyen materiales de acondicionamiento del vivero, insumos como semillas, abonos y productos químicos, así como mano de obra para diversas actividades relacionadas con el vivero. Los costos indirectos suman 314.33 soles e incluyen los costos de inversión y gastos administrativos. En conjunto, el costo total asciende a 2,409.83 soles.

**Tabla 40**

*Costos diferenciados por tratamiento y tipo de siembra*

<b>Siembra directa</b>		<b>Siembra indirecta</b>	
<b>Tratamiento</b>	<b>Costo</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Costo</b>
T1	S/ 2,259.52	T5	S/ 2,286.09
T2	S/ 2,251.24	T6	S/ 2,277.81
T3	S/ 2,245.72	T7	S/ 2,272.29
T4	S/ 2,237.44	T8	S/ 2,264.01
<b>Costo total por siembra directa</b>	<b>S/ 2,289.19</b>	<b>Costo por Siembra indirecta</b>	<b>S/ 2,315.76</b>

Tabla 40 muestra los costos diferenciados por tratamiento y tipo de siembra, tanto para la siembra directa como para la siembra indirecta. Los tratamientos T1 a T4 corresponden a la siembra directa y tienen costos individuales que oscilan entre S/ 2,237.44 y S/ 2,259.52, con un costo total de siembra directa de S/ 2,289.19. Por otro lado, los tratamientos T5 a T8 representan la siembra indirecta y tienen costos individuales que varían de S/ 2,264.01 a S/ 2,286.09, con un costo total por siembra indirecta de S/ 2,315.76.

## 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de tamaño, diámetro, peso seco de la planta y calidad de las plantas de (*Pinus radiata*) revelan diferencias significativas influenciadas por los tipos de siembra y las cantidades de micorriza aplicadas. Estas diferencias son particularmente notables en el diámetro del tallo, donde la siembra directa, especialmente el tratamiento T3 (siembra directa con dosis bajas de micorriza), obtiene los mejores resultados con un diámetro promedio de 2.13 mm. Esta diferencia se destaca por un valor de significancia de  $p < 0.01$  en el ANOVA. En contraste, la siembra indirecta muestra resultados más bajos en términos de diámetro del tallo, agrupándose en un subconjunto distinto en las pruebas post-hoc. Además, se observa que los tratamientos de siembra indirecta (específicamente T6 y T7 con dosis baja y media de micorriza) presentan los valores más altos en el peso seco de la planta, con promedios de 0.176 g y 0.174 g respectivamente.

Por su parte Ancco (2019) evaluó efectos de la micorriza en la producción de pino en el distrito Andahuaylas. El autor plantea el estudio de diferencias según 4 tratamientos, considerando 1 testigo y tres métodos de aplicación de la micorriza en la siembra, según los resultados, se coincide al determinar que existen efectos positivos de la micorriza en el desarrollo de las plantas, determinando según las pruebas de ANOVA y post-hoc de Tukey que el tratamiento testigo es el que demuestra un peor desarrollo, obteniendo una altura de 31.27 cm frente a 45.97 cm del tratamiento con micorriza comercial; un diámetro del tallo de 3.07 mm frente a 4.55 mm del tratamiento con micorriza comercial y un peso seco de la planta de 3.42g frente a 6.75 g del tratamiento 1 (micorriza comercial).

Por su parte, Gómez (2016) evalúa el desarrollo de la planta de pino bajo 3 proporciones de aplicaciones de extracto de hongos micorrízicos, la proporción baja corresponde a un 80% de agua y 20% de extracto de hongos, la media a 67% de agua y 33% de extracto y la alta a 50% de agua y 50% de extracto de hongos. El autor coincide al encontrar resultados favorables en la aplicación de dosis medias y bajas de micorriza en el crecimiento de las plántulas. Las dosis altas llegan a reducir el crecimiento frente al tratamiento testigo, con crecimiento de 17.956cm frente a 18.635cm, mientras que la dosis media presenta un crecimiento significativamente mayor, alcanzando 21.285cm.

En cuanto al objetivo específico 1. Se observa que el T3 (siembra directa con dosis bajas de micorriza) se destacó por presentar los valores más altos en términos de tamaño de las plántulas, con una altura promedio de 13.003cm y un diámetro del tallo de 0.213mm, superando significativamente a los tratamientos de siembra indirecta. Por otro lado, los tratamientos T5 y T1, que representan la siembra indirecta y la siembra directa con dosis altas de micorriza respectivamente, registraron los valores más bajos en términos de altura, diámetro del tallo y longitud de la raíz.

Por su parte, Camey (2014) analiza el efecto de 6 dosis de micorriza en el desarrollo de las plantas de pino comprendiendo dosis de entre 0.5g / planta a 5g / planta encuentra diferencias significativas en cuanto al peso húmedo de las plantas solo para el tratamiento con 5g de micorriza con un peso promedio de 0.79gr, mientras que todos los otros presentan resultados sin diferencias significativas entre sí según la prueba de ANOVA. Los resultados son similares para el diámetro del tallo a los 30 días, con un promedio de 1.75mm para el tratamiento con 5g de micorriza y para la

altura de la planta a los 45 días donde el tratamiento con 5g presenta una diferencia significativa respecto a los otros con una altura promedio de 8.86cm, sin embargo, tanto la el diámetro y la altura deja de presentar diferencias estadísticamente significativas en periodos posteriores, según las mediciones a los 120 días.

Por su parte Gómez (2016) coincide determinando que las dosis bajas y medias de micorriza son las más favorables para el desarrollo de la planta, registrando una mayor altura promedio, grosor del tallo y pesos secos de la raíz y del área foliar. Entre las diferencias más marcadas destaca el crecimiento de las plantas, con una altura de 17.96cm para dosis alta de micorriza y 21.28cm para dosis medias.

Con respecto al objetivo específico 2. Los tratamientos con dosis medias y bajas de micorriza mostraron una calidad superior en las plántulas, como se evidencia en el índice de calidad de Dickson (ICD). Los tratamientos testigo y el tratamiento T1 (siembra directa con dosis alta de micorriza) mostraron una calidad significativamente menor. Este resultado se alinea con las observaciones de Ancco (2019) y Camey (2014), quienes también encontraron una mejora en la calidad de las plantas con dosis óptimas de micorriza.

Al respecto, Ancco (2019) determina que los factores para la medición del índice de calidad de Dikson tienen valores negativos para los tratamientos sin la aplicación de ninguna dosis de micorriza, teniendo en cuenta el diámetro del tallo, altura de la planta y peso seco de las plantas. Así mismo, el autor Camey (2014) determina que el crecimiento y el peso de las plantas es mayor para los tratamientos con una dosis de 5g de micorriza, que en el presente estudio pertenece a la dosis media.



