

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“DOS MÉTODOS DE SIEMBRA CON APLICACIÓN DE MICORRIZA
COMERCIAL EN PINO (*Pinus radiata D. Don*) BAJO CONDICIONES DE
K’AYRA - CUSCO”**

PRESENTADO POR:

Br. MIKI JOEL HUARCAYA PECEROS

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESOR:

Dr. RICARDO GONZALES QUISPE

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: "DOS METODOS DE SIEMBRA CON APLICACIÓN DE MICORRIZA COMERCIAL EN PINO (Pinus radiata D. Don) BAJO CONDICIONES DE K'AYRA-CUSCO"

presentado por: Mike Joel Huarcaya Peceros con DNI Nro.: 73509631 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Agrónomo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5 %.

Evaluación y acciones del reporte de 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.	
Mayor 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 Ley.	

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

Cusco, 22 de Agosto de 2025



Firma

Post firma Ricardo Gonzales Quiroga

Nro. de DNI 23923799

ORCID del Asesor 0000-0003-0227-8770

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:485548442

MIKI JOEL HUARCAYA PECEROS

DOS METODOS DE SIEMBRA CON APLICACIÓN DE MICORRIZA COMERCIAL EN PINO (*Pinus radiata* D. Don) BAJ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:485548442

Fecha de entrega

21 ago 2025, 8:27 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 ago 2025, 8:37 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

MIKI HUARCAYA ejemplar en correccion ultima version (2).pdf

Tamaño del archivo

4.0 MB

133 páginas

28.451 palabras

127.778 caracteres

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia y amigos.

A mis padres, Sr Carlos Alberto Huarcaya Pampañaupa y Sra. Rosa Peceros Rosell, quienes velaron por mi educación, bienestar y salud, quienes siempre estuvieron ahí para mí, con los cuales estaré eternamente agradecido.

A mi hermano y hermanas; Carlos, Yudy, Lisbeth y Marili, por su apoyo incondicional.

A todas las personas y amigos que me apoyaron en la realización del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

Agradezco a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por la formación académica y las oportunidades que me brindó durante mi periodo de formación, así como también a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por las enseñanzas y consejos brindados.

Al Centro de Investigación de Sistemas Agroforestales (CISAF) y al Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA), por brindarme sus instalaciones y materiales para realizar el presente trabajo de investigación.

A mi asesor: Dr. Ricardo Gonzales Quispe, por su apoyo, aportes y sugerencias durante el planeamiento, ejecución y sustentación del presente trabajo.

Gracias.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Identificación del problema.....	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Pregunta general.....	4
1.2.2. Pregunta especifica	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION.....	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Justificación.....	6
III. HIPOTESIS	8
3.1. Hipótesis general.....	8
3.2. Hipótesis específico	8
IV. MARCO TEORICO	9
4.1. Antecedentes	9
4.1.1. Internacionales	9

4.1.2. Nacionales.....	9
4.1.3. Regionales.....	12
4.2. Bases teóricas.....	14
4.2.1. Producción de pinos.....	14
4.2.2. Hongos micorrícicos.....	19
4.2.3. Calidad de plantas.....	25
4.2.4. Costos de producción.....	27
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	29
5.1. Tipo de investigación.....	29
5.2. Ubicación política.....	29
5.3. Ubicación geográfica.....	29
5.4. Ubicación hidrográfica.....	29
5.5. Ubicación temporal.....	30
5.6. Ubicación espacial.....	30
5.7. Climatología y zona de vida.....	31
5.8. Materiales y metodos.....	31
5.8.1. Material biológico.....	31
5.8.2. Materiales de campo.....	31
5.8.3. Equipo de gabinete.....	32
5.9. Metodología.....	32

5.9.1. Diseño experimental	32
5.9.2. Características del campo experimental.....	35
5.9.3. Croquis del campo experimental.....	36
5.9.4. Instalación y conducción de la investigación.....	36
5.10.Métodos de evaluación realizadas.....	39
5.10.1.Sobrevivencia.....	39
5.10.2.Comportamiento agronómico:	40
5.10.3.Costo de producción.....	41
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
6.1. Porcentaje de germinación en siembra directa e indirecta (%).....	42
6.2. Porcentaje de supervivencia en siembra directa e indirecta (%).....	43
6.3. Comportamiento agronómico.....	45
6.3.1. Altura de planta.....	45
6.3.2. Diámetro de tallo.....	52
6.3.3. Longitud de raíz	60
6.3.4. Peso de planta.....	68
6.3.5. Índice de calidad de Dickson	83
6.4. Costo de producción.....	90
VII. CONCLUSIONES.....	91
VIII. RECOMENDACIONES	93

IX. BIBLIOGRAFÍA.....	94
X. ANEXOS.....	100
10.1.Análisis de sustrato	100
10.2.Fichas técnicas de los productos utilizados.....	101
10.3.Datos y promedios del registro de campo	103
10.4.Evidencias fotográficas	119

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “DOS MÉTODOS DE SIEMBRA CON APLICACIÓN DE MICORRIZA COMERCIAL EN PINO (*Pinus radiata D. don*) BAJO CONDICIONES DE K'AYRA - CUSCO”, se llevó a cabo en el Vivero del CISAF del Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Agronomía y Zootecnia.

El tiempo de estudio fue realizado desde el mes de marzo del 2022 al mes de diciembre del 2022. Para este estudio se adoptó el análisis estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 4B, teniendo un total de 24 unidades experimentales. Para la evaluación se usaron herramientas estadísticas como el ANVA y la prueba de Tukey al 5 % y al 1%.

En cuanto a los resultados, se obtuvo un porcentaje de germinación (94%) y un porcentaje de supervivencia (87.69%).

En cuanto a comportamiento agronómico, las variables evaluadas mostraron diferencias significativas donde el tratamiento T1 es el que sobresale en todas las variables evaluadas, en la altura de planta posee un promedio 33.37 cm, en diámetro de tallo alcanzo un promedio de 4.93 mm, en la longitud de raíz obtuvo un valor de 32.33 cm, en cuanto al peso húmedo de planta alcanzo una media de 13.12 gr, en el peso seco de planta obtuvo una media de 3.23 gr y en cuanto a la calidad de Dickson obtuvo una media de 0.35.

Finalmente, el tratamiento que obtuvo un costo mayor a los demás, es el tratamiento T5 con un monto de S/. 5161,80.

Palabras clave: Análisis de varianza ANVA, costos de producción, dosis de micorrización, índice de calidad de Dickson.

INTRODUCCIÓN

El pino una planta con mucha importancia ecológica, económica y social en todo el mundo, esta influye en procesos ecosistémicos, ambientales, alimento de fauna silvestre y posee un valor económico (Cuba, 2014). El *Pinus radiata* es una de las especies que viene teniendo importancia debido a que esta beneficia como madera y su producción del hongo comestible *Boletus edulis*.

El proceso donde se unen las raíces de una planta con un hongo es llamado micorrización, las plantas que fueron micorrizadas demostraron una mejora en cuanto a crecimiento y resistencia, por tal motivo el uso de hongos ectomicorrízicos está siendo empleado por programas de forestación y reforestación de diversos países (Iturriaga, 2019). Las micorrizas vienen a ser asociaciones simbióticas entre los órganos encargados de la absorción y los hongos del suelo. El beneficio principal es la nutrición de la planta la cual se realiza a través de las hifas de los hongos micorrízicos que están conectados a la raíz, con esta asociación la planta obtiene una mejora al momento de captación de agua, nutrientes, minerales y resistencia a patógenos, por otro lado, los hongos obtienen carbohidratos, azúcares y un hábitat para concluir su ciclo de vida. Las micorrizas también tienen beneficios ambientales, mejoran el suelo, ayudan al momento de la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno es mayor y son estimuladoras de sustancias de crecimiento (Moreto & Samaniego, 2023).

Cuando las plantas de pino se establecen en campo definitivo, estas plantaciones se realizan en los meses de noviembre a febrero, por lo cual, se están empleando nuevas técnicas para producción de plantones con buena calidad, siendo el uso de hongos micorrízicos en pino, una de las principales técnicas aplicadas en la producción de campo definitivo. El propósito de esta investigación es usar dos tipos de siembra con diferentes dosis de inoculación de micorriza comercial, así mismo determinar el comportamiento agronómico de los plantones y la calidad de

planta de pino en estado de plántones de vivero. Al finalizar la investigación, este estudio contribuirá al conocimiento y brindará información para una mejor producción de plántones de pino en vivero.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

Entre los años del 2001 y 2023 el Perú y nuestra región de Cusco sufrieron pérdidas de 64.2 mil hectáreas de bosques primarios, esto representado la pérdida total de cobertura vegetal. (Resources Institute, 2025). Para lo cual en nuestra región se están empleando programas de forestación y recuperación de bosques, la cual estas buscan recuperar la biodiversidad. (Cusco en portada, 2024)

Los proyectos de forestación que están realizando los gobiernos locales y regionales, no alcanzan el éxito deseado, debido a que se desconoce el método de siembra adecuada y la cantidad adecuada de dosis de inoculación de micorriza para obtener un buen efecto en la producción de plántulas en fase de vivero. En el vivero forestal de Anta se observaron resultados deficientes en el crecimiento inicial y un bajo porcentaje de supervivencia de plántulas (Miranda, 2023).

Los problemas al momento del crecimiento, supervivencia baja de las plántulas, captación de agua y nutrientes deficiente y problemas fitosanitarios están asociados a una micorrización deficiente, escasa o errática (Ancco, 2019). La producción en vivero tiene como objetivo obtener plantas de superior calidad, existe una limitante debido a una ausencia de conocimiento sobre técnicas de inoculación de micorriza (Iturriaga, 2019).

Ante una gran demanda de pinos por parte de pobladores y distintas municipalidades de nuestra región y debido la escasa información acerca de cuál de los métodos de siembra y de la dosis adecuada de inoculación de micorrizas tendrán un mejor efecto en la producción de plántulas de pinos en nuestra zona, tenemos un escaso éxito de plantas vivas en vivero, menor producción de plántulas y una menor adaptación en campo definitivo, por lo que esto afecta directamente a los productores dado que las utilidades de las especies forestales se ven a partir de los 10 años, por

lo tanto se tendría como problema principal el desconocimiento del método de siembra adecuado y dosis de micorriza comercial exacta para la obtención de plantas de calidad de pino.

1.2. Formulación del problema

Con la finalidad de aportar a la solución de dicho problema, se realizó la presente investigación planteando las siguientes preguntas.

1.2.1. Pregunta general

¿Qué método de siembra con aplicación de diferentes dosis de micorriza comercial tendrá mejor efecto en la producción de plántones de pino (*Pinus radiata*)?

1.2.2. Pregunta específica

1. ¿Cuál será el comportamiento agronómico de dos métodos de siembra con diferentes dosis de micorriza comercial en plántones pino (*Pinus radiata*)?
2. ¿Cuál será el índice de calidad de planta de los plántones de pino (*Pinus radiata*) usando dos métodos de siembra con aplicación de diferentes dosis de micorriza comercial?
3. ¿Cuánto será la evaluación de costos de producción de los tratamientos en estudio?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

2.1. Objetivo general

Comparar dos métodos de siembra con aplicación de diferentes dosis de micorriza comercial en la producción de plántones de pino (*Pinus radiata*) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

2.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el comportamiento agronómico (altura, diámetro de tallo y longitud de raíz) usando dos métodos de siembra con aplicación de diferentes dosis de micorriza comercial en plántones de pino (*Pinus radiata*).
2. Determinar la calidad de plantas usando dos métodos de siembra con aplicación de diferentes dosis de micorriza comercial en plántones de pino (*Pinus radiata*).
3. Realizar una evaluación de costos de producción de los tratamientos en estudio.

2.3. Justificación

La importancia del pino como especie forestal es muy amplia, en estos últimos años viene siendo una de las especies forestales principales para los programas de forestación, contribuyendo socialmente, económica y ambientalmente a comunidades campesinas de nuestra región.

El pino viene a tener una gran relevancia ambiental, esta especie ofrece múltiples servicios ecosistémicos, tiene una facilidad de adaptación a diferentes suelos, posee una resistencia a diferentes condiciones climáticas, es una de las especies que ayuda en recuperación de áreas degradadas, disminuye la erosión de los suelos así mismo favorece en la infiltración de agua. Además, los bosques de pino generan hábitats para diferentes especies de flora y fauna.

Desde el punto de vista económico, el pino es usada y empleada de muchas maneras para muebles, leña, construcción, postes, papel, carbón, aceites esenciales y artesanía, estos generan ingresos económicos a las familias que se dedican a la producción y procesamiento del pino, así mismo, la materia prima del pino tiene una aceptación a nivel mundial. Por otro lado, el hongo comestible *Boletus edulis* que crece asociado con el pino, está cobrando importancia en la economía de muchas zonas, debido a su valor en el mercado gastronómico, esto también generando ingresos a muchas de las familias.

Desde el punto de vista social, el pino es una de las especies más conocidas y usadas en la forestación y en programas de recuperación, la madera de pino es usada en muchos sectores, construcción, carpintería y muchos más.

El conocimiento del comportamiento agronómico y la calidad de plantas obtenidas, haciendo uso de dos métodos de siembra y de diferentes dosis de inoculación son importantes para una buena producción de plántones de calidad de pino, por lo que es imperativo generar

conocimiento empírico sobre la ecología del pino y la micología que pueda ser adaptada a nuestro medio, debido a una creciente demanda de especies forestales para reforestar y forestar áreas forestales en las comunidades y distritos de nuestro país, esto hace que se requiera un mayor estudio en métodos y técnicas que faciliten la producción de pinos, como especie forestal de gran demanda.

Debido a la gran importancia y beneficios generados por esta especie, se consideró necesario realizar esta investigación, los resultados obtenidos en esta investigación generan información con el propósito de mejorar la calidad de planta y el comportamiento agronómico del pino en plántones, probando el tipo de siembra con diferentes dosis de micorriza comercial con la finalidad de poder generar tecnología y adaptarla a nuestro medio y que sirva realmente a nuestros productores.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

Uno de los métodos de siembra con una de las dosis de micorriza comercial aplicada será mejor en la producción de plántones de pino (*Pinus radiata*) bajo condiciones del centro Agronómico K'ayra.