## 8. CONCLUSIONES

Los resultados confirman que tanto el tipo de siembra como las dosis de micorriza afectan significativamente la calidad de plántulas de pino. Esto se evidencia a través de pruebas de ANOVA y pruebas post hoc, destacando que los tratamientos en cuanto a las dosis de micorriza, se observó que las dosis medias y bajas (T2, T3, T6, T7) ofrecieron resultados más favorables en comparación con las dosis altas y el tratamiento testigo. La Siembra Directa (T1, T2, T3, T4): Las plántulas alcanzaron una altura promedio de 12.19 cm, un diámetro de tallo de 1.99 mm. Siembra Indirecta (T5, T6, T7, T8): Las plántulas tuvieron una altura promedio de 10.50 cm y un diámetro de tallo de 1.13 mm. En conclusión, las dosis bajas y medias de la siembra directa mostraron los mejores resultados en términos de crecimiento.

Con el tratamiento de siembra directa con dosis baja de micorriza (T3) demostró ser el más eficaz, alcanzando mayores alturas y diámetros de tallo, así como una longitud de raíz más extensa. Esto indica una mejora significativa en el crecimiento y desarrollo de las plantas bajo este tratamiento. En contraste, los tratamientos de siembra indirecta con dosis media y baja de micorriza (T6 y T7), mostraron un mayor peso seco, sugiriendo una mejor acumulación de biomasa en estas condiciones.

El análisis del Índice de Calidad de Dickson (ICD) reveló que los tratamientos, con dosis bajas y medias de micorriza mostraron una calidad superior en las plántulas y los tratamientos sin micorriza y el tratamiento T1 (siembra directa con dosis alta de micorriza) presentaron una calidad inferior en comparación con los demás tratamientos. Esto subraya la importancia de la dosificación adecuada de micorriza en la mejora de la calidad general de las plantas de pino.

En el costo total del proyecto fue de S/ 2,409.83, con diferencias moderadas entre los tipos de tratamiento. Estas diferencias se atribuyen principalmente al uso variado de micorriza comercial y a la elección de sustratos como arena, tierra agrícola y tierra negra. La diferencia de costo entre la siembra directa e indirecta fue relativamente pequeña (S/ 62.57), lo que sugiere que la elección del tipo de siembra puede basarse más en consideraciones de eficacia y calidad que en diferencias de costos.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de micorriza comercial para mejorar el desarrollo de las plántulas de Pino (*Pinus radiata D. Don*), debido a que su aplicación favorece en el crecimiento inicial con respecto a la altura, diámetro del tallo, longitud de la raíz y el peso seco de la raíz de las plántulas.

En cuanto a las dosis recomendables, se observa que las dosis de que comprendan entre 3g a 5g es recomendable, puesto que dosis muy altas como las de los tratamientos 1 y 5 (8g) generan resultados desfavorables, llegando a ser similares la no aplicación de micorriza.

Se recomienda incrementar el estudio de los efectos que tiene la aplicación de micorriza en diferentes condiciones para las plántulas de pino, incluyendo factores como diferentes tipos de siembra y diferentes especies de hongos micorrizicos.

Se recomienda capacitar a los productores de Pino y viveristas forestales (*Pinus radiata D. Don*) para la mejora de técnicas de siembra y calidad del Pino incluyendo temas sobre el uso de micorriza comercial.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aljos Farjon, (2013). Scribd. Recuperado 18 de noviembre de 2023, de <https://www.scribd.com/document/401662975/Aljos-Farjon-Denis-Filer-An-Atlas-of-the-World-s-Conifers-An-Analysis-of-Their-Distribution-Biogeography-Diversity-and-Conservation-Status-201>
- Ancco, Y. (2019). *Evaluación del inoculo micorrizal del hongo (Boletus edulis) en la producción de plantones de pino (Pinus radiata D. Don) en Andahuaylas* [Tesis de grado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5017>
- Azuara, S. (2001). *El pino radiata d. Don en su hábitat natural*. [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/832/56789s.pdf?sequence=1#:~:text=El%20Pino%20radiataD.%20Don%20en%20su,h%C3%A1bitat%20natural.%20Por%3A%20SERGIO%20AZUARA%20ARTEAGA>.
- Barlow, A., Barlow, C. G., Boddam-Whetham, L., & Robinson, B. (2016). A rapid assessment of the current status of project management skills in the conservation sector. *Journal for Nature Conservation*, 34, 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.10.003>
- Barroetaveña, C., Bassani, V., & Rajchenberg, M. (2012). Mycorrhizal inoculation of *Pinus ponderosa* in Patagonia, Argentina: Rootlets colonization, morphotypes descriptions and seedling growth in nursery. *Bosque (Valdivia)*, 33(2), 163-169. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002012000200006>
- Caceres, I. (2013). *Efecto de Cristales Hidrosolubles (Hidrosorb®), Frecuencias de Riego y sustrato en el Almacigado de Pino (Pinus Radiata D.) en el C. P. de Jaillihuaya* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3274282>

- Camargo, S., Montaña, N., De la rosa, C., & Montaña, S. (2012). Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo. *RDU Unam*, 13(7), 2-24. <https://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/art72.pdf>.
- Camey, L. (2014). *Evaluación de seis dosis de ectomicorrizas sobre la calidad de planta de pino en vivero; San Francisco; Jutiapa* [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar].  
<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/03/Camey-Luis.pdf>
- Caso, Gomez J. (2018). *Métodos de micorrización para la producción de plantas de pinus tecunumanii equiluz & j.p. Perry, Satipo* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5033/T010\\_4717351\\_0\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5033/T010_4717351_0_T.pdf?sequence=1)
- Dávila. (2014). *Estudio comparativo de costos en la instalación de una plantación forestal con dos sistemas de producción de plantones en la región junín* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20500.12996/2357/K10-D3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De la Cruz, B. (2019). *Instalación y mantenimiento de viveros*. Idema.  
[https://books.institutoidema.org/sites/default/files/2020\\_08\\_01\\_19\\_01\\_47\\_borisdelacruz2184hotmail.com\\_mantenimiento\\_de\\_viveros\\_tarea.pdf](https://books.institutoidema.org/sites/default/files/2020_08_01_19_01_47_borisdelacruz2184hotmail.com_mantenimiento_de_viveros_tarea.pdf)
- Dirección de Escuelas Agrarias. (2018). *Manual de vivero*. Int.  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod\\_resource/content/1/020000\\_manual\\_de\\_vivero.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_manual_de_vivero.pdf)
- García, J. (2018). *Micorrización controlada de plántulas del género Pinus en vivero y su incidencia sobre atributos del material y del comportamiento* [Tesis doctoral, Universidad de Concepción].  
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/3254>

- Gobierno de México. (2007). *Manual para Producción de Planta Forestal de Clima Templado Frío | PDF | Germinación Tallo de la planta*. Sec. DA. <https://es.scribd.com/document/272862361/Manual-para-Produccion-de-Planta-Forestal-de-Clima-Templado-Frio>
- Gobierno Regional del Cusco. (2020). *Redención forestal: Un millón de árboles para Calca Y Urubamba*. GRC <https://regioncusco.gob.pe/redencion-forestal-un-millon-de-arboles-para-calca-y-urubamba/>
- Gomez, M. (2016). *Crecimiento de plántulas de pino (pinus radiata) bajo la acción del extracto de hongos micorrizicos (boletus edulis) en condiciones de vivero Chuquibambilla—Grau—Apurímac*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/616>
- Guido, J. (1984). *Estudio del sistema radicular en plantaciones demostrativas de pinus radiata d. Don* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Gutierrez, N. (2014). *Evaluación del efecto del tipo sustrato y dosis de ácido naftaleno acético (Ana) en el enraizamiento de estacas Pinus radiata D.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/398>
- Hurtado. (2006). "*Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural*". Editorial Universitaria. Cusco - Perú.
- Iturriaga Mejía, J. F. (2019). *Comparativo de aplicación de micorriza (Suillus luteus) en pino (Pinus radiata D. Don y Pinus patula Schl et Chan), en condiciones del Centro Agronómico K'ayra—Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2690159>
- Lapulu, P. (1985). *Acción del cyathus sp. Y schyzophyllum sp. Inoculados al repique con diferentes fórmulas de fertilización en la producción de plantones de pinos*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de Perú].

- Limache, A. (1985). *Ensayo de micorrización de pinus radiata d. Don en los viveros forestales del departamento de Cuzco. Universidad nacional del centro del Peru*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Melgarejo Camones, R. D. (2017). *Producción de plantones de pino (Pinus radiata D. Don) con cuatro tipos de micorrización, en el Distrito de San Marcos, Provincia de Huari, Región Ancash* [Tesis de grado, Universidad José Carlos Mariátegui]. <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/269>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Línea de base de especies forestales (pinus sp y eucalyptus sp.) con fines de bioseguridad*. Minam.[https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2020/07/LB\\_Forestales.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2020/07/LB_Forestales.pdf)
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Arelis, T. (2014). *Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas Perú*. Serfor.[http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2993/Technical/2%20Manual%20produccion%20vivero%20forestal.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/2%20Manual%20produccion%20vivero%20forestal.pdf)
- Olivera, L., & Maldonado, L. (2010). *Análisis de costos unitarios en la instalación de viveros forestales permanentes y producción de plantones—Valle del Mantaro*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2582/Olivera%20Cuadros-Maldonado%20Guerreros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peralta, J., & Royuela, M. (2019). *Morfología-plántulas*. <https://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula.htm>
- Pimentel, L. (1971). Viveros; semilleros portátiles y el trasplante anticipado. *Revista bosques y fauna*. 5(12), 4-25
- Rodríguez, R. (2020). *Manual de prácticas de viveros forestales*. Editorial UAEH. [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI\\_IntGenAmb/Rodri\\_Laguna/2.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf)

- Rueda Sánchez, A., Benavides Solorio, J. de D., Prieto-Ruiz, J. Á., Sáenz Reyez, J. T., Orozco-Gutiérrez, G., & Molina Castañeda, A. (2012). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(14), 69-82.
- Trappe, J. (1994). What is a mycorrhiza? In: Proceedings of the Fourth European Symposium on Mycorrhizae. *Ec Report*, 4(5), 3-9.
- Vergara, K. (2004). *Respuesta del inoculo micorrizal del hongo scleroderma verrucosum en la producción de plántulas de pinus radiata d.don en Jauja* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369157>
- Yoza, L., Baradit, E., & Acevedo, M. (2015). Caracterización de las propiedades mecánicas de especies, Pino (*Pinus patula*) y Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) provenientes del Perú utilizando técnicas no destructivas. *Anales Científicos*, 76(1), Article 1. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.758>



## ANEXO N° 1 Altura de la Planta

<b>ALTURA DE LA PLANTA A LOS 150 DIAS</b>									
<b>BLOQUE</b>	<b>PLANTA</b>	<b>SIEMBRA DIRECTA</b>				<b>SIEMBRA INDIRECTA</b>			
		<b>TRATAMIENTOS</b>				<b>TRATAMIENTOS</b>			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>I</b>	1	12.00	10.00	12.00	10.00	10.00	11.00	10.00	10.00
	2	13.00	12.00	15.00	13.00	10.50	10.00	10.50	9.00
	3	11.00	14.00	10.00	15.00	10.00	10.50	11.00	7.00
	4	10.00	15.00	15.00	10.00	8.00	9.00	12.00	8.00
	5	14.00	10.00	16.00	11.00	7.00	9.50	10.50	5.00
	6	10.00	10.50	10.00	13.00	10.00	10.00	10.60	10.00
	7	10.50	12.00	13.00	12.50	10.50	11.00	11.00	11.00
	8	12.00	13.00	14.00	10.50	10.00	11.00	9.50	10.00
<b>PROMEDIO</b>		11.563	12.063	13.125	11.875	9.500	10.250	10.638	8.750
<b>II</b>	1	10.00	14.00	15.00	14.00	11.00	12.00	13.00	12.00
	2	15.00	13.00	10.00	10.00	12.00	10.00	10.00	10.00
	3	10.00	15.00	13.00	15.00	10.00	13.00	11.00	12.00
	4	11.00	11.00	14.00	12.00	8.00	14.00	12.00	10.00
	5	13.00	12.00	12.00	10.30	6.00	10.00	14.00	9.00
	6	15.00	10.00	14.00	11.00	9.00	9.00	9.80	8.50
	7	11.00	10.50	13.00	10.50	7.00	10.00	9.00	9.70
	8	12.00	12.00	12.00	11.00	10.00	10.50	10.30	10.00
<b>PROMEDIO</b>		12.125	12.188	12.875	11.725	9.125	11.063	11.138	10.150
<b>III</b>	1	10.00	13.00	15.00	14.00	11.00	15.00	13.00	12.00
	2	12.00	12.00	13.00	13.00	10.50	10.00	14.00	10.00
	3	15.00	10.20	14.00	15.00	10.60	12.00	12.00	10.00
	4	13.00	10.50	16.00	10.30	10.50	13.00	10.50	12.00
	5	14.00	10.60	14.00	10.00	11.00	10.00	9.00	11.00
	6	16.00	10.80	10.00	11.00	12.00	10.50	10.00	10.00
	7	10.00	13.00	10.50	11.20	10.00	11.00	10.40	8.00
	8	10.50	14.00	10.60	10.00	10.00	10.50	10.00	10.00
<b>PROMEDIO</b>		12.563	11.763	12.888	11.813	10.700	11.500	11.113	10.375
<b>IV</b>	1	14.00	13.00	14.00	10.00	12.00	12.00	14.00	10.00
	2	10.00	14.00	10.00	15.00	10.00	10.00	10.00	11.00
	3	16.00	12.00	16.00	13.00	11.00	14.00	11.00	13.00
	4	12.00	10.00	12.00	11.00	9.00	15.00	9.80	10.00
	5	11.00	11.00	14.00	10.00	9.80	10.00	10.00	9.00
	6	10.00	13.00	10.00	12.00	7.90	12.00	12.00	8.00
	7	10.50	14.00	15.00	10.00	10.00	12.00	13.00	10.00
	8	10.20	10.00	14.00	11.00	11.00	10.40	10.20	11.00
<b>PROMEDIO</b>		11.713	12.125	13.125	11.500	10.088	11.925	11.250	10.250