3.2. Hipótesis específico

1. Uno de los métodos de siembra con una de las dosis de micorriza comercial aplicada tendrá el mejor comportamiento agronómico en plántones de pino (*Pinus radiata*).
2. Uno de los métodos de siembra con una de las dosis de micorriza comercial aplicada influirá de mejor manera en la calidad de planta en plántones de pino (*Pinus radiata*).
3. Uno de los métodos de siembra con una de las dosis de micorriza comercial aplicada tendrá un mayor costo de producción en plántones de pino (*Pinus radiata*).

IV. MARCO TEORICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Internacionales

Iturra (1998), investigó el efecto de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don con diferentes edades en la reacción del suelo y su impacto sobre las poblaciones de micorrizas en Concepción – Chile, donde realizó un muestreo estratificado con restricción de costo y mínima varianza. En sus resultados obtenidos indica que las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don afecta la reacción en suelos de bajo estatus nutricional en la serie San Esteban, del grupo de suelos arcillosos, así mismo indica que el porcentaje de micorrización y número de micorrizas aumenta cuando disminuye la materia orgánica.

Chung et. al (2007) investigaron la incorporación de *Boletus edulis* y *Boletus pinicola* en plantaciones de *Pinus radiata* en Chile, donde se obtuvieron diferencias en el incremento del crecimiento promedio en altura y en diámetro de las plantas inoculadas respecto al testigo, donde existiría una importante influencia de los hongos *Boletus edulis* y *Boletus pinicola* en el crecimiento, tanto en altura y diámetro, así como también en el volumen, obteniéndose incrementos mayores en plantas que cuentan con estas asociaciones micorrícicas.

4.1.2. Nacionales

Moreto & Samaniego (2023), investigaron el efecto de las micorrizas y fertilización en el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* D. Don en el vivero forestal de la Municipalidad Distrital de Chirinos- Cajamarca, emplearon el diseño completamente al azar DCA, obteniendo 8 tratamientos y 80 repeticiones, con un total de 640 unidades experimentales. Los resultados obtenidos son los siguientes, para la supervivencia el

tratamiento 7 es el que alcanzo mejores resultados (98.75%), en cuanto al diámetro de cuello de la raíz, el que sobresale también es el tratamiento 7 con un promedio de 2.09. Para altura de planta el tratamiento 8 es el mejor con un promedio de 16.67. por otro lado, para la biomasa fresca y radicular, los tratamientos T7 y T2 son los que sobresales. En cuanto al índice de lignificación, T5 es el mejor con un promedio de 25.06. Finalmente, el tratamiento que alcanzo la mejor calidad de Dickson es T3 con un promedio de 6.57.

Vergara (2004), en su estudio evaluó la respuesta del inóculo micorrizal del hongo (*Scleroderma verrucosum*) en la producción de plántulas de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Jauja, el investigador obtuvo plantas óptimas para el trasplante a los 9 meses de edad, destacando a las plantas inoculadas, debido a que se vio reflejado en las variables estudiadas: tamaño, grosor de la planta, robustez, coloración, formación de acículas y un sistema radicular abundante a comparación de las plantas testigo que eran delgadas y más pequeñas.

Gomez (2016), en su investigación evaluó el crecimiento de plántulas de pino (*Pinus radiata* D. Don) bajo la acción del extracto de hongos micorrízico (*Boletus edulis*) en condiciones de vivero en Chuquibambilla - Grau, la metodología empleada en su investigación es de tipo aplicada experimental, se usó el diseño de bloques completamente al azar DBCA con arreglo factorial, 648 plantas de pino fueron propagadas en tres cantidades de extractos. Los resultados obtenidos por el investigador son los siguientes: en cuanto a la altura de planta el mayor es de 28.59 cm con el extracto que proviene de la volva de los hongos y en el nivel medio de aplicación, y el peor en cuanto a la altura es el extracto macerado que proviene del tallo de los hongos y con el nivel alto de aplicación. Para diámetro de tallo el mejor es el extracto macerado que proviene del sombrero de los

hongos con un nivel bajo de aplicación con un promedio de 3.35 cm. El de menor promedio es el extracto macerado que proviene de la volva de los hongos con el nivel alto de aplicación. Mientras que el peso seco de la raíz, el mayor resultado fue 0.90 gr, perteneciente a nivel alto de aplicación y el extracto fresco que proviene del sombrero de los hongos. Finalmente, el peso de la parte aérea de la planta el mejor rendimiento obtuvo el extracto fresco que proviene del sombrero de los hongos y con un nivel alto de aplicación. El investigador llegó a la conclusión que las tres proporciones de extracto macerado o fresco que fueron elaborados de la volva, pie y sombrero, tuvieron efecto positivo en la producción y vigorosidad.

Melgarrejo (2017) investigó, la producción de plántulas de pino (*Pinus radiata* D. Don) con cuatro tipos de micorrización, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, región Ancash. La investigación es experimental cuantitativa, donde se empleó el diseño completamente al azar (DCA) y se utilizó a la prueba de significancia de Tukey al 5% para la diferencia significativa. Los resultados obtenidos en su investigación son los siguientes: en cuanto a altura de plántulas, las plantas con tierra micorrizada obtuvieron una media de 25.20 cm. En cuanto a la cantidad de plantas vivas, el tratamiento con tierra micorrizada fue la mejor obteniendo una media de 82.63 plantas vivas.

Ancco (2019) investigó la evaluación del inóculo micorrizal del hongo (*Boletus edulis*) en la producción de plántulas de pino (*Pinus radiata* D. Don) en Andahuaylas, en la metodología de investigación se empleó el diseño de bloque completamente al azar, teniendo tres repeticiones, 4 tratamientos y siendo 208 plantas por unidad experimental. El investigador obtuvo los siguientes resultados; para el porcentaje de supervivencia, el tratamiento T1 que está conformado por micorriza comercial obtuvo una media de 98.08

% de plantas vivas y siendo la mejor, para altura de planta, el tratamiento T1 obtuvo la mayor altura está siendo de 45.97 cm. Diámetro de tallo, el mejor tratamiento es T1 que está conformado por micorriza comercial con una media de 4.55 milímetros. Numero de raíces, el tratamiento T1 (micorriza comercial) obtuvo la mayor cantidad de raíces por planta, el número de raíces es de 13.50 por planta. Peso seco promedio por planta, el mejor es el tratamiento T1 que está conformado por micorriza comercial, obtuvo un peso de 6.75 gramos por plántula.

4.1.3. Regionales

Miranda (2023), investigó la 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. se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2A x 3B generándose 8 tratamientos distribuidos en tres bloques y 24 unidades experimentales. El investigador obtuvo los siguientes resultados en cuanto a altura, el mejor es la siembra directa + dosis baja con un promedio de 13.01 cm. En cuanto al diámetro de tallo, los tratamientos que pertenecen al grupo homogéneo A son los siguientes; TI, TII, TIII, TIV estos tienen promedios que varían de 1.88 a 2.33 mm, estos siendo superior a los demás tratamientos. La variable longitud de raíz muestra que dos tratamientos son superiores a los demás, TI (siembra directa + dosis baja) y TII (siembra directa + dosis media) con promedio de 16.13 cm. Para la variable de peso seco de raíz el mejor tratamiento es la Siembra Indirecta + Dosis media de micorriza con una media de 0.051. La variable peso seco de la parte aérea el mejor tratamiento es la siembra Indirecta + testigo sin micorriza con un promedio de 0.132 g. finalmente, para seco total de planta los tratamientos; siembra indirecta +dosis baja de micorriza con un promedio de 0.176, el

tratamiento siembra indirecta + dosis media de micorriza con un promedio de 0.174 y el tratamiento siembra indirecta + dosis alta de micorriza con un promedio de 0.170 vienen a ser los mejores en cuanto a esta variable. El investigador llegó a la conclusión de que el tipo de siembra y las dosis de micorriza tienen efecto significativo en las plantas de pino.

Iturriaga (2019) investigó el comparativo de aplicación de micorriza (*Suillus luteus*) en pino (*Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula* Schl Et Cham), en condiciones del Centro Agronómico K'ayra – Cusco. la investigación es de tipo experimental y se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial, el factor A viene a ser especies y el factor B es tipos de inoculación, se obtuvo 18 tratamientos. Los resultados obtenidos por el investigador son los siguientes; en cuanto a la emergencia de semilla el mejor tratamiento es el tratamiento T6 (*Pinus radiata* + inoculo de semillas en baja cantidad) con un 86.95% de germinación, en cuanto a la altura de planta los tratamientos T1, T7, T4, T2, T3, T6 y T9 son estadísticamente iguales y siendo superiores a los demás, la longitud de raíz, los tratamientos T4, T1, T7, T5, T6 y T2 son tratamientos estadísticamente iguales, siendo superiores a los demás tratamientos, para el diámetro de tallo los tratamientos T1, T7, T2, T6, T8, T5, T4, T3 y T9 demostraron ser estadísticamente iguales, obteniendo los mayores diámetro, en cuanto al peso fresco, los mejores tratamientos son el T1, T7, T2, T6, T8, T5, T4, T3 y T9, estos tratamientos pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo cual son estadísticamente iguales y son superiores a los demás tratamientos. Finalmente, el peso seco, los tratamientos T4, T1, T7, T6, T3, T2, T5, T9 y T8 son iguales estadísticamente y son superiores a los demás tratamientos.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Producción de pinos

4.2.1.1. Origen

Es originario de la costa pacífica de los EEUU creciendo de forma natural y teniendo su área de producción muy reducida, el pino es conocida como insigne, la variedad radiata es encontrada en Swaton, Cambria, Año Nuevo y Monterrey (Rodriguez, 2005).

4.2.1.2. Distribución del pino

En el mundo existe más de 4 millones de hectáreas de plantaciones de *Pinus radiata*, donde la mayor extensión de esta especie se encuentra en Chile y Nueva Zelanda, con aproximadamente 1,5 millones de hectáreas, también Australia con 0,77 millones de hectáreas. Estos tres países poseen la mayor cantidad de Pinus radiata en el mundo siendo más del 90% de la superficie global dedicada a esta especie. Además, España ha establecido plantaciones de pino radiata en el norte del país, abarcando unas 290.000 hectáreas, mientras que Sudáfrica cuenta con alrededor de 57.000 hectáreas. En otros países, la superficie dedicada a esta especie es menor (Mead, 2013).

Fernández & Sarmiento (2004), mencionan que el área de producción natural del pino (*Pinus radiata*), es muy escasa no superando pocos miles de hectáreas en diferentes puntos, tres puntos costeros de california en estados unidos, pocas zonas en las islas de Guadalupe y cedros en México.

4.2.1.3. Taxonomía

Al *Pinus radiata* se le conoce como pinos de conos cerrados debido a su carácter serótino de sus piñas, pertenece a la familia *Pinaceae*, al género *Pinus*, y está dentro del grupo de los *Insignies* (Rodríguez, 2005).

Rojas (2001) indica la siguiente clasificación taxonómica del *Pinus radiata* D. Don

Reino: Plantae

Sub-reino: Tracheobionta

Superdivision: Spermatophyta

División: Coniferophyta

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: *Pinus*

Especie: *Pinus radiata* D. Don

4.2.1.4. Descripción morfológica y anatómica

a) Hojas

Bianco et. Al (2004), indican que las hojas del *Pinus radiata* tienen una longitud que varía desde los 10 a 16 cm, con una coloración de verde oscuro y de 2 a 3 hojas por blanquibasto.

Así mismo, Hoffmann (1983), indica que a las hojas del *Pinus radiata* se les denomina como agujas, estas se encuentran agrupadas de 2 (raramente) y 3 fascículos, su color es brillante y tiene bordes finamente dentadas, esta es rígida, perfumada, persistente y arqueada, el tamaño de la hoja del pino es de 10 a 20 cm de largo.

b) Tallo

Hoffmann (1983), menciona que el tronco del *Pinus radiata* se caracteriza por tener un crecimiento rápido y alcanzar tamaños de 25 a 30 metros de altura, tiene un tronco recto con ramas fuertes y extendidas donde el color de la corteza es gris oscuro, con una profunda surcada y es rugosa.

c) Ramas

Barrio et. al (2008), mencionan que las ramas salen de la sección del tronco, y que estas poseen ramificaciones verticiladas, en caso del *Pinus radiata* no se puede clasificar como uninodales o multinodales debido a que se observan individuos que poseen ambos casos de ramificación. Así mismo Iturriaga (2019), menciona que las plantas jóvenes tienen su ramificación completa y poseen una forma piramidal definida.

d) Raíz

El *Pinus radiata* posee una raíz extensa, lo cual le permite obtener el agua desde más profundidad, gracias a su raíz, esta especie soporta un mayor estrés hídrico (Smith-Ramírez, Armesto, & Valdovinos, 2005)

e) Flores

Hoffmann (1983) indica que las flores del *Pinus radiata* son monoicas, las flores masculinas se encuentran agrupadas en amentos y debajo de las ramas jóvenes y compuestos por muchas hojas espiraladas, estas poseen dos sacos polínicos ubicados en la cara inferior. Mientras que flores femeninas, se encuentran en conos laterales o terminales con numerosas escamas que estas distribuidas en forma de espiral, cada uno posee dos óvulos y se encuentran protegidos por una bráctea.

f) Fruto

Hoffmann (1983), indica que el fruto del *Pinus radiata* se encuentran en forma de conos y en estado maduro es leñoso, estos frutos son asimétricos con una longitud de 12 a 20 cm de color café claro lustroso, las brácteas son fuertemente apretadas antes de llegar a la maduración, estas pueden permanecer en árbol durante años.

g) Semillas

Hoffman (1983) menciona que las semillas del *Pinus radiata* son aladas con una longitud de 0.5 a 0.7 cm, y con alas de 2 cm, estas son delegas y articuladas. Asimismo, la USDA, menciona que la cantidad de semilla producida por piñón es de 100 a 200 semillas de 0.6 cm de diámetro aproximadamente y teniendo una coloración marrón oscuro y de forma irregular.

4.2.1.5. Características edafoclimáticas

Schmidt et. al (1977) menciona que esta especie es tolerante a diversos suelos, pero necesita suelos que sean medianamente profundos, como también para que se desarrolle de mejor manera necesita suelos que posean texturas de franco arenosa y franco limoso con una

profundidad promedio de 1 a 1.3 m. por otro lado, si se planta en suelos con una profundidad, que posean poca cantidad de nutrientes, mal drenados y poca aireación se restringirá su desarrollo.