## ANEXO N° 2 Diámetro del Tallo

<b>DIAMETRO DE TALLO A LOS 150 DIAS</b>									
<b>BLOQUE</b>	<b>PLANTA</b>	<b>SIEMBRA DIRECTA</b>				<b>SIEMBRA INDIRECTA</b>			
		<b>TRATAMIENTOS</b>				<b>TRATAMIENTOS</b>			
		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	1	0.230	0.150	0.230	0.210	0.100	0.100	0.130	0.120
	2	0.250	0.150	0.190	0.260	0.130	0.140	0.160	0.100
	3	0.150	0.190	0.250	0.130	0.100	0.130	0.100	0.100
	4	0.100	0.230	0.250	0.150	0.100	0.100	0.130	0.100
	5	0.160	0.160	0.150	0.140	0.120	0.100	0.140	0.110
	6	0.120	0.180	0.160	0.230	0.093	0.110	0.110	0.110
	7	0.160	0.230	0.170	0.150	0.110	0.100	0.100	0.120
	8	0.190	0.200	0.190	0.160	0.100	0.100	0.100	0.100
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.170</b>	<b>0.186</b>	<b>0.199</b>	<b>0.179</b>	<b>0.107</b>	<b>0.110</b>	<b>0.121</b>	<b>0.108</b>
<b>II</b>	1	0.260	0.190	0.260	0.230	0.099	0.114	0.110	0.110
	2	0.240	0.150	0.230	0.190	0.130	0.078	0.107	0.089
	3	0.230	0.180	0.240	0.150	0.099	0.108	0.122	0.130
	4	0.190	0.230	0.280	0.180	0.091	0.129	0.103	0.060
	5	0.150	0.240	0.150	0.130	0.078	0.117	0.124	0.100
	6	0.180	0.180	0.230	0.150	0.100	0.107	0.100	0.109
	7	0.160	0.240	0.160	0.170	0.150	0.091	0.107	0.117
	8	0.190	0.260	0.250	0.150	0.075	0.150	0.112	0.105
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.200</b>	<b>0.209</b>	<b>0.225</b>	<b>0.169</b>	<b>0.103</b>	<b>0.112</b>	<b>0.111</b>	<b>0.103</b>
<b>III</b>	1	0.190	0.240	0.250	0.190	0.114	0.117	0.117	0.120
	2	0.150	0.230	0.210	0.170	0.118	0.130	0.114	0.099
	3	0.170	0.190	0.260	0.240	0.099	0.130	0.109	0.119
	4	0.150	0.170	0.240	0.210	0.111	0.062	0.129	0.112
	5	0.180	0.240	0.190	0.230	0.118	0.078	0.124	0.122
	6	0.150	0.150	0.190	0.220	0.140	0.090	0.130	0.058
	7	0.200	0.160	0.260	0.190	0.112	0.116	0.091	0.110
	8	0.250	0.170	0.150	0.150	0.120	0.103	0.118	0.111
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.180</b>	<b>0.194</b>	<b>0.219</b>	<b>0.200</b>	<b>0.117</b>	<b>0.103</b>	<b>0.117</b>	<b>0.106</b>
<b>IV</b>	1	0.230	0.230	0.200	0.230	0.120	0.084	0.115	0.118
	2	0.220	0.250	0.260	0.190	0.116	0.110	0.122	0.134
	3	0.240	0.160	0.230	0.180	0.139	0.150	0.100	0.112
	4	0.210	0.230	0.190	0.240	0.112	0.140	0.120	0.112
	5	0.260	0.260	0.180	0.240	0.099	0.150	0.125	0.115
	6	0.210	0.190	0.150	0.170	0.128	0.120	0.113	0.124
	7	0.240	0.250	0.240	0.190	0.092	0.130	0.122	0.123
	8	0.150	0.260	0.210	0.190	0.174	0.130	0.160	0.100
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.220</b>	<b>0.229</b>	<b>0.208</b>	<b>0.204</b>	<b>0.123</b>	<b>0.127</b>	<b>0.122</b>	<b>0.117</b>

**ANEXO N° 3 Longitud de Raíz**

		LONGITUD DE LA RAÍZ UNIDAD DE MEDIDA EN CENTÍMETROS (CM)							
BLOQUE	PLANTA	SIEMBRA DIRECTA				SIEMBRA INDIRECTA			
		TRATAMIENTOS				TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
I	1.000	13.000	21.000	18.000	17.000	20.000	17.500	11.000	24.000
	2.000	11.000	10.000	18.000	14.000	13.000	16.000	8.000	15.000
	3.000	6.000	13.000	15.000	10.000	6.000	8.000	5.000	13.000
	4.000	8.000	10.000	13.000	15.000	5.000	10.000	10.000	7.000
	5.000	10.000	15.000	14.000	11.000	7.000	15.000	9.000	4.500
	<b>PROMEDIO</b>	<b>9.600</b>	<b>13.800</b>	<b>15.600</b>	<b>13.400</b>	<b>10.200</b>	<b>13.300</b>	<b>8.600</b>	<b>12.700</b>
II	1.000	8.000	21.500	26.000	28.000	13.000	31.000	15.000	22.000
	2.000	7.500	20.000	18.000	18.000	10.500	16.000	10.000	17.500
	3.000	6.000	11.000	10.000	11.000	7.000	16.500	9.000	13.000
	4.000	5.000	6.000	16.000	10.000	8.000	14.000	10.000	10.000
	5.000	8.000	10.000	17.000	14.000	5.000	13.000	12.000	11.500
	<b>PROMEDIO</b>	<b>6.900</b>	<b>13.700</b>	<b>17.400</b>	<b>16.200</b>	<b>8.700</b>	<b>18.100</b>	<b>11.200</b>	<b>14.800</b>
III	1.000	22.000	19.500	18.000	18.000	20.500	27.000	21.000	13.000
	2.000	15.000	14.500	18.000	12.000	17.000	25.000	16.500	12.000
	3.000	9.000	12.000	17.000	10.000	14.000	16.000	13.000	9.000
	4.000	8.000	11.000	11.000	13.000	15.000	10.000	12.000	10.000
	5.000	10.000	8.000	9.000	9.000	13.000	13.000	10.000	11.000
	<b>PROMEDIO</b>	<b>12.800</b>	<b>13.000</b>	<b>14.600</b>	<b>12.400</b>	<b>15.900</b>	<b>18.200</b>	<b>14.500</b>	<b>11.000</b>
IV	1.000	14.500	20.500	28.000	22.000	16.500	19.000	22.000	13.000
	2.000	11.500	16.000	17.000	17.500	12.000	17.000	20.000	15.000
	3.000	15.000	15.000	13.500	13.500	6.000	14.000	21.000	10.000
	4.000	10.000	19.000	12.000	12.000	10.000	11.500	15.000	11.000
	5.000	9.000	15.000	14.000	10.000	9.000	13.000	10.000	12.000
	<b>PROMEDIO</b>	<b>12.000</b>	<b>17.100</b>	<b>16.900</b>	<b>15.000</b>	<b>10.700</b>	<b>14.900</b>	<b>17.600</b>	<b>12.200</b>

**ANEXO N° 4 Peso de raíz y Parte aérea en (gramos)**

<b>PESO SECO DE LA RAIZ</b>									
<b>BLOQUE</b>	<b>PLANTA</b>	<b>SIEMBRA DIRECTA</b>				<b>SIEMBRA INDIRECTA</b>			
		<b>TRATAMIENTOS</b>				<b>TRATAMIENTOS</b>			
		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	1	0.022	0.022	0.024	0.024	0.057	0.052	0.057	0.038
	2	0.019	0.011	0.024	0.020	0.037	0.048	0.042	0.024
	3	0.010	0.014	0.020	0.014	0.017	0.024	0.026	0.020
	4	0.014	0.011	0.018	0.022	0.014	0.030	0.052	0.011
	5	0.017	0.016	0.019	0.016	0.020	0.045	0.047	0.007
<b>TOTAL</b>		<b>0.0818</b>	<b>0.074</b>	<b>0.106</b>	<b>0.0963</b>	<b>0.146</b>	<b>0.199</b>	<b>0.225</b>	<b>0.100</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.016</b>	<b>0.015</b>	<b>0.021</b>	<b>0.019</b>	<b>0.029</b>	<b>0.040</b>	<b>0.045</b>	<b>0.020</b>
<b>II</b>	1	0.026	0.035	0.052	0.034	0.054	0.094	0.055	0.030
	2	0.024	0.032	0.036	0.022	0.043	0.048	0.037	0.024
	3	0.019	0.018	0.020	0.013	0.029	0.050	0.033	0.018
	4	0.016	0.010	0.032	0.012	0.033	0.042	0.037	0.013
	5	0.026	0.016	0.034	0.017	0.021	0.039	0.044	0.015
<b>TOTAL</b>		<b>0.111</b>	<b>0.111</b>	<b>0.175</b>	<b>0.099</b>	<b>0.179</b>	<b>0.273</b>	<b>0.205</b>	<b>0.100</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.022</b>	<b>0.022</b>	<b>0.035</b>	<b>0.020</b>	<b>0.036</b>	<b>0.055</b>	<b>0.041</b>	<b>0.020</b>
<b>III</b>	1	0.052	0.067	0.036	0.029	0.090	0.100	0.092	0.024
	2	0.035	0.050	0.036	0.020	0.075	0.092	0.072	0.022
	3	0.021	0.041	0.034	0.016	0.061	0.059	0.057	0.016
	4	0.019	0.038	0.022	0.021	0.066	0.037	0.053	0.018
	5	0.024	0.027	0.018	0.015	0.057	0.048	0.044	0.020
<b>TOTAL</b>		<b>0.151</b>	<b>0.223</b>	<b>0.145</b>	<b>0.101</b>	<b>0.348</b>	<b>0.336</b>	<b>0.319</b>	<b>0.100</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.030</b>	<b>0.045</b>	<b>0.029</b>	<b>0.020</b>	<b>0.070</b>	<b>0.067</b>	<b>0.064</b>	<b>0.020</b>
<b>IV</b>	1	0.036	0.040	0.083	0.028	0.083	0.053	0.058	0.026
	2	0.029	0.031	0.051	0.022	0.060	0.048	0.053	0.030
	3	0.037	0.029	0.040	0.017	0.030	0.039	0.056	0.020
	4	0.025	0.037	0.036	0.015	0.050	0.032	0.040	0.022
	5	0.022	0.029	0.042	0.013	0.045	0.036	0.026	0.024
<b>TOTAL</b>		<b>0.150</b>	<b>0.166</b>	<b>0.251</b>	<b>0.096</b>	<b>0.268</b>	<b>0.209</b>	<b>0.233</b>	<b>0.123</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.030</b>	<b>0.033</b>	<b>0.050</b>	<b>0.019</b>	<b>0.054</b>	<b>0.042</b>	<b>0.047</b>	<b>0.025</b>