Hoffmann (1983), menciona que esta especie es muy rustica debido a que resisten sequías, heladas y también se adapta a muchos suelos, no resiste demasiado calor, y su tiempo donde se desarrolla más es desde los 80 a 100 años.

4.2.1.6. Métodos de siembra

a. Siembra directa:

Según Miranda (2023), la siembra directa consiste en colocar la semilla de forma directa al sustrato del envase, este método se siembra por lo general se realiza en plantas que presentan semillas grandes. La siembra directa se hace en envases individuales donde se recomienda colocar dos semillas por envase (Ancco, 2019).

b. Siembra en almacigo o indirecto:

Oliva et. al (2014) menciona que este tipo de siembra es de dos formas, en semillas pequeñas se hace el método al Voleo, donde se toma la semilla en la mano y se distribuye en forma lineal en las camas de almacigo, luego se tapa la semilla con el mismo sustrato. Por otro lado, para las semillas de tamaño mediano, se emplea la siembra directa, esta consiste en colocar la semilla de una forma línea y directa, con un distanciamiento de 2 a 2.5 cm entre semillas.

4.2.2. Hongos micorrícicos

4.2.2.1. Setas micorrizas

Son setas que forman simbiosis con los árboles, estas se complementan mutuamente, el hongo o seta le proporciona nitratos a la planta y la planta le proporciona carbohidratos que la seta no es capaz de producir por falta de clorofila, los hongos micorrícicos mantienen los bosques sanos (Blume, 2002).

Halling (2001) menciona que el nombre de micorriza proviene del griego, específicamente de *mycos* = hongo y *rhizos* =raíz, se caracteriza por ser básicamente una raicilla muy fina, que está rodeada y también penetrada por el micelio del hongo, de acuerdo al grado de asociación entre el hongo y raíz estas son clasificadas en ectomicorriza, las que se caracterizan por poseer un manto compuesto de hifas, estas envolviendo a la parte apical de la raíz y que llegan a penetrar intercelularmente a las primeras capas de los tejidos de la raíz, de esta forma se genera el retículo de Hartig, por lo cual, dicho hongo no ingresa al interior, llegando estas a quedar en la superficie de las raíces mostrando a la raíz ensanchada y con diferente ramificación, textura y/o color. Las endomicorrizas, no muestran crecimiento de las hifas en la superficie, pero se observa que hay una red micelial que ingresan al interior de las células que se encuentran en las raíces, dicha penetración es realizada desde la rizodermis hasta las células corticales, cuando se encuentra dentro esta forman una red ramificada llamadas carbúnculos, que solo pueden ser observadas y apreciadas en el microscopio (Peña, 2010).

Las asociaciones de tipo ectomicorrícicas son las más importantes dentro de las coníferas, siendo además muy importantes para la especie de *Pinus radiata*, y sus representantes pertenecen mayoritariamente a la clase *Basidiomycetes* y, algunos, a la clase *Ascomycetes* (Montecinos, 2000).

4.2.2.2. Características taxonómicas del hongo micorrízicos (*Boletus edulis*)

Rey pazos (2009) indica que los hongos del género *Boletus* en su gran mayoría son carpóforos micorrízicos que crecen en el suelo. Estas presentan una estructura uniforme y carnosa, no tiene una separación visible entre el sombrero y el pie, el pie suele estar ubicado en el centro, el sombrero tiene una forma relativamente regular, pero su superficie y textura pueden variar. La parte inferior del sombrero, conocida como himenóforo, está compuesta principalmente por numerosos tubos fusionados entre sí, con sus superficies internas cubiertas por el himenio.

El género *Boletus* fructifica en zonas de gran diversidad ecológica, esta se encuentra asociado a bosques adultos, principalmente en suelos ácidos, pobres, no muy profundos, de textura variada, creciendo tanto bajo bosques abiertos de hoja caduca como coníferas. La producción de sus cuerpos fructíferos llega a perderse si el bosque se cierra en exceso. El inicio de la fructificación se sucede después de un choque de frío (Morcillo, 2005).

El rol ecológico del *Boletus edulis* viene siendo la supervivencia de sus árboles hospedadores debido a la simbiosis micorrízica que estas generan, la cual es crucial. A través de la red de hifas que esta genera en el suelo, esta especie de hongo expande el área de exploración y absorción de las raíces de la planta, lo cual facilita la absorción de agua y de nutrientes que al no ser asimilados son limitantes en el crecimiento de los hospederos. (Smith & Read, 2008)

Según (Rey Pazos, 2009), la taxonomía del hongo *Boletus edulis* es la siguiente

Reino: Fungi

División: Eumycota

Subdivisión: Basidiomycotina

Clase: Hymenomycetes

Sub clase: Hymenomycetidae

Orden: Boletales

Familia: Boletaceae

Sub familia: Boletoidae

Género: *Boletus*

Especie: *B. edulis*

4.2.2.3. Características morfológicas del género *Boletus edulis*

➤ Sombrero

Campos & Arriegui (2010), dicen que esta mide entre 10 a 25 cm de diámetro, incluso pueden llegar hasta los 30 cm y tiene una característica carnosa. Cuando la planta es joven tiene una forma convexa y a medida que madura esta cambia a plano convexo y finalmente en hongos muy maduros son planos. La cutícula es lisa y posee un color pardo, en ocasiones puede ser viscosa. La especie de hongo *Boletus* es de mayor talla y peso. Su sombrero al inicio es esférico, después pasa a ser aplanado y convexo. Presenta una cutícula lisa, de color marrón claro o calabaza, con borde del sombrero (y pie), siendo algo más blanquecino (Bakshii, 1974).

➤ **Himenio**

Campos & Arregui (2010) indican que este hongo tiene un himenio poroso que forman un continuo desde el himenio hasta el pie, estas no poseen laminillas, su color es blanco al principio, y tornándose amarillos y finalmente verdosos en la madurez

➤ **Pie**

Según Campos & Arregui (2010), suelen medir de 4 a 20 cm de altura y de 2 a 10 cm de ancho, estas medidas dependen del estado fisiológico de la planta, es robusto y de forma estrecha en la parte apical, es finamente decorado, teniendo una retícula blanca con color avellana de fondo en la parte superior y en el ápice del pie es más claro. Presenta un Pie robusto, de coloración blanquecina o parda clara, con una fina retícula en la parte superior, que se amarillea al envejecer (Bakshii, 1974).

➤ **Carne del cuerpo fructífero**

Campos & Arregui (2010), mencionan que el color varía entre blanco y pardo – rosada, esta es espesa y muy densa, a medida que va madurando se vuelve esponjosa. El olor y sabor es agradable.

4.2.2.4. Beneficios de las plantas inoculadas con micorrizas

En cuanto al papel que juegan las micorrizas, Reyna (1992) señala que las plantas que fueron administradas con micorrizas vendrían a presentar mayores ventajas, mejorando la adaptación en un medio determinado, en casos como, mejor capacidad de absorción de agua y los nutrientes, generando aumento de capacidad exploratoria en la raíz como también la inducción del engrosamiento y la división celular. Al hacer el uso de las micorrizas se podría

decir que se genera un aumento radical volumen lateral de la raíz, por lo cual se podría decir que un mejor parámetro de medición significativa sería el peso de la raíz.

Mientras tanto, Etayo y De Miguel (1998), Señalan que “que una planta micorrizada es o puede ser más efectiva al momento de asimilar fosforo en una diferencia de diez veces más que una planta no micorrizada, generando un efecto positivo en el crecimiento y aumento de biomasa”.

Así mismo, Reyna (1992), indica que “en el uso de hongos seleccionados se puede observar un mejoramiento en el estado nutricional de las plantas en el vivero en el caso de supervivencia, así este llegando a ser muy importante para la mayor supervivencia de las plantas”.

Por otro lado, Díaz (2004), menciona que obtuvo resultados en ocho meses respecto a la supervivencia la cual menciona que las plantas que fueron inoculadas con las esporas de *Suillus* poseen una tasa de supervivencia superior a 93%, mientras las plantas no inoculadas tuvieron una tasa de supervivencia inferior al 50%.

Mientras tanto, Sigala (2013), menciona que el peso seco de la parte aérea al momento de plantar, se relaciona mayormente con la producción de biomasa en campo.

Finalmente, Peña (2010), Afirma que los hongos simbioses tienden a proteger en cierta cantidad a la planta de enfermedades, así como también de agentes patógenos, provocando una mejora de calidad de la planta, por el motivo que estas mismas se encuentran mejor nutridos y también por el motivo que existe una capa biológica en la raíz como barrera física ante nematodos y otros agentes patógenos.

4.2.2.5. Métodos de micorrización

PRONAMACHS (1998), Da a conocer algunas técnicas de micorrización utilizando hongos ectomicorríticos de la clase basidiomicetos para inocular pinos y eucalipto, de las cuales destacan las siguientes técnicas:

a. Inóculo suelo

Esta técnica está constituida por suelo o humus colectado de plantaciones ya establecidas las cuales ya cuentan con estos hongos ectomicorríticos y fragmento de raíces infestadas. Este método viene a ser el más utilizado en los trópicos, así mismo la aplicación viene a ser fácil, pero posee ciertas dificultades al momento de la introducción de patógenos y de insectos que pueden ser perjudiciales para los plantones (PRONAMACHS, 1998).

b. Inóculo con esporas

El inóculo con esporas está compuesto por esporóforos que se obtienen de varios hongos ectomicorríticos, estas producen millones de basidiosporas. Este tipo de inóculos fue demostrado por varios investigadores, uno de ellos, Maghembe, utilizo el género *Scleroderma* para inocular *Pinus caribae* en Tanzania mediante la inoculación directa de basidiosporas (PRONAMACHS, 1998).

c. Inóculo micelial

Este inóculo ha sido recomendado por varios autores inóculo, está constituido por micelio de hongos ectomicorríticos. La mayoría de los hongos ectomicorrizas presentan dificultades al momento de cultivar en medios artificiales. Este tipo de micorrización viene siendo considerado como el más eficiente, poseyendo selectividad, y siendo seguro para

obtener plántulas de pino de mayor robustez y en el menor tiempo posible en vivero (PRONAMACHS, 1998).

4.2.3. Calidad de plantas

Es la capacidad que tiene la plántula al desarrollarse y generar una planta con vitalidad propia, al tener una relación una relación directa con la calidad morfológica (medible por estándares de altura, diámetro del tallo, parte aérea, sistema radicular), con la calidad biológica (basada en el porcentaje de colonización de la micorriza) que actúan en conjunto con la finalidad de obtener el mejor desarrollo vegetativo en la planta (Ortega et al., 2001).

a. Altura:

Viene a ser una variable como también un indicador de calidad, pero se tiene que relacionar con otros criterios de evaluación para que se más preciso y útil, debido a que no esta variable no es suficiente para determinar la calidad de planta (Ortega et al., 2001).

b. Diámetro del cuello de la raíz:

Al momento de evaluar la calidad de planta como también la supervivencia, el diámetro de tallo es una de las características más importantes como también viene a ser un buen indicador de la altura debido a que de esa forma se define la producción de biomasa de la raíz y de la parte aérea (Ortega et al., 2001).

c. Tamaño del sistema radical:

Es fundamental porque una de sus misiones es el anclaje de las plantas, es así cuanto más grande sea las raíces la planta tendrá más puntos de crecimientos, captar más agua, nutrientes y aumentara la posibilidad de infección micorrícica (González, 1995)

d. Peso de la planta:

Es muy importante para la supervivencia en campo, de la misma forma que el diámetro del tallo, ya que está relacionado con el peso el peso de la parte aérea y el sistema radical. El peso seco es un indicador efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radical (Mexal y Landis, 1990 citado por Sáenz & Lindig ,2015).

e. Índice de robustez:

Es la relación de dos indicadores, la altura del brinjal (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm), los resultados deben ser menores a 6 que esta viene a ser un indicador de la resistencia a la desecación por el viento y el crecimiento potencial en sitios secos. La calidad de la planta es determinada al resultado obtenido, si los valores son bajos, esto nos indica una buena calidad de planta siendo más robusta y con tallo vigoroso, por otro lado, si los valores obtenidos son más altos, nos da a indicar que hay una desproporción tanto en el crecimiento de altura y también del diámetro (Rodríguez, 2008)”.

f. Relación altura/longitud de la raíz (RA/LR):

Debe existir proporción como también equilibrio entre área radicular con el área de la planta, prediciendo el éxito de la plantación. El cálculo se realiza entre las relaciones de los pesos secos y cada una de las partes, generalmente esta viene a ser el balance entre la parte transpiraste con la parte absorbente. Este parámetro puede ser de gran importancia cuando la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde el factor más influyente sobre la supervivencia del primer año es una larga y cálida estación seca (Prieto et al., 2003).

Relación de peso seco de la parte aérea y del sistema radicular: refleja el desarrollo de la planta en vivero “Una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la

aérea; al contrario, si el valor es mayor a uno, la biomasa aérea es mayor que la subterránea (Rodríguez, 2008)”, por lo que una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5 ya que valores mayores indican desproporción y un sistema radical insuficiente; el cociente de ésta relación no debe ser mayor a 2.5, particularmente cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación (Rodríguez, 2008).

g. Índice de calidad de Dickson (ICD):

Viene a ser en cociente del peso seco total de planta y la suma de las relaciones Altura total/diámetro del cuello y peso seco tallo/peso seco raíz. Señalan que mientras más cercano a cero sea este índice, existe un mayor desbalance entre la parte aérea y radical o entre el largo de tallo y el diámetro, reflejando con esto una baja potencialidad de la plántula para sobrevivir y crecer en terreno (Rodríguez et al. 2008). Para la evaluación de calidad morfológica se incluyen las siguientes variables; altura de la planta, el diámetro del tallo y las partes aéreas. (Prieto, et al., 2003).

En abeto y pino, se determinó que un ICD inferior a 0,15 podría significar problemas en el establecimiento en campo (García citado por Sáenz *et al.* 2010)

4.2.4. Costos de producción

Hurtado (2006), indica que constituye a los recursos financieros que fueron empleados o también invertidos con el fin de producir de producir bienes o servicios. Existe una diferencia entre costo producción y el presupuesto, para el costo de producción los valores son exactos debido a que es constituido por insumos que ya fueron utilizados y se sabe cantidad de los productos utilizados con sus respectivos precios de cada insumo como también se sabe los productos obtenidos.

4.2.4.1. Costos directos

Hurtado (2006), menciona que los costos directos son valores de insumos que influyen de forma directa en los procesos productivos, dentro de este costo se encuentran la mano de obra, mantenimiento de infraestructura y otros costos.

4.2.4.2. Costos Indirectos

Hurtado (2006), indica que los costos indirectos son aquellos costos que poseen una relación cercana con el proceso productivo, dentro de estos costos está la adquisición de bienes, combustible o mano de obra indirecta.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1. Tipo de investigación

La presente investigación referido a “Dos métodos de siembra con aplicación de micorriza comercial en pino (*Pinus radiata* D. Don) bajo condiciones de K’ayra - Cusco” Es de tipo experimental y explicativa debido a que se evaluó la germinación y desarrollo inicial del cultivo en fase de vivero.

5.2. Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : Cusco
Distrito : San Jerónimo
Sector : Centro Agronómico K’ayra

5.3. Ubicación geográfica

Altitud : 3219 m.
Latitud Sur : 13° 32’ 24’’
Longitud Oeste : 71° 22’ 53’’

5.4. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota.
Sub-cuenca : Huatanay.
Micro cuenca : Huanacaure

5.5. Ubicación temporal

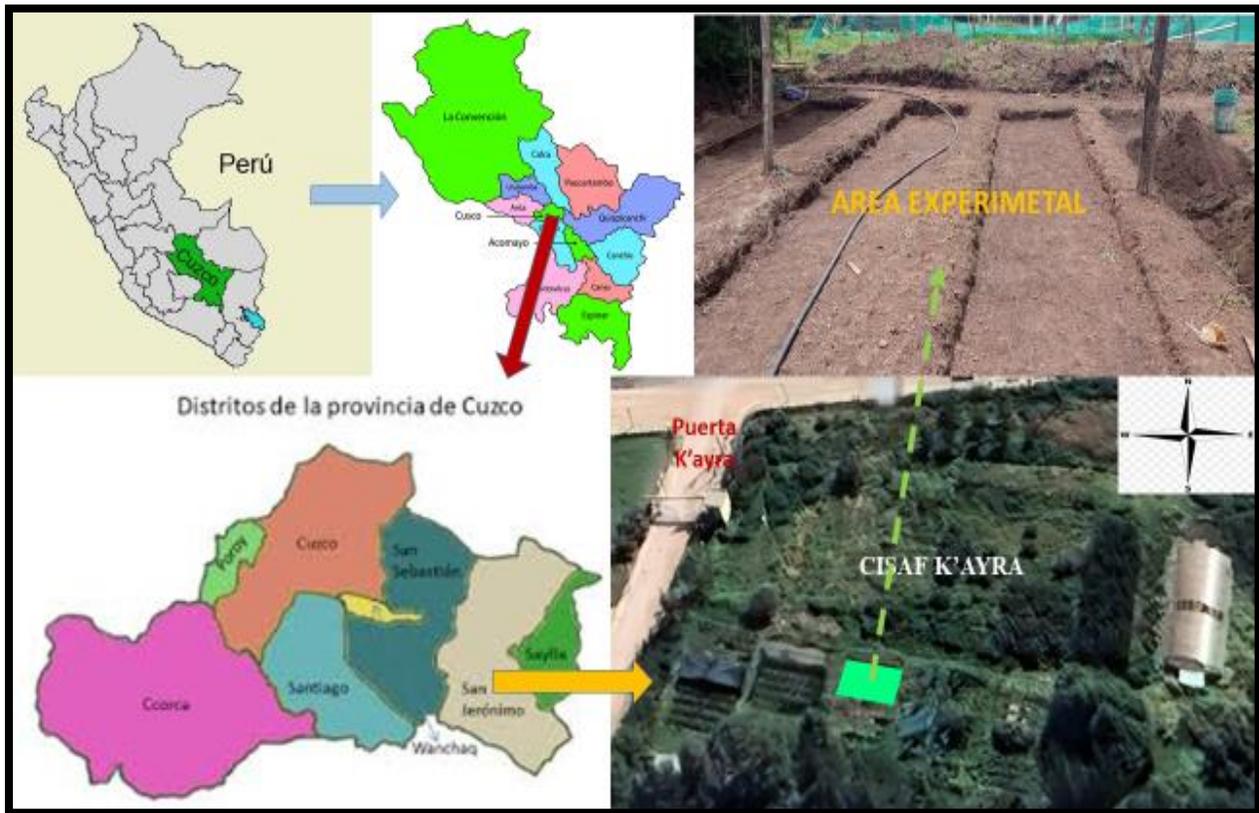
La investigación tuvo una duración de 12 meses, iniciándose el 05 de enero del 2022 y finalizó el 28 de diciembre del 2022.

5.6. Ubicación espacial

El campo experimental está ubicado en las instalaciones del Centro de Producción Forestal de la facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

Figura 1

Ubicación del Ámbito de Estudio



Fuente: Adaptado de google Earht 2025

5.7. Climatología y zona de vida

El centro agronómico K'ayra pertenece a la zona de vida natural: bosque húmedo montano subtropical (bh-MS), en la tabla 1, se observa la temperatura mínima y máxima, humedad relativa y precipitación, estos están promediados por cada mes del año donde se evaluó y se realizó la investigación. La tabla 1 fue adaptado de los datos meteorológicos del SENHAMI 2022.

Tabla 1

Climatología de K'ayra

AÑO / MES	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	MAX	MIN		TOTAL
2022/01	20.01	6.85	80.85	208.01
2022/02	20.42	7.87	83.27	96.6
2022/03	20.68	6.95	81.78	142.29
2022/04	22.16	4.63	77.70	6.0
2022/05	21.85	2.03	71.30	0.93
2022/06	20.96	-0.25	67.75	0.6
2022/07	22.53	-0.83	70.33	0.00
2022/08	22.75	1.12	72.32	2.48
2022/09	23.31	4.33	68.91	21.9
2022/10	23.59	5.58	67.92	1.24
2022/11	24.03	5.31	63.95	28.5
2022/12	21.19	6.38	70.36	49.29
				557.84 mm/año

Fuente: Adaptación de SENHAMI 2022

5.8. Materiales y metodos

5.8.1. Material biológico

- Pino (*Pinus radiata*)
- Micorriza comercial (*Boletus edulis*)

5.8.2. Materiales de campo

- Libreta de campo

- Etiqueta para identificar tratamientos
- Manguera
- Sustrato
- Cámara fotográfica digital
- Regla vernier para determinar el diámetro
- Cinta métrica
- Lampas, picos, etc
- Carretilla
- Saranda
- Rafia
- Estacas

5.8.3. Equipo de gabinete

- Calculadora
- Laptop
- Impresora

5.9. Metodología

5.9.1. Diseño experimental

Se adoptó el análisis estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 4B, siendo un total de 8 tratamientos, distribuidos en 3 bloques, 3 repeticiones y 24 unidades experimentales.

a. Factores de estudio

- **Factor A** Tipo de siembra

Tabla 2

Clasificación de tipo de siembra

Descripción	Clave
Siembra directa	SD
Siembra indirecta	SI

- **Factor B** Dosis de inoculación

Tabla 3

Clasificación de dosis de inoculación

Descripción	Dosis	Clave
Dosis alta	12 gr por planta	D1
Dosis media	8 gr por planta	D2
Dosis baja	4 gr por planta	D3
Sin aplicación	0 gr por planta	D4

- **Distribución de tratamientos**

Tabla 4

Distribución de tratamientos

Tratamientos	Combinaciones	Clave
T1	Siembra directa + dosis alta	SDD1
T2	Siembra directa + dosis media	SDD2
T3	Siembra directa + dosis baja	SDD3
T4	Siembra directa (sin aplicación)	SDD4
T5	Siembra indirecta + dosis alta	SID1
T6	Siembra indirecta + dosis media	SID2
T7	Siembra indirecta + dosis baja	SID3
T8	Siembra indirecta (sin aplicación)	SID4

b. Variables e indicadores

- **Variables independientes**
 - Métodos de siembra
 - Dosis de inoculación
 - Costo de producción

- **Variables dependientes**
 - Altura de planta en cm
 - Diámetro de tallo en mm
 - Longitud de raíz en cm
 - Peso de planta en gr
 - Índice de calidad de Dickson
 - Producción

- **Indicadores**
 - Porcentaje de germinación
 - Porcentaje de supervivencia
 - Altura de planta en cm
 - Diámetro de tallo en mm
 - Longitud de raíz en cm
 - Peso de planta en gr
 - Índice de calidad de Dickson
 - Análisis de costo de producción

5.9.2. Características del campo experimental

a) Almaciguera

Largo : 5 m

Ancho : 1.20 m

Área total : 6 m²

b) Campo experimental

Largo : 10.00 m

Ancho : 4.8 m

Área : 48m²

c) Bloque

Numero de bloques : 3

Largo : 10 m

Ancho : 1.2 m

Área de bloque : 12 m²

d) Parcelas

Numero de parcelas por bloque : 8

Numero de plantas por parcela : 400

Ancho de parcela : 1.2 m

Largo de parcela : 1.25 m

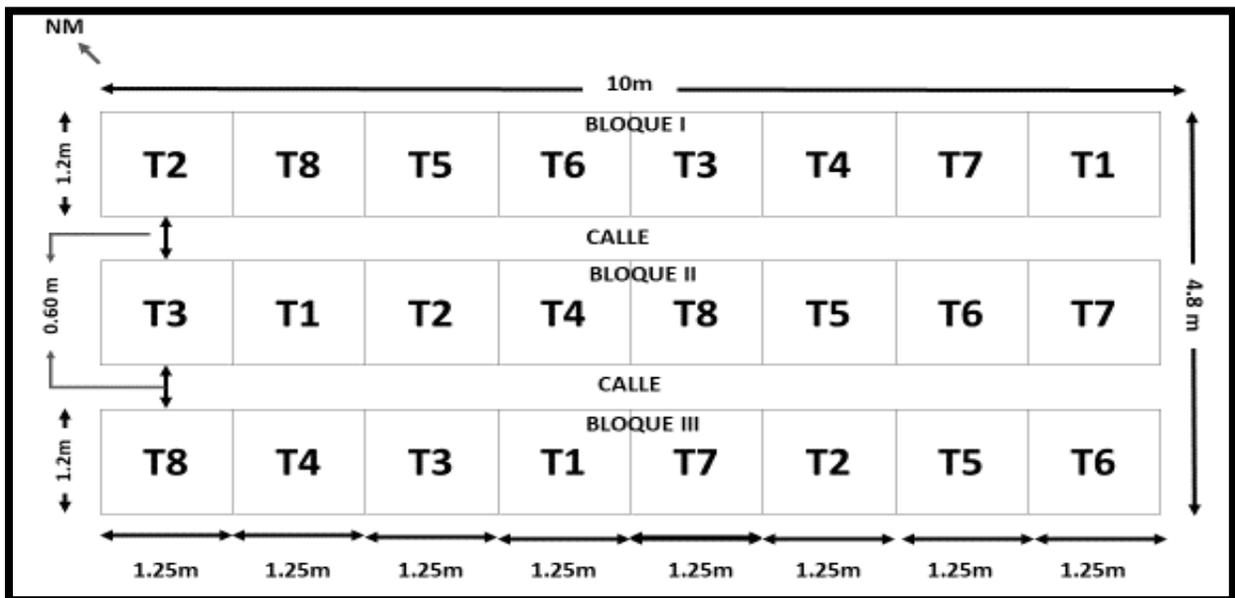
e) Densidad:

N° plantas/tratamiento	:	400
N° plantas a evaluarse	:	20
N° plantas/bloque	:	3200
N° de plantas por experimento	:	9600

5.9.3. Croquis del campo experimental

Figura 2

Croquis del Campo experimental



5.9.4. Instalación y conducción de la investigación

a) Limpieza y preparación de camas

Se empezó a realizar esta actividad en enero del 2022, se inició con la limpieza y preparación de las camas, en donde las medidas de las camas fueron de 1.20 m de ancho y 10 m de largo, con una ligera pendiente para evitar el encharcamiento, además también se

hicieron calles para la movilidad y manejo de camas con una dimensión de 0.60 m de ancho. Se prepararon un total de 4 camas, de las cuales 3 fueron para la colocación de bolsas y 1 para la almaciguera.

b) Preparación del sustrato

Para el sustrato se preparó y se zarandó tierra agrícola, sustrato reutilizado y tierra negra en una proporción de 2 a 1, siendo esto: 2 partes de tierra agrícola más sustrato reutilizado y una parte de tierra negra. La cantidad de sustrato preparado para la almaciguera fue de 2 m³ y para las bolsas un total de 8 m³, siendo el total de tierra preparada de 10 m³.

c) Colocación de postes, estirado de alambre y colocación de malla Raschell

Esta actividad se realizó en febrero del 2022, se inició realizando los hoyos para la colocación de postes con dimensiones de 30 cm de ancho y 50 cm de profundidad, siendo un total de 9 hoyos para cubrir el área a utilizar. Los postes utilizados fueron de madera, siendo la cantidad de 9 postes, de los cuales 6 postes fueron de una altura de 2.70 m y 3 postes de 3.20 m. Para el estirado y asegurado de alambres, se utilizó alambres de 1/12 y alambres de 1/16. Al culminar de templar los alambres se procedió a la colocación de la de malla raschell, donde el área a cubrir fue de 160 m².

d) Embolsado y colocación de bolsas

Se realizó esta actividad en febrero del 2022, el embolsado de sustrato se realizó de manera manual, donde se usaron bolsas de 4"x7"x2mm, donde el peso de cada bolsa embolsada fue de 680 gr, siendo la cantidad total de 9600 bolsas embolsadas, finalmente estas fueron acomodados en 3 camas.

e) Siembra en cama almaciguera y siembra en bolsas

El pino al ser una semilla del tipo recalcitrante no requiere que se realice una escarificación previa. La siembra se realizó el 15 de abril del 2022 donde se sembró simultáneamente de dos maneras:

- **siembra directa:** La siembra directa se realizó de forma manual, se procedió a colocar la semilla directamente en las bolsas y se colocaron 2 semillas por bolsa a una profundidad de 3 cm.
- **La siembra indirecta:** La siembra indirecta se realizó de manera manual, la semilla fue colocada en cama almaciguera de 6 m², se realizaron filas donde se colocaron 200 semillas por cada fila.

f) Repicado

Se realizó tiempo después del almacigado, cuando las plántulas llegaron a un tamaño promedio de 5 cm de altura, realizándose esta actividad a los 60 días después de la siembra, para la cual primero se humedeció el sustrato de las bolsas mediante riego. Las plántulas se extrajeron de la cama almaciguera y luego se colocaron con ayuda de un repicador de madera, teniendo cuidado de mantener en forma vertical las raíces tanto principales como secundarias.

g) Inoculación de micorrizas

Esta actividad se realizó el 04 de agosto del 2022, donde la micorriza comercial se inoculó directamente a las bolsas, la dosis de inoculación se realizó de acuerdo a sus respectivos tratamientos, la cantidad en gramos empleado es de 12 gr, 8gr y 4gr. Donde la altura promedio de los plántones de pino fue de 7.25 cm.

h) Riegos y deshierbes

Se realizaron paulatinamente y simultáneamente observando el desarrollo de las plantas y el esto climático, siendo la frecuencia inicial cada cuatro días y luego en una frecuencia de 2 semanas entre riegos. En cuanto al deshierbe fue de manera manual, y se realizó cuando se presentaron las malezas para así evitar la competencia.

i) Control de plagas y enfermedades

Se utilizó el control preventivo y de curación del ataque de enfermedades fungosas que ocasionan la chupadera fungosa con el fungicida “PARACHUPADERA” con principio activo flutolanil + captan y también se espolvoreo el insecticida “TIFON” con principio activo chlorpyrifos para repeler roedores debido a su fuerte olor, olor el cual esconde el olor de la emergencia de las plántulas de los pinos, siendo altamente efectiva.