PESO SECO DE LA PARTE AEREA									
BLOQUE	PLANTA	SIEMBRA DIRECTA				SIEMBRA INDIRECTA			
		TRATAMIENTOS				TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
I	1	0.087	0.070	0.091	0.089	0.143	0.104	0.109	0.159
	2	0.095	0.083	0.114	0.115	0.150	0.095	0.115	0.143
	3	0.080	0.097	0.076	0.133	0.143	0.100	0.120	0.111
	4	0.073	0.104	0.114	0.089	0.114	0.085	0.131	0.127
	5	0.102	0.070	0.122	0.097	0.100	0.090	0.115	0.079
TOTAL		0.4369	0.437	0.424	0.518	0.522	0.651	0.474	0.590
PROMEDIO		0.08738	0.087	0.085	0.104	0.104	0.130	0.095	0.118
II	1	0.060	0.091	0.100	0.085	0.103	0.136	0.132	0.173
	2	0.090	0.084	0.066	0.061	0.112	0.114	0.102	0.144
	3	0.060	0.097	0.086	0.091	0.093	0.148	0.112	0.173
	4	0.066	0.071	0.093	0.073	0.075	0.159	0.122	0.144
	5	0.078	0.078	0.080	0.063	0.056	0.114	0.142	0.129
TOTAL		0.3521	0.352	0.421	0.426	0.373	0.438	0.671	0.610
PROMEDIO		0.07042	0.070	0.084	0.085	0.075	0.088	0.134	0.122
III	1	0.073	0.092	0.093	0.106	0.155	0.190	0.176	0.162
	2	0.088	0.085	0.080	0.098	0.148	0.127	0.189	0.135
	3	0.110	0.072	0.087	0.113	0.150	0.152	0.162	0.135
	4	0.095	0.075	0.099	0.078	0.148	0.165	0.142	0.162
	5	0.103	0.075	0.087	0.076	0.155	0.127	0.122	0.148
TOTAL		0.4699	0.470	0.400	0.446	0.470	0.757	0.759	0.791
PROMEDIO		0.09398	0.094	0.080	0.089	0.094	0.151	0.152	0.158
IV	1	0.077	0.106	0.116	0.069	0.142	0.110	0.137	0.098
	2	0.055	0.114	0.083	0.104	0.118	0.092	0.098	0.108
	3	0.089	0.098	0.133	0.090	0.130	0.129	0.108	0.128
	4	0.066	0.082	0.100	0.076	0.106	0.138	0.096	0.098
	5	0.061	0.090	0.116	0.069	0.116	0.092	0.098	0.089
TOTAL		0.3486	0.349	0.490	0.549	0.408	0.612	0.562	0.537
PROMEDIO		0.06972	0.070	0.098	0.110	0.082	0.122	0.112	0.107

### ANEXO N° 5 Peso seco de las Plantas

PESO SECO TOTAL DE LA PLANTA									
BLOQUE	PLANTA	SIEMBRA DIRECTA				SIEMBRA INDIRECTA			
		TRATAMIENTOS				TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
I	1	0.110	0.092	0.116	0.113	0.200	0.157	0.167	0.197
	2	0.113	0.094	0.139	0.135	0.188	0.143	0.156	0.167
	3	0.090	0.111	0.096	0.147	0.160	0.124	0.146	0.132
	4	0.086	0.115	0.132	0.110	0.129	0.115	0.183	0.138
	5	0.119	0.086	0.141	0.113	0.120	0.135	0.162	0.087
<b>TOTAL</b>		<b>0.519</b>	<b>0.498</b>	<b>0.623</b>	<b>0.619</b>	<b>0.797</b>	<b>0.673</b>	<b>0.814</b>	<b>0.720</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.104</b>	<b>0.100</b>	<b>0.125</b>	<b>0.124</b>	<b>0.159</b>	<b>0.135</b>	<b>0.163</b>	<b>0.144</b>
II	1	0.085	0.125	0.152	0.119	0.156	0.230	0.187	0.202
	2	0.114	0.116	0.103	0.083	0.155	0.162	0.138	0.167
	3	0.079	0.115	0.107	0.105	0.122	0.198	0.145	0.190
	4	0.082	0.081	0.125	0.085	0.108	0.201	0.159	0.157
	5	0.103	0.094	0.114	0.080	0.077	0.153	0.186	0.145
<b>TOTAL</b>		<b>0.463</b>	<b>0.531</b>	<b>0.601</b>	<b>0.472</b>	<b>0.618</b>	<b>0.944</b>	<b>0.815</b>	<b>0.862</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.093</b>	<b>0.106</b>	<b>0.120</b>	<b>0.094</b>	<b>0.124</b>	<b>0.189</b>	<b>0.163</b>	<b>0.172</b>
III	1	0.125	0.159	0.129	0.135	0.245	0.290	0.268	0.185
	2	0.124	0.135	0.116	0.118	0.223	0.219	0.262	0.157
	3	0.131	0.114	0.120	0.130	0.211	0.211	0.219	0.151
	4	0.114	0.112	0.121	0.099	0.214	0.201	0.195	0.180
	5	0.126	0.103	0.105	0.090	0.212	0.175	0.166	0.168
<b>TOTAL</b>		<b>0.621</b>	<b>0.623</b>	<b>0.591</b>	<b>0.571</b>	<b>1.106</b>	<b>1.096</b>	<b>1.110</b>	<b>0.841</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.124</b>	<b>0.125</b>	<b>0.118</b>	<b>0.114</b>	<b>0.221</b>	<b>0.219</b>	<b>0.222</b>	<b>0.168</b>
IV	1	0.114	0.146	0.200	0.097	0.224	0.164	0.195	0.125
	2	0.084	0.145	0.134	0.126	0.178	0.140	0.151	0.138
	3	0.126	0.127	0.173	0.107	0.160	0.168	0.163	0.148
	4	0.091	0.118	0.135	0.091	0.156	0.170	0.136	0.121
	5	0.083	0.119	0.158	0.082	0.161	0.129	0.125	0.113
<b>TOTAL</b>		<b>0.499</b>	<b>0.656</b>	<b>0.800</b>	<b>0.504</b>	<b>0.880</b>	<b>0.770</b>	<b>0.770</b>	<b>0.645</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.100</b>	<b>0.131</b>	<b>0.160</b>	<b>0.101</b>	<b>0.176</b>	<b>0.154</b>	<b>0.154</b>	<b>0.129</b>