5.10. Métodos de evaluación realizadas

De acuerdo con los objetivos del presente trabajo y el cronograma de actividades establecido, se efectuarán las siguientes evaluaciones durante la conducción del experimento

5.10.1. Supervivencia

- **Porcentaje de germinación en siembra directa e indirecta (%)**

Se realizó 5 evaluaciones, en cada evaluación se hizo un conteo total de plantas germinadas por tratamiento, se prosiguió a usar la regla de tres simple para obtener el porcentaje de germinación por tratamiento.

- **Porcentaje de mortandad siembra directa e indirecta (%)**

La toma de datos se realizó el 27 de diciembre del 2022, se inició con un conteo general de plantas vivas por tratamiento para luego hacer uso de la regla de tres simple así obteniendo el porcentaje de supervivencia de pino por tratamientos y bloques.

5.10.2. Comportamiento agronómico:

- **Altura de planta, en cm.**

Esta evaluación se realizó mediante el uso de una cinta métrica en intervalos de 30 días, para lo cual se midió desde la base del tallo (cuello de la raíz) hasta el ápice (extremo de la yema apical). Para esta evaluación se eligieron 20 plantas al azar

- **Diámetro de tallo, en mm.**

Se realizó esta evaluación mediante el uso del vernier en intervalos de 30 días. Conjuntamente con las evaluaciones de altura, para esta evaluación se eligieron 20 plantas al azar

- **Longitud de raíz, en cm.**

Para esta variable solo se hizo una evaluación, se inició sacando la planta de las bolsas, luego se empleó una cinta métrica para medir la longitud de la raíz, esta se midió desde el cuello del tallo hasta la parte final de la raíz.

- **Materia: peso húmedo y peso seco, en gr**

Se realizó esta evaluación mediante el uso de una balanza de precisión, lavando primero las impurezas para que así se obtenga el peso húmedo de la planta, para el peso seco se procedió a hornear las plantas a evaluarse, se horneó a las plantas durante dos horas y a una temperatura de 60 °c.

- **Calidad de planta.**

Índice de calidad de Dickson (IDC): para esta evaluación se recolectaron las variables requeridas en la fórmula del índice de calidad de Dickson; esta evaluación se realizó al finalizar las evaluaciones

5.10.3. Costo de producción

Para la elaboración de los cuadros de los costos de producción se realizaron los cálculos correspondientes de cada uno de los ítems de producción y se determinaron así cuál de los tratamientos establecidos con los dos métodos de siembra y dosis de micorrización serían más rentable para la producción de pino (*Pinus radiata*).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se efectuaron los análisis de variancia para las variables evaluadas: Porcentaje de germinación, porcentaje de sobrevivencia, Altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso de planta (húmedo y seco) e índice de calidad de planta. Los análisis estadísticos fueron realizados usando los programas estadísticos Excel e InfoStat

6.1. Porcentaje de germinación en siembra directa e indirecta (%)

Se realizaron 5 evaluaciones para determinar el porcentaje de germinación, donde se empleó la regla de tres simple, la cantidad de semillas sembradas y la cantidad de plántulas germinadas en diferentes lapsos de tiempo, obteniendo un promedio general de un 94 % de germinación, mostrado en la tabla 5.

Tabla 5

Porcentaje de plantas emergidas en el vivero

Fecha de evaluación	N° evaluación	Tratamientos								Promedio(%)
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
04/05/2022	primera	0.50	0.75	1.00	0.50	1.50	0.25	0.75	1.00	0.78
11/05/2022	segunda	15.00	16.25	21.00	18.25	16.00	20.25	18.75	19.50	18.13
16/05/2022	tercera	57.50	47.50	52.50	51.00	54.00	48.00	55.25	53.50	52.41
22/05/2022	cuarta	86.50	88.50	89.00	87.00	88.00	88.75	86.50	90.00	88.03
30/05/2022	quinta	95.00	94.50	93.00	95.25	96.50	93.00	92.50	92.25	94.00

6.2. Porcentaje de supervivencia en siembra directa e indirecta (%)

Se realizó esta evaluación mediante el uso de la regla de tres simples con la cantidad de plantas existentes desde el inicio de la siembra hasta cuando se finalizaron las evaluaciones. La evaluación para porcentaje de supervivencia se realizó el 27 de diciembre del 2022.

Tabla 6

Porcentaje de supervivencia de plantas de pino en vivero

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	PROMEDIO
T1	SD	D1	91.75	87.00	88.25	89.00
T2	SD	D2	90.00	86.25	88.50	88.25
T3	SD	D3	84.75	90.00	87.00	87.25
T4	SD	D4	90.25	87.75	86.75	88.25
T5	SI	D1	90.75	86.75	85.75	87.75
T6	SI	D2	89.00	86.00	86.75	87.25
T7	SI	D3	85.50	89.50	87.50	87.50
T8	SI	D4	86.25	87.25	85.25	86.25
PROMEDIO			88.53	87.56	86.97	87.69

Como se observa en la tabla 6, el porcentaje de supervivencia general es de 87.69 %, donde el tratamiento T1, posee el promedio más alto en supervivencia, por otro lado, el tratamiento T7 tiene el promedio más bajo en porcentaje de supervivencia.

Tabla 7

ANVA de porcentaje de supervivencia

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	9.97	2	4.98	1.2	0.331	0.331	NS NS
SIEMBRA	6	1	6	1.44	0.2497	0.2497	NS NS
DOSIS	4.66	3	1.55	0.37	0.7733	0.7733	NS NS
SIEMBRA*DOSIS	3.86	3	1.29	0.31	0.8181	0.8181	NS NS
ERROR	58.24	14	4.16				
Total	82.73	23					

CV: 2.33%

En la tabla 7 se observa el ANVA para porcentaje de supervivencia con p-valor de 5% y 1% donde muestra que todas las fuentes de variación no poseen significancia, por lo cual todos los tratamientos son iguales estadísticamente. El coeficiente de variación es de 2.33%

6.3. Comportamiento agronómico

6.3.1. Altura de planta

Tabla 8

Promedios de altura de planta

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	SUMA	PROMEDIO
T1	SD	D1	34.55	32.35	33.20	100.1	33.4
T2	SD	D2	32.95	30.45	30.05	93.5	31.2
T3	SD	D3	29.25	29.35	32.00	90.6	30.2
T4	SD	D4	24.45	24.05	24.90	73.4	24.5
T5	SI	D1	28.60	29.85	27.35	85.8	28.6
T6	SI	D2	24.10	25.65	24.95	74.7	24.9
T7	SI	D3	24.05	25.75	25.50	75.3	25.1
T8	SI	D4	21.95	22.55	22.90	67.4	22.5
SUMA			219.9	220.0	220.9		
PROMEDIO			27.5	27.5	27.6		
METODO DE SIEMBRA				SUMA		PROMEDIO	

La tabla 8 muestra datos promediados de la variable altura de planta, estos datos fueron obtenidos en la última evaluación, los promedios por tratamiento muestran que el tratamiento T1 es superior a los demás, seguido por el tratamiento T2. En cuanto a los promedios de bloque, son similares, la diferencia es mínima. Estos resultados pasaran al programa InfoStat para su respectivo análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias de Tukey al 5 % de significancia.

Tabla 9

ANVA de altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	0.04	2	0.02	0.02	0.9753	0.9753	NS NS
SIEMBRA	123.31	1	123.31	91.52	<0.0001	<0.0001	**
DOSIS	172.22	3	57.41	42.61	<0.0001	<0.0001	**
SIEMBRA*DOSIS	14.7	3	4.9	3.64	0.0414	0.0414	**
ERROR	18.86	14	1.35				
Total	329.13	23					

CV: 4.24%

Realizando el análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta con P-valor de 5% y al 1% en la tabla 9, se obtiene los siguientes resultados, estos demuestran ser no significativos en cuanto a bloques, pero si significativos en cuanto al método de siembra, dosis efectuadas y la interacción de método de siembra y dosis efectuadas, por la cual, estas pasan a comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 5%. El coeficiente de varianza es de 4.24 %, lo cual indica la confiabilidad de los resultados.

Así mismo Miranda (2023), al analizar los resultados de su cuadro ANVA, menciona que la dosis como el tipo de siembra poseen significancia alta y que estas influyen en el crecimiento de la planta. Por otro lado, los bloques no poseen significancia y que la interacción de factores también tiene significancia en un nivel de confianza de 5% y en de 1% no tiene significancia, el coeficiente de variación en el ANVA es de 3.85 %.

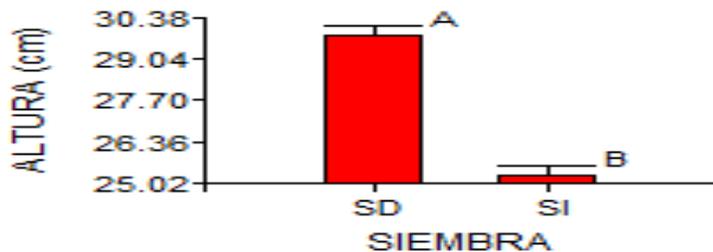
Tabla 10

Prueba De Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de altura de planta

SIEMBRA	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey	
				5%	1%
SD	29.83	12	0.34	A	A
SI	25.3	12	0.34	B	B

Figura 3

Prueba de Tukey al 5% y al 1% de método de siembra para altura de planta



Los resultados Tukey al 5% y al 1% de significancia en la tabla 10 y en la figura 3 se muestra que la siembra directa es mejor en cuanto a la altura de planta, esta pertenece al grupo homogéneo A con una media de 29.80, por otro lado, la Siembra indirecta viene a ser la peor, debido a que esta pertenece al grupo homogéneo B y tiene la media más baja (25.27).

Miranda (2023), obtuvo resultados similares, donde la siembra directa pertenece al grupo homogéneo A con una media de 12.19 cm de altura. Así mismo, el investigador menciona que la siembra indirecta es la de menor altura y que esta pertenece al grupo homogéneo B.

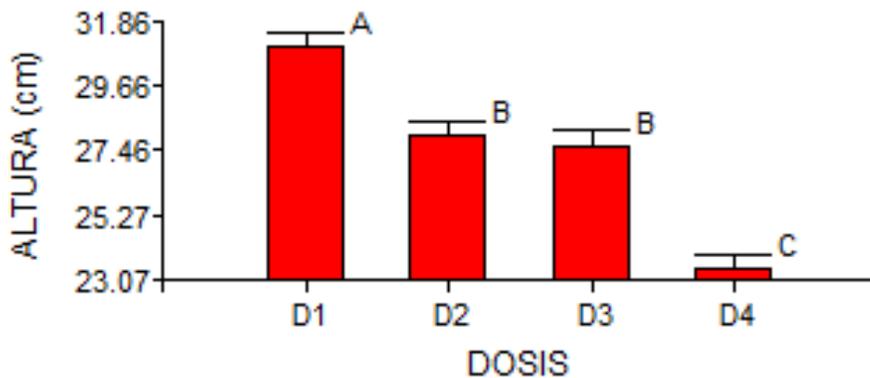
Tabla 11

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de altura de planta

DOSIS	Medias	n	E.E.	Significación de Tukey		
				5%		1%
D1	31.02	6	0.47	A		A
D2	28.07	6	0.47		B	B
D3	27.68	6	0.47		B	B
D4	23.5	6	0.47		C	C

Figura 4

Prueba Tukey al 5% y al 1% de dosis de inoculación de altura de planta



Los resultados Tukey al 5% y al 1% de significancia para dosis de micorriza en la tabla 11 y figura 4 se observa 3 grupos homogéneos en cuanto a la dosis empleada; el grupo homogéneo A

está conformado por D1 con una media de 30.98 siendo estadísticamente superior y la mejor en cuanto a altura de planta que las demás dosis, el grupo homogéneo B está conformado por la dosis D2 con una media de 28.03 y D3 con una media de 27.65. finalmente, la dosis D4 con una media de 23.47 viene a ser la peor en cuanto a la altura de planta.