**ANEXO N° 6 Indica calidad de dikson**

<b>INDICE DE CALIDAD DE DICKSON - ICD</b>									
<b>BLOQUE</b>	<b>PLANTA</b>	<b>SIEMBRA DIRECTA</b>				<b>SIEMBRA INDIRECTA</b>			
		<b>TRATAMIENTOS</b>				<b>TRATAMIENTOS</b>			
		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
<b>I</b>	1	0.012	0.009	0.013	0.013	0.016	0.012	0.017	0.016
	2	0.011	0.006	0.011	0.013	0.015	0.016	0.017	0.011
	3	0.006	0.008	0.012	0.007	0.009	0.010	0.009	0.011
	4	0.006	0.007	0.011	0.010	0.008	0.010	0.016	0.007
	5	0.008	0.008	0.008	0.008	0.011	0.012	0.016	0.005
<b>TOTAL</b>		<b>0.043</b>	<b>0.038</b>	<b>0.055</b>	<b>0.051</b>	<b>0.059</b>	<b>0.059</b>	<b>0.075</b>	<b>0.050</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.009</b>	<b>0.008</b>	<b>0.011</b>	<b>0.010</b>	<b>0.012</b>	<b>0.012</b>	<b>0.015</b>	<b>0.010</b>
<b>II</b>	1	0.014	0.013	0.020	0.014	0.012	0.019	0.013	0.012
	2	0.011	0.010	0.017	0.010	0.013	0.011	0.011	0.010
	3	0.011	0.008	0.011	0.006	0.009	0.013	0.012	0.010
	4	0.008	0.007	0.016	0.007	0.010	0.014	0.011	0.006
	5	0.009	0.010	0.011	0.007	0.007	0.013	0.013	0.008
<b>TOTAL</b>		<b>0.053</b>	<b>0.047</b>	<b>0.074</b>	<b>0.044</b>	<b>0.051</b>	<b>0.070</b>	<b>0.060</b>	<b>0.046</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.011</b>	<b>0.009</b>	<b>0.015</b>	<b>0.009</b>	<b>0.010</b>	<b>0.014</b>	<b>0.012</b>	<b>0.009</b>
<b>III</b>	1	0.019	0.023	0.015	0.012	0.022	0.020	0.021	0.011
	2	0.012	0.019	0.014	0.009	0.020	0.024	0.018	0.010
	3	0.009	0.016	0.015	0.010	0.016	0.018	0.016	0.009
	4	0.008	0.014	0.011	0.012	0.018	0.008	0.018	0.009
	5	0.010	0.014	0.009	0.009	0.018	0.011	0.017	0.010
<b>TOTAL</b>		<b>0.059</b>	<b>0.087</b>	<b>0.063</b>	<b>0.052</b>	<b>0.094</b>	<b>0.081</b>	<b>0.089</b>	<b>0.049</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.012</b>	<b>0.017</b>	<b>0.013</b>	<b>0.010</b>	<b>0.019</b>	<b>0.016</b>	<b>0.018</b>	<b>0.010</b>
<b>IV</b>	1	0.014	0.018	0.024	0.014	0.019	0.010	0.013	0.010
	2	0.013	0.016	0.024	0.010	0.017	0.013	0.015	0.012
	3	0.014	0.012	0.017	0.009	0.013	0.013	0.013	0.008
	4	0.011	0.018	0.015	0.010	0.015	0.011	0.013	0.009
	5	0.012	0.016	0.015	0.009	0.013	0.014	0.011	0.010
<b>TOTAL</b>		<b>0.064</b>	<b>0.079</b>	<b>0.095</b>	<b>0.051</b>	<b>0.077</b>	<b>0.061</b>	<b>0.065</b>	<b>0.049</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.013</b>	<b>0.016</b>	<b>0.019</b>	<b>0.010</b>	<b>0.015</b>	<b>0.012</b>	<b>0.013</b>	<b>0.010</b>

**Ejemplo de determinación del ICD para el tratamiento 1, bloque 1**

**Peso seco de la raíz (g)= 0.022**                      **Peso seco de la parte aérea (g)= 0.087**

**Peso seco total (g) = 0.110**                      **Altura de la planta (cm)= 12**

**Diámetro del cuello de la raíz (mm) = 2.30**

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\left(\frac{\text{Altura cm}}{\text{diámetro cuello de la raíz mm}}\right) + \left(\frac{\text{Peso seco parte aérea g}}{\text{peso seco raíz g}}\right)}$$

$$ICD = \frac{0.110}{\frac{12}{2.30} + \frac{0.087}{0.022}} = 0.012$$

### ANEXO N° 7. % de mortandad de plántulas de pino

BLOQUE	SIEMBRA DIRECTA				SIEMBRA INDIRECTA				SUMA - BLOQ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	4	2	2	3	3	3	2	3	22
II	3	1	1	3	2	1	1	1	13
III	3	1	1	2	2	2	1	4	16
IV	3	1	2	3	3	1	1	2	16
SUMA	13	5	6	11	10	7	5	10	
%	16.25	6.25	7.5	13.75	12.5	8.75	6.25	12.5	

% DE MORTANDAD DE PLANTULAS DE PINO A LOS 150 DIAS					
TRATAMIENTO	DOSIS DE MICORRIZA	SIEMBRA DIRECTA	TRATAMIENTO	DOSIS DE MICORRIZA	SIEMBRA INDIRECTA
T1	D. Alta	16.25%	T5	D. Alta	12.50%
T2	D. Media	6.25%	T6	D. Media	8.75%
T3	D. Baja	7.50%	T7	D. Baja	6.25%
T4	Testigo	13.75%	T8	Testigo	12.50%
SIEMBRA DIRECTA		10.94%	SIEMBRA INDIRECTA		10%

### ANEXO N° 8. % DE prendimiento de plántulas de pino

BLOQUE	SIEMBRA DIRECTA				SIEMBRA INDIRECTA				SUMA - BLOQ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	16	18	18	17	17	17	18	17	138
II	17	19	19	17	18	19	19	19	147
III	17	19	19	18	18	18	19	16	144
IV	17	19	18	17	17	19	19	18	144
SUMA	67	75	74	69	70	73	75	70	
%	83.75	93.75	92.5	86.25	87.5	91.25	93.75	87.5	

% DE PRENDIMIENTO DE PLANTULAS DE PINO A LOS 150 DIAS					
TRATAMIENTO	DOSIS DE MICORRIZA	SIEMBRA DIRECTA	TRATAMIENTO	DOSIS DE MICORRIZA	SIEMBRA INDIRECTA
T1	D. Alta	83.75%	T5	D. Alta	87.50%
T2	D. Media	93.75%	T6	D. Media	91.25%
T3	D. Baja	92.50%	T7	D. Baja	93.75%
T4	Testigo	86.25%	T8	Testigo	87.50%
SIEMBRA DIRECTA		89.06%	SIEMBRA INDIRECTA		90%



## ANEXO N° 9. IMÁGENES DEL PROCEDIMIENTO

### Ilustración 1. Adecuación el área para la investigación



La Ilustración 1. Se muestra la adecuación del área para realizar el del trabajo de investigación

### Ilustración 2. Preparación del sustrato



La ilustración 2. Sen muestra la preparación del sustrato y llenado de bolsas de polietileno con el sustrato y coordinación el co- asesor de la investigación.