En cambio, Miranda (2023) menciona que 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

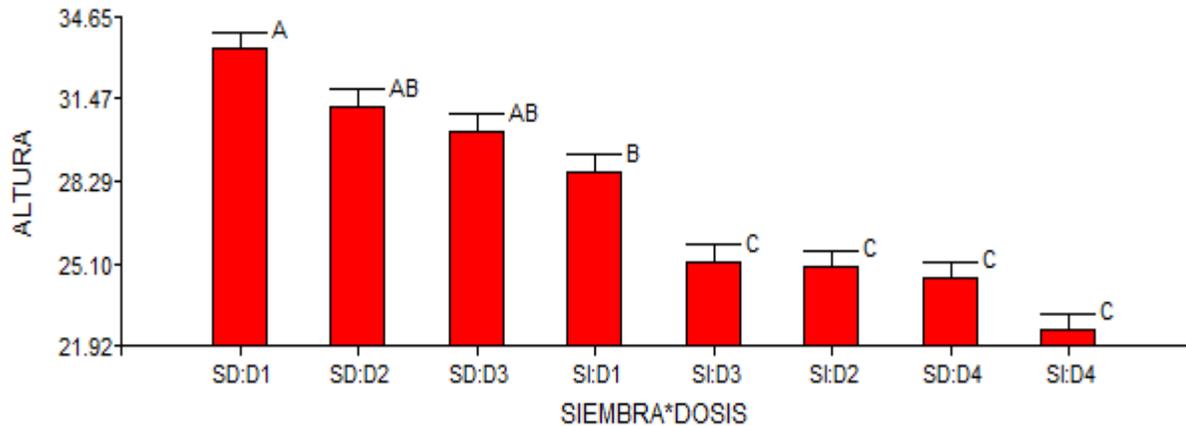
Tabla 12

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para tratamientos de altura de planta

SIEMBRA	DOSIS	Medias	n	E.E.	Significación de Tukey				
					5%		1%		
SD	D1	33.37	3	0.67	A		A		
SD	D2	31.15	3	0.67	A	B	A	B	
SD	D3	30.20	3	0.67	A	B	A	B	
SI	D1	28.60	3	0.67		B		B	C
SI	D3	25.10	3	0.67			C		C D
SI	D2	24.90	3	0.67			C		C D
SD	D4	24.47	3	0.67			C		C D
SI	D4	22.47	3	0.67			C		D

Figura 5

Resultados Tukey al 5% para tratamientos de altura de planta

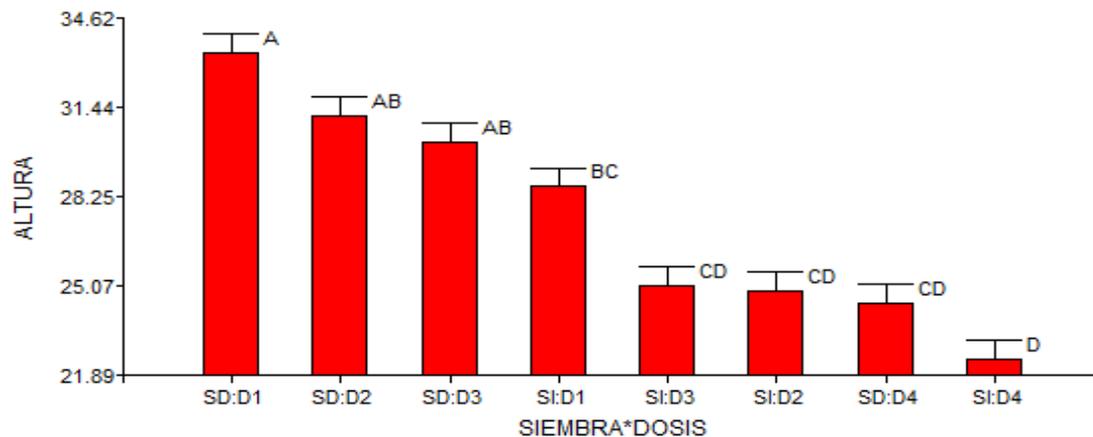


En la tabla 12 y figura 5, la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la altura de planta, esta nos demuestra que:

- El grupo homogéneo A conformado por el tratamiento T1 (siembra directa – dosis 1) tiene la mayor media siendo 33.37cm.
- Se observa que los tratamientos T2 (Siembra directa – dosis 2) con una media de 31.15 y T3 (Siembra directa – dosis 3) 30.20 pertenecen al mismo grupo homogéneo A y B.
- El tratamiento T5 (siembra indirecta – Dosis 1) con una media de 28.60 pertenece al grupo homogéneo B.
- finalmente, el grupo homogéneo C compuesto por los tratamientos T7 (siembra indirecta – dosis 3) con una media de 25.10, el tratamiento T6 (siembra indirecta – dosis 2) con una media de 24.90 cm, T4 (siembra directa – dosis 4) con una media 24.47 y el tratamiento T8 (siembra indirecta – dosis 4) está teniendo una media de 22.47cm, siendo estadísticamente iguales y siendo el peor grupo homogéneo en cuanto a la altura de planta.

Figura 6

Resultados Tukey al 1% para tratamientos de altura de planta



En la tabla 12 y figura 6, la prueba de Tukey al 1 % de probabilidad para la altura de planta se observa que:

- El grupo homogéneo A esta conformado por el tratamiento T1 (siembra directa – dosis 1) y tiene la mayor media siendo esta 33.37cm.
- Los tratamientos T2 (Siembra directa – dosis 2) con una media de 31.15 cm y T3 (Siembra directa – dosis 3) 30.20 cm pertenecen al mismo grupo homogéneo A y B.
- El tratamiento T5 (siembra indirecta – Dosis 1) con una media de 28.60 cm pertenece al grupo homogéneo B y al grupo homogéneo C.
- Los tratamientos T7 (siembra indirecta – dosis 3) con una media de 25.10 cm, el tratamiento T6 (siembra indirecta – dosis 2) con una media de 24.90 cm, T4 (siembra directa – dosis 4) con una media 24.47 cm. pertenece al grupo homogéneo C y D.
- Finalmente, el tratamiento T8 (siembra indirecta – dosis 4) con una media de 22.47 cm, es el peor tratamiento en cuanto a la altura de planta, pertenece al grupo homogéneo D.

Los resultados obtenidos para la variable altura de planta con dos métodos de siembra y aplicación de micorriza en pinos, nos muestra que el tratamiento T1 (siembra directa + Dosis 1) con una media de 33.37 es el mejor y el peor tratamiento fue el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media 22.47 cm.

Dichos resultados son similares a los resultados obtenidos en la investigación realizada por Miranda (2023), el cual menciona que el mejor tratamiento es la siembra directa con dosis baja de micorriza, en este caso la mayor media de altura es 13.01 cm.

Así mismo Ancco (2019), obtuvo resultados similares, donde emplea micorriza comercial como uno de sus tratamientos y siendo la mejor en la variable altura, la mayor media obtenida es de 45.67 cm de altura.

De la misma manera Melgarejo (2017), en sus resultados obtenidos de su investigación se muestran diferencias significativas en la variable altura, la cual el mejor tratamiento es T3 (tierra micorrizada), donde el resultado es de 25.20 cm de alto.

Además, Moreto & Samaniego (2023), mencionan que los tratamientos T8 y T7 poseen la altura mayor, donde T8 es el mejor tratamiento con un promedio de 16.67 cm.

Finalmente, en la investigación realizado por Iturriaga (2019), el mejor tratamiento en cuanto a la variable de altura es T1 (*Pinus radiata* + con inóculo de esporas 200 g) con un promedio de 21.04 cm.

En consecuencia, teniendo similitudes donde se demuestra que la inoculación de micorrizas en los plantones de pino presentó mejores valores en cuanto a la altura, es importante señalar que la dosis de inoculación y el método de siembra tienen efecto positivo en la altura de planta.

6.3.2. Diámetro de tallo

Tabla 13

Promedios de diámetro de tallo

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	SUMA	PROMEDIO
T1	SD	D1	5.1	4.7	5.0	14.8	4.9
T2	SD	D2	4.5	4.4	4.0	13.0	4.3
T3	SD	D3	3.9	4.0	4.2	12.1	4.0
T4	SD	D4	3.8	3.9	3.6	11.3	3.8
T5	SI	D1	3.5	3.7	3.7	10.9	3.6
T6	SI	D2	3.4	3.6	3.5	10.4	3.5
T7	SI	D3	3.2	3.2	3.8	10.2	3.4
T8	SI	D4	3.2	3.8	3.1	10.1	3.4
SUMA			30.5	31.3	30.9		
PROMEDIO			3.8	3.9	3.9		

En la tabla 13, se observa los resultados obtenidos de la última evaluación de diámetro de tallo, se puede observar que el mayor promedio es de 4.9 mm y el más bajo es de 3.4 mm, por otra parte, los promedios de los bloques son casi similares, donde el mayor promedio es de 31.3 mm y más bajo es de 30.5 mm. Estos resultados pasaran al programa estadístico InfoStat para su análisis de varianza y su respectiva comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 5 %.

Tabla 14

ANVA para diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	Fc	P-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	0.03	2	0.02	0.25	0.782	0.782	NS NS
SIEMBRA	3.68	1	3.68	59.76	<0.0001	<0.0001	**
DOSIS	1.72	3	0.57	9.32	0.0012	0.0012	**
SIEMBRA*DOSIS	0.65	3	0.22	3.54	0.0426	0.0426	**
ERROR	0.86	14	0.06				
Total	6.95	23					

CV: 6.42%

Realizando el análisis de varianza (ANVA) de la variable diámetro de tallo en la tabla 14, demuestran que las fuentes de variación que poseen significancia son las siguientes; siembra, dosis y la interacción de siembra x dosis, por lo tanto, tendrán que pasar a la comparación de medias de Tukey al 5% de significancia, en cuanto a la fuente de variación bloque, esta no posee significancia. El coeficiente de variación para este variable es de 6.42%.

Mientras Miranda (2023), en su cuadro ANVA, el tipo de siembra y dosis poseen significancia alta, por otro lado, la interacción dosis de micorriza con tipo de siembra no posee significancia, su coeficiente de variación en el ANVA es de 7.13%.

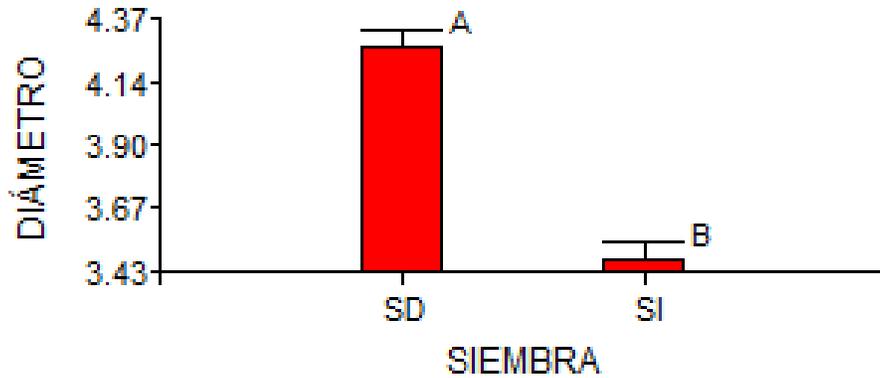
Tabla 15

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para métodos de siembra de diámetro de tallo

SIEMBRA	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey	
				5%	1%
SD	4.26	12	0.07	A	A
SI	3.48	12	0.07	B	B

Figura 7

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de diámetro de tallo



Los resultados de la prueba de Tukey al 5% y al 1% como se observa en la tabla 15 y figura 7, muestran que la siembra directa pertenece al grupo homogéneo A, con una media de 4.26 mm, la cual es superior a la siembra indirecta, perteneciente al grupo homogéneo B y con una media de 3.48 mm en cuanto al diámetro de tallo.

Dichos resultados son similares a los obtenidos por Miranda (2023), donde menciona que el mejor tipo de siembra es la siembra directa, está siendo significativamente superior, donde la media de la siembra directa es de 1.99 mm y esta pertenece al grupo homogéneo A, mientras que la siembra indirecta tiene una media de 1.13 mm, y pertenece al grupo homogéneo B.

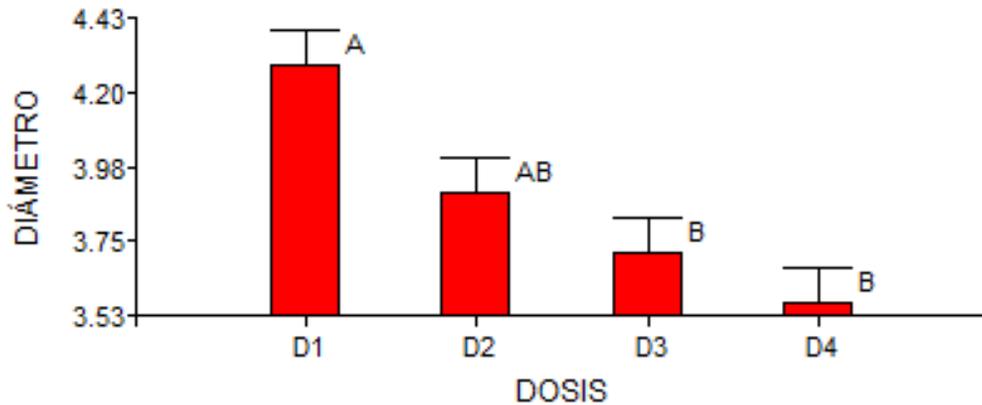
Tabla 16

Prueba de Tukey al 5 y al 1% para dosis de inoculación de diámetro de tallo

DOSIS	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey			
				5%		1%	
D1	4.28	6	0.1	A		A	
D2	3.9	6	0.1	A	B	A	B
D3	3.72	6	0.1		B		B
D4	3.57	6	0.1		B		B

Figura 8

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de diámetro de tallo



Los resultados de la prueba de Tukey al 5% y al 1% de significancia en la tabla 16 y figura 8 para dosis de inoculación de micorriza, muestran que las dosis de inoculación D1 con una media de 4.28 mm, siendo la mejor dosis en cuanto a diámetro de tallo, la dosis de inoculación D2 con una media de 3.90 mm pertenece al grupo homogéneo A y B. La dosis de inoculación D3 con una media de 3.72 y la dosis de inoculación D4 con una media de 3.57 mm pertenecen al mismo grupo homogéneo, por lo tanto, estas dosis son estadísticamente iguales y vienen siendo inferiores a las demás dosis.

Por otro lado, Miranda (2023), indica que la mejor dosis de aplicación es la dosis baja, la cual presenta un mayor promedio, debido a que esta viene perteneciendo al grupo homogéneo A

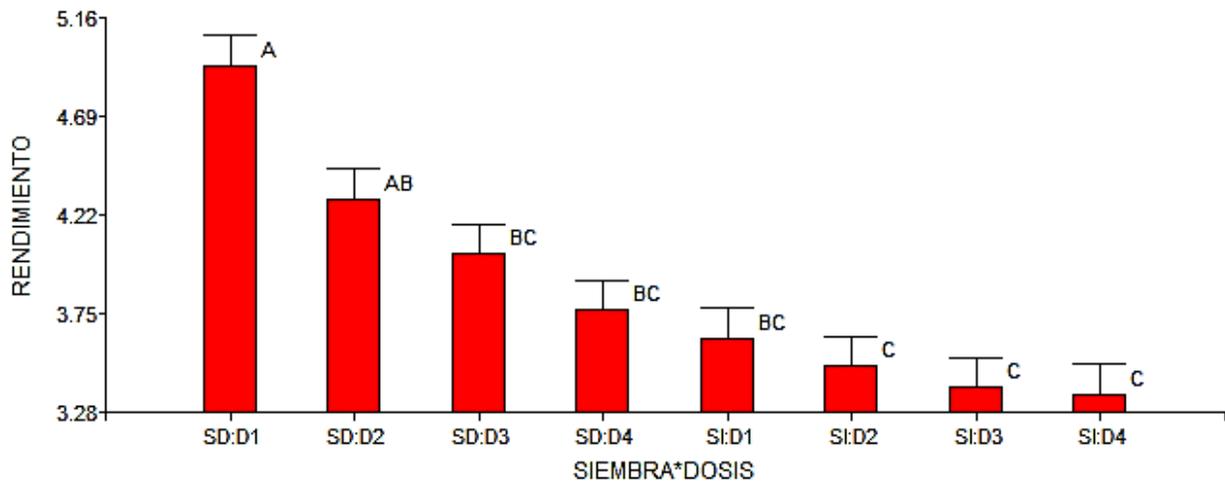
Tabla 17

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para tratamientos de diámetro de tallo

SIEMBRA	DOSIS	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey				
					5%		1%		
SD	D1	4.930	3	0.14	A			A	
SD	D2	4.300	3	0.14	A	B		A	B
SD	D3	4.030	3	0.14		B	C		B C
SD	D4	3.770	3	0.14		B	C		B C
SI	D1	3.630	3	0.14		B	C		B C
SI	D2	3.500	3	0.14			C		B C
SI	D3	3.4	3	0.14			C		C
SI	D4	3.37	3	0.14			C		C

Figura 9

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de diámetro de tallo



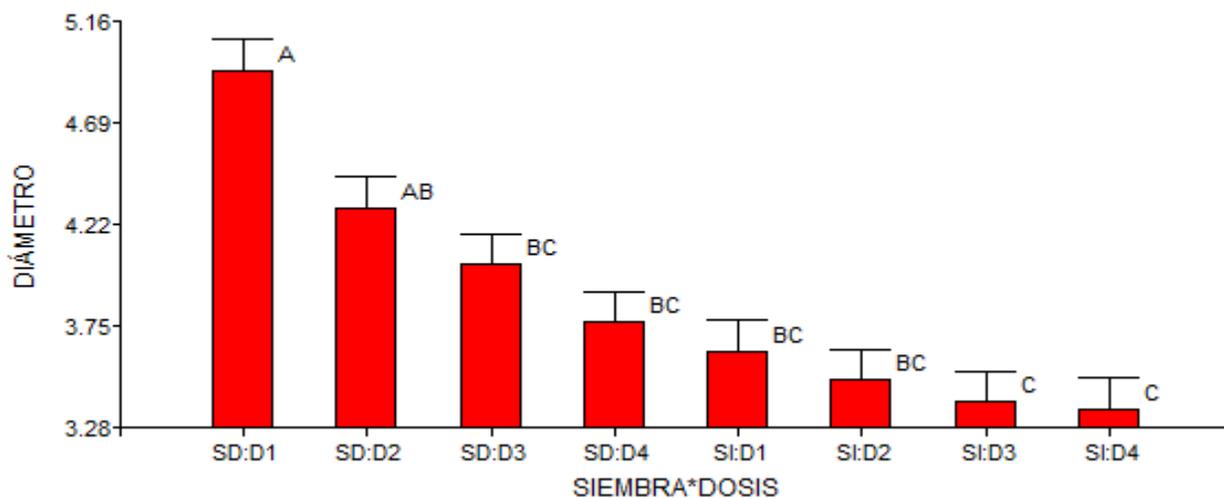
La tabla 17 y figura 9, muestra los resultados obtenidos después de ser realizar la prueba de Tukey al 5% de significancia para la variable de diámetro de tallo, se observa 3 grupos homogéneos.

- En el grupo homogéneo A se encuentra el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 4.93 mm y siendo el mejor en cuanto a la variable de diámetro de tallo.

- El tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) tiene una media de 4.30 mm y pertenece al grupo homogéneo A y B.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 4.03 mm, el tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) con una media de 3.77 mm y el tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1) se encuentran en el grupo homogéneo B y C.
- Finalmente, dentro del grupo homogéneo C se encuentran los tratamientos estadísticamente inferiores en la variable de diámetro de tallo, el tratamiento T6 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 3.50 mm, el tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 3.40 mm y el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media 3.37 mm teniendo la peor media numéricamente.

Figura 10

Prueba de Tukey al 1% para tratamientos de diámetro de tallo



La tabla 17 y figura 10, muestra los resultados obtenidos después de ser realizar la prueba de Tukey al 1% de significancia para la variable de diámetro de tallo, donde se observa 3 grupos homogéneos.

- En el grupo homogéneo A se encuentra el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 4.93 mm y siendo el mejor en cuanto a la variable de diámetro de tallo.
- El tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) tiene una media de 4.30 mm y pertenece al grupo homogéneo A y B.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 4.03 mm, el tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) con una media de 3.77 mm y el tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1), el tratamiento T6 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 3.50 mm. se encuentran los grupos homogéneos B y C.
- Finalmente, dentro del grupo homogéneo C se encuentran los tratamientos estadísticamente inferiores en la variable de diámetro de tallo, el tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 3.40 mm y el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media 3.37 mm teniendo la peor media numéricamente.

Los resultados obtenidos para la comparación de dos métodos de siembra con dosis de micorriza comercial, para la variable de diámetro se observa que el mejor tratamiento es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 4.93 mm y el peor tratamiento es el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media de 3.37 mm.

Por otro lado Miranda (2023), obtuvo resultados similares donde los mejores tratamientos en cuanto a diámetro de tallo son aquellos que pertenecen a la variable de siembra directa siendo estas las siguientes: siembra directa + dosis baja, siembra directa más dosis media, siembra directa más dosis alta y siembra directa + testigo, las medias de los tratamientos varían entre 1.88 mm y 2.13 mm, así mismo el investigador menciona que el método de siembra directa favorece al diámetro de tallo.

Así mismo Ancco (2019), menciona que el tratamiento T1 que está conformado por micorriza comercial es superior a los demás tratamientos en cuanto al diámetro de tallo, esta alcanzo un diámetro de 4.55 mm.

Por otro lado, Iturriaga (2019), en sus resultados para la variable de diámetro de tallo, indica que los mejores tratamientos en cuanto al diámetro de tallo son los tratamientos del I al IX, estos tratamientos pertenecen al mismo grupo homogéneo, siendo iguales estadísticamente.

Finalmente, Moreto & Samaniego (2023), mencionan que las plántulas de pino del tratamiento T7 mostraron mayores valores en cuanto a diámetro, el promedio es de 2.09 y pertenece al grupo homogéneo A.

En consecuencia, teniendo similitudes donde se demuestra que la inoculación de micorrizas en los plantones de pino presentó mejores medias en cuanto al diámetro de tallo, es importante señalar que la dosis de inoculación y el método de siembra tienen efecto positivo en el diámetro del tallo.

6.3.3. Longitud de raíz

Tabla 18

Promedios de longitud de Raíz

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	SUMA	PROMEDIO
T1	SD	D1	32.00	31.00	34.00	97.0	32.3
T2	SD	D2	30.00	28.00	29.00	87.0	29.0
T3	SD	D3	26.00	27.00	25.80	78.8	26.3
T4	SD	D4	27.00	20.80	19.60	67.4	22.5
T5	SI	D1	26.90	24.60	22.40	73.9	24.6
T6	SI	D2	26.70	21.80	19.60	68.1	22.7
T7	SI	D3	26.45	21.20	23.20	70.9	23.6
T8	SI	D4	22.40	19.60	19.40	61.4	20.5
SUMA			217.5	194.0	193.0		
PROMEDIO			27.2	24.3	24.1		

En la tabla 18, se observa los resultados de la evaluación de longitud de raíz, en cuanto a tratamientos el mejor promedio tiene el tratamiento T1, siendo de 32.3 cm, y la de menor promedio es de 20.5 cm que pertenece al tratamiento T8, por otro lado, en cuanto a los bloques, se observa que el mayor promedio tiene el bloque 1 y el de menor promedio le pertenece al bloque 3. Los resultados obtenidos se pasaron por el programa estadístico InfoStat para el análisis de varianza ANVA y comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 19

ANVA de longitud de raíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	48.06	2	24.03	7.09	0.0075	0.0075	**
SIEMBRA	130.2	1	130.2	38.39	<0.0001	<0.0001	**
DOSIS	151.21	3	50.4	14.86	0.0001	0.0001	**
SIEMBRA*DOSIS	34.67	3	11.56	3.41	0.0475	0.0475	**
ERROR	47.48	14	3.39				
Total	411.63	23					

CV: 7.31%

Realizando el análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia de 5% y 1% como se ve en la tabla 19, todas las fuentes de variación muestran significancia, por lo cual estas pasan a comparación de medias de Tukey. El análisis de varianza tiene un coeficiente de varianza de 7.31%, lo cual indica la confiabilidad de los resultados.

Por otro lado, Miranda (2023), indica que el tipo de siembra y la interacción entre las variables no tienen significancia, pero la dosis si posee significancia, el coeficiente de variación es de 17.62% la cual esta indica una variabilidad moderada. así mismo el tipo de siembra no vendría a tener un impacto tan significativo.

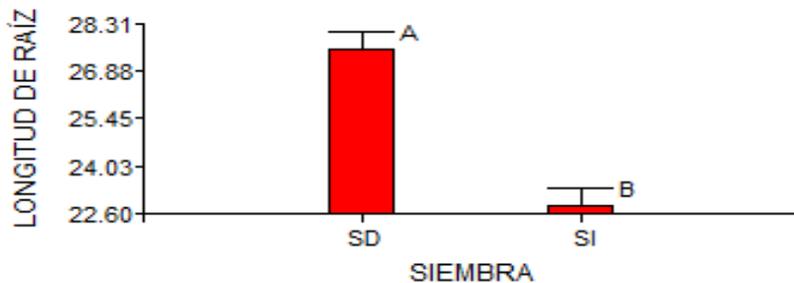
Tabla 20

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de longitud de raíz

SIEMBRA	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey	
				5%	1%
SD	27.52	12	0.53	A	A
SI	22.86	12	0.53	B	B

Figura 11

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de longitud de raíz



Los resultados Tukey al 5% y al 1% de significancia en la tabla 20 y figura 11, se puede observar que las medias en cuanto a método de siembra, la siembra directa SD es superior a la

siembra indirecta SI en cuanto a la longitud de raíz, demostrando que la diferencia entre los dos es amplia.

Sin embargo Miranda (2023), menciona que la diferencia entre el tipo de siembra es mínima, la siembra directa es mayor numéricamente a la siembra indirecta, aunque no exista diferencia estadística.

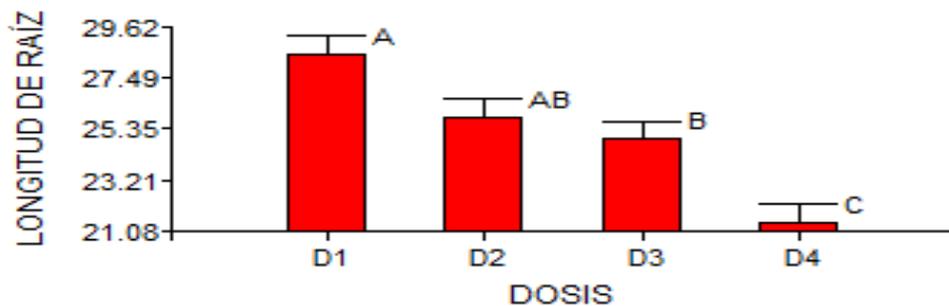
Tabla 21

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de longitud de raíz

DOSIS	Medias	N	E.E.	Significancia de Tukey			
				5%	1%		
D1	28.48	6	0.75	A		A	
D2	25.85	6	0.75	A	B	A	
D3	24.95	6	0.75		B	A	B
D4	21.47	6	0.75		C		B

Figura 12

Prueba de Tukey al 5% para dosis de inoculación de longitud de raíz

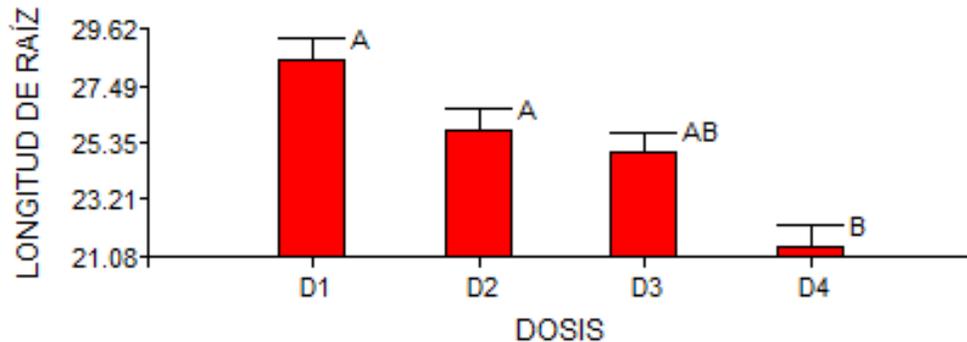


Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de significancia como se ve en la tabla 21 y figura 12 para la variable de longitud de raíz, muestra 3 grupos homogéneos, dentro del grupo A vemos a la dosis 1, esta dosis alcanzo una media de 28.48 cm siendo superior a las demás dosis, la dosis 2 se encuentra dentro de los grupos homogéneos A y B, la media de esta dosis es de 25.85 cm, siendo medianamente mejor que las demás dosis, la dosis 3, está en el grupo B con una media

de 24.96 cm, y la dosis 4, siendo el peor en cuanto a dosis de inoculación, pertenece al grupo homogéneo C con una media de 21.47.