### **Ilustración 3. Aplicación de micorriza**



Ilustración 3. Muestra la aplicación de micorriza según los tratamientos estipulados en la investigación.

### **Ilustración 4. Siembra directa e indirecta**



Ilustración 4. Muestra la siembra indirecta (almacigado) y la siembra directa



### Ilustración 5. Germinación de semillas de pino en siembra indirecta y directa



La ilustración 5. Muestra la germinación de las semillas de *Pinus radiata* en dos tipos de siembra directa e indirecta.

### Ilustración 6. Toma de datos de altura y diámetro de la plántula



La ilustración 6. Muestra toma de datos utilizando la regla de 30 cm para la altura y el vernier para el diámetro de tallo de la plántula.

### **Ilustración 7. Toma de datos de longitud de raíz**



La ilustración 7. Muestra toma de datos utilizando la regla de 30 cm para longitud de raíz de la plántula.

### **Ilustración 8. Manipulación de muestras en el gabinete**



La ilustración 8. Muestra la preparación de plántulas para el secado.



### Ilustración 9. Manipulación de muestras en el gabinete



La ilustración 9. Muestra el proceso de secado de las plántulas de pino

### Ilustración 10 Manipulación de muestras en el gabinete



la ilustración 10. Muestra el pesado de plántulas de pino la parte aérea y raíz con la balanza gramera.

### **Ilustración 11. Plagas y enfermedades**



la ilustración 11. Muestra daños de plagas como gusano cortador (sillhui) cortando la parte aérea de la plántula y también la enfermedad de la chupadera fungosa lo cual apareció en los primeros meses.

### **Ilustración 12 Medición de peso de la planta**



la ilustración 12. Muestra los daños por roedores y lo cual se llegó a controlar con una raticida para evitar daños en las semillas de pino.

### Ilustración 13 Costos de producción con la siembra directa

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/,	COSTO PARCIAL S/,	COSTO TOTAL S/,
<b>A.- COSTOS DIRECTOS</b>					<b>1,990.60</b>
<b>1.-MAT. DE ACONDIC. DE VIVERO.</b>					665.60
Cemento yura	Bls	1.00	25.00	25.00	
Hormigon	M3	0.25	50.00	12.50	
Alambre galvanizado N° 14	Kilo	4.00	8.00	32.00	
Rollizos 4" x 2,5 m	Unidad	10.00	12.00	120.00	
Malla Raschell al 80 % de sombra color verde	Rollo	0.50	800.00	400.00	
Clavos de 3"	Kilo	2.00	4.00	8.00	
Grapas de 1"	Kilo	1.00	8.00	8.00	
Rafia hilo	Cono	1.00	10.00	10.00	
Arena	M3	0.06	80.00	4.80	
Tierra Agrícola	M3	0.11	30.00	3.30	
Tierra negra	M3	0.17	100.00	17.00	
Bolsas de Polietileno 5" x7" x 0,002	Millar	1.00	25.00	25.00	
<b>2.- INSUMOS</b>					445.00
Semilla de pino radiata	Kilos	0.50	200.00	100.00	
Abono foliar Aminovigor	Litro	3.00	50.00	150.00	
Funguicida Para chupadera 740	Caja	3.00	30.00	90.00	
Micorriza Comercial	kilos	1.50	30.00	45.00	
Insecticida	Litro	1.00	40.00	40.00	
Raticida	Sbr	2.00	10.00	20.00	
<b>3.- MANO DE OBRA</b>					720.00
Apertura de hoyos	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Parado de postes	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Tinglado de alambre	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Colocación y cocido de malla	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Limpieza de las camas	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Preparación de Sustrato	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Embolsado	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Traslado y enfilado	Jornal	2.00	40.00	80.00	
aplicación de micorriza comercial	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Siembra	Jornal	1.00	40.00	40.00	
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>					160.00
Deshierbo	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Riego	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Control sanitario	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Aplicación de abono foliar	Jornal	1.00	40.00	40.00	
<b>B.- COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>298.59</b>
Costo de la inversión (5%)	Global				99.53
Gastos de Administrativos (10%)	Global				199.06
<b>TOTAL</b>					<b>2,289.19</b>



### Ilustración 12. Costos de producción con la siembra indirecta

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/,	COSTO PARCIAL S/,	COSTO TOTAL S/,
<b>A.- COSTOS DIRECTOS</b>					<b>2,013.70</b>
<b>1.-MAT. DE ACONDIC. DE VIVERO.</b>					688.70
Cemento yura	Bls	1.00	25.00	25.00	
Hormigón	M3	0.25	50.00	12.50	
Alambre galvanizado N° 14	Kilo	4.00	8.00	32.00	
Rollizos 4" x 2,5 m	Unidad	10.00	12.00	120.00	
Malla Rachell al 80 % de sombra color verde	Rollo	0.50	800.00	400.00	
Clavos de 3"	Kilo	2.00	4.00	8.00	
Grapas de 1"	Kilo	1.00	8.00	8.00	
Rafia hilo	Cono	1.00	10.00	10.00	
Arena	M3	0.17	80.00	13.60	
Tierra Agrícola	M3	0.22	30.00	6.60	
Tierra negra	M3	0.28	100.00	28.00	
Bolsas de Polietileno 5" x7" x 0,002	Millar	1.00	25.00	25.00	
<b>2.- INSUMOS</b>					445.00
Semilla de pino radiata	Kilos	0.50	200.00	100.00	
Abono foliar Aminovigor	Litro	3.00	50.00	150.00	
Fungicida Para chupadera 740	Caja	3.00	30.00	90.00	
Micorriza Comercial	kilos	1.50	30.00	45.00	
Insecticida	Litro	1.00	40.00	40.00	
Raticida	Sbr	2.00	10.00	20.00	
<b>3.- MANO DE OBRA</b>					720.00
Apertura de hoyos	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Parado de postes	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Tinglado de alambre	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Colocación y cocido de malla	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Limpieza de las camas	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Preparación de Sustrato	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Embolsado	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Traslado y enfilado	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Aplicación de micorriza comercial	Jornal	2.00	40.00	80.00	
Siembra	Jornal	1.00	40.00	40.00	
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>					160.00
Deshierbo	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Riego	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Control sanitario	Jornal	1.00	40.00	40.00	
Aplicación de abono foliar	Jornal	1.00	40.00	40.00	
<b>B.- COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>302.06</b>
Costo de la inversión (5%)	Global				100.69
Gastos de Administrativos (10%)	Global				201.37
<b>TOTAL</b>					<b>2,315.76</b>