Figura 13

Resultados Tukey al 1% para dosis de inoculación de longitud de raíz



Los resultados de la prueba de Tukey al 1% de significancia como se ve en la tabla 21 y figura 13 para la variable de longitud de raíz, se observa 2 grupos homogéneos, dentro del grupo A vemos a la dosis 1 y dosis 2, estas dosis alcanzaron promedio de 28.48 cm y 25.85 cm siendo el mejor grupo homogéneo, la dosis 3 se encuentra dentro de los grupos homogéneos A y B, la media de esta dosis es de 24.96 cm. Finalmente, la dosis 4, viene siendo el peor en cuanto a dosis de inoculación, pertenece al grupo homogéneo C con una media de 21.47 cm.

Los resultados obtenidos en la investigación para dosis de inoculación de micorriza de la variable de longitud de raíz muestran que la dosis 1 es superior a las demás dosis con un promedio de 28.48cm.

Por otro lado, en los resultados obtenidos de la investigación de Miranda (2023), la mejor dosis de micorrización es la dosis media, está alcanzando la mayor longitud de raíz, con un promedio de 15.26 cm. esta dosis pertenece al grupo homogéneo A, así mismo la dosis baja demuestra que tiene un efecto positivo en esta variable. Finalmente, el testigo y la dosis alta

muestran la menor longitud de raíz, teniendo los promedios más bajos de la variable. Las dosis bajas, pueden no ser tan efectivas en la longitud de raíz.

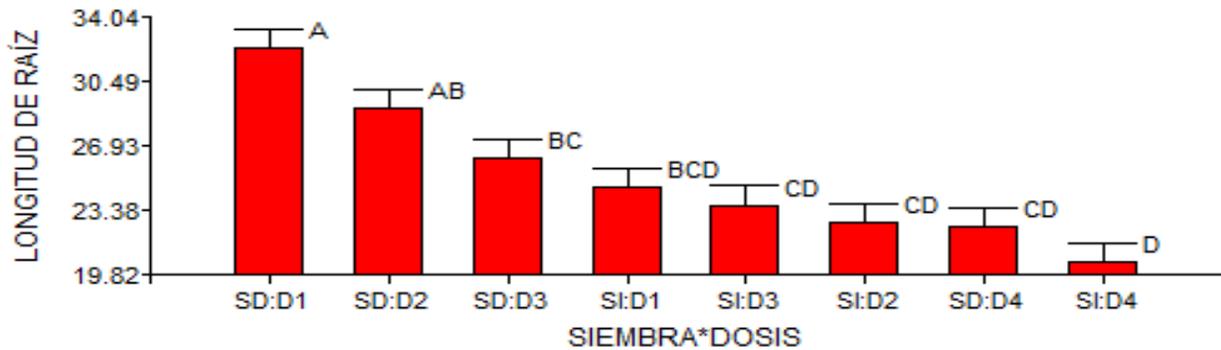
Tabla 22

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para tratamientos de longitud de raíz

SIEMBRA	DOSIS	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey					
					5%			1%		
SD	D1	32.33	3	1.06	A			A		
SD	D2	29.00	3	1.06	A	B		A	B	
SD	D3	26.27	3	1.06	B	C		A	B	C
SI	D1	24.63	3	1.06	B	C	D		B	C
SI	D3	23.63	3	1.06		C	D		B	C
SI	D2	22.70	3	1.06		C	D		B	C
SD	D4	22.47	3	1.06		C	D		B	C
SI	D4	20.47	3	1.06			D			C

Figura 14

Prueba de Tukey al 5% de tratamientos para longitud de raíz



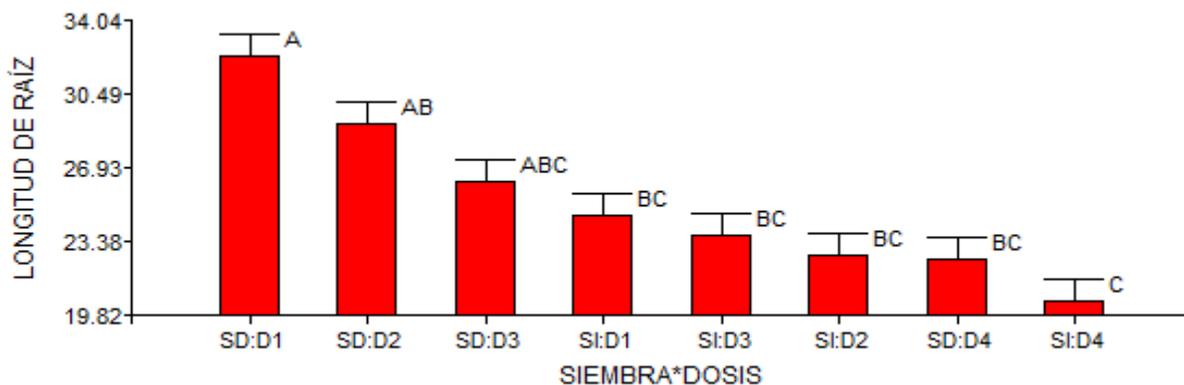
Al realizar la prueba de Tukey al 5% de significancia para longitud de raíz en la tabla 22 y figura 14, esta nos demuestra que se obtuvieron 4 grupo homogéneos.

- El grupo homogéneo A conformado por el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 32.33 cm, siendo el mejor tratamiento en cuanto a longitud de raíz.

- El tratamiento T2 tiene una media de 29.00 cm y pertenece al grupo homogéneo A y también B, este tratamiento es el segundo mejor.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) pertenece al grupo homogéneo B y C, teniendo una media de 26.27 cm.
- El tratamiento que pertenece al grupo homogéneo B, C y D es el tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1) con una media de 24.63 cm.
- Mientras que los tratamientos que pertenecen al grupo homogéneo C y D son los siguientes; el tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 23.63 cm, T6 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 22.70 cm y T4 (siembra directa + dosis 4) con una media de 22.47 cm.
- Finalmente, el peor tratamiento en cuanto a la variable longitud de raíz es T8 (siembra directa + dosis 4) con una media de 20.47 cm y pertenece al grupo homogéneo D.

Figura 15

Prueba de Tukey al 1% de tratamientos para longitud de raíz



Al realizar la prueba de Tukey al 1% de significancia para longitud de raíz en la tabla 22 y figura 15, esta nos demuestra que se obtuvieron 4 grupo homogéneos.

- El grupo homogéneo A conformado por el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 32.33 cm, siendo el mejor tratamiento en cuanto a longitud de raíz.
- El tratamiento T2 tiene una media de 29.00 y pertenece al grupo homogéneo A y también B, este tratamiento es el segundo mejor.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) pertenece al grupo homogéneo A, B y C, teniendo una media de 26.27 cm.
- Mientras que los tratamientos que pertenecen al grupo homogéneo B y C son los siguientes; el tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1) con una media de 24.63 cm, el tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 23.63 cm, T6 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 22.70 cm y T4 (siembra directa + dosis 4) con una media de 22.47 cm.
- Finalmente, el peor tratamiento en cuanto a la variable longitud de raíz es T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media de 20.47 cm y pertenece al grupo homogéneo D.

Al finalizar la investigación, se determinó que el mejor método de siembra con diferentes dosis de micorriza comercial es el tratamiento T1 que está conformado por el método de siembra directa + Dosis 1, esta alcanza una longitud de 32.33 cm. Por otro lado el peor tratamiento fue el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una longitud de 20.47 cm.

Así mismo Miranda (2023), en su investigación de diferentes tipos de siembra con dosis de micorriza obtuvo los siguientes resultados, los dos mejores tratamientos son: siembra directa + dosis baja y siembra indirecta + dosis media, estas obtuvieron una media de 16.13 cm de longitud.

De igual manera (Iturriaga, 2019), indica que en los resultados obtenidos para la variable de longitud de raíz, el tratamiento T4 (*Pinus radiata* + inóculo de esporas 100g aplicado a la semilla) con un promedio de 39.84 cm es el mejor tratamiento en cuanto a la longitud de raíz.

En consecuencia, teniendo similitudes donde se demuestra que la inoculación de micorrizas en los plántones de pino presentó mejores medias en cuanto a la longitud de raíz, es importante señalar que la dosis de inoculación y el método de siembra tienen efecto positivo en el crecimiento y longitud de la raíz en los plántones de pino.

6.3.4. Peso de planta

a) Peso húmedo

Tabla 23

Promedio de peso húmedo de planta

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	SUMA	PROMEDIO
T1	SD	D1	13.95	12.40	13.00	39.3	13.1
T2	SD	D2	12.00	10.20	10.40	32.6	10.9
T3	SD	D3	9.00	9.00	11.74	29.7	9.9
T4	SD	D4	8.47	8.76	8.50	25.7	8.6
T5	SI	D1	8.00	6.40	7.00	21.4	7.1
T6	SI	D2	8.00	7.00	7.14	22.1	7.4
T7	SI	D3	6.60	5.00	8.64	20.2	6.7
T8	SI	D4	5.34	5.40	7.26	18.0	6.0
SUMA			71.4	64.2	73.7		
PROMEDIO			8.9	8.0	9.2		

En la tabla 23 se observa los datos obtenidos de peso húmedo, donde el mayor promedio es de 13.1 gr, este perteneciendo al tratamiento T1, así mismo, el de menor promedio es el tratamiento T8 siendo este 6.0 gr, en cuanto a los bloques, los promedios no tienen diferencias significativas, en método de siembra el promedio de siembra directa es demasiado superior a la siembra indirecta, y en dosis de aplicación también se observan diferencias en los promedios. Estos resultados pasaran al programa InfoStat para su análisis de varianza, y comparación de medias de Tukey al 5% de significancia.

Tabla 24

ANVA de peso húmedo de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	6.16	2	3.08	3.32	0.0661	0.0661	NS NS
SIEMBRA	86.79	1	86.79	93.49	<0.0001	<0.0001	* *
DOSIS	26.03	3	8.68	9.35	0.0012	0.0012	* *
SIEMBRA*DOSIS	10.14	3	3.38	3.64	0.0394	0.0394	* *
ERROR	13	14	0.93				
Total	142.12	23					

CV: 11.05%

Al realizarse el análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia de 5% Y 1% como se ve en la tabla 24 de los tratamientos evaluados para el peso húmedo de planta estos demuestran ser significativos en cuanto al método de siembra, las dosis efectuadas y la interacción entre método de siembra y la dosis aplicada, la fuente de variación bloque no es significativo. El ANVA tiene un coeficiente de varianza de 11.05 %, lo cual indica la confiabilidad de los resultados.

Mientras tanto Iturriaga (2019), en su investigación en el ANVA obtenido se observa que, las fuentes de variación tratamiento y el factor A tienen significancia, por otro lado, el factor B y la interacción no poseen significancia, el coeficiente de variación para el análisis de varianza es de 21.40 %.

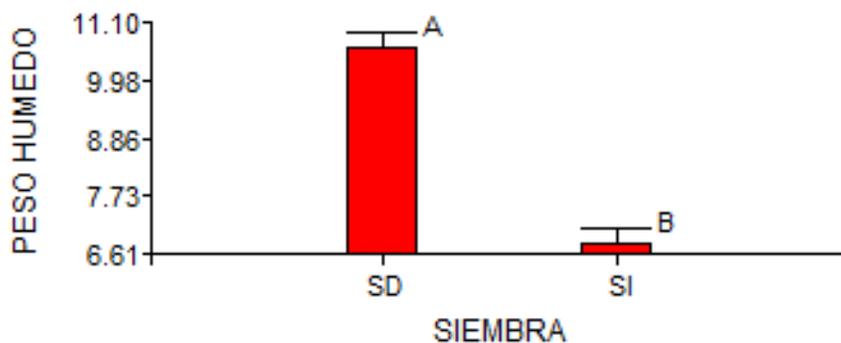
Tabla 25

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de peso húmedo

SIEMBRA	Medias	n	E.E.	Nivel de Significancia	
				5%	1%
SD	10.62	12	0.28	A	A
SI	6.82	12	0.28	B	B

Figura 16

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de peso húmedo



En la tabla 25 y Figura 16 se puede observar, la media de la siembra directa es muy superior estadísticamente a la siembra indirecta, la siembra directa alcanzo una media de 10.62 gr y pertenece al grupo homogéneo A, y la siembra indirecta es inferior, con una media de 6.82 gr y pertenece al grupo homogéneo B.

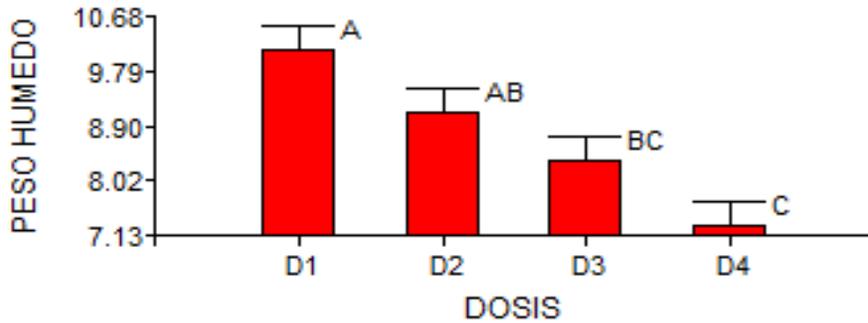
Tabla 26

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de peso húmedo

DOSIS	Medias	N	E.E.	Significancia de Tukey			
				5%		1%	
D1	10.13	6	0.39	A		A	
D2	9.12	6	0.39	A	B	A	B
D3	8.33	6	0.39		B	C	A
D4	7.29	6	0.39			C	B

Figura 17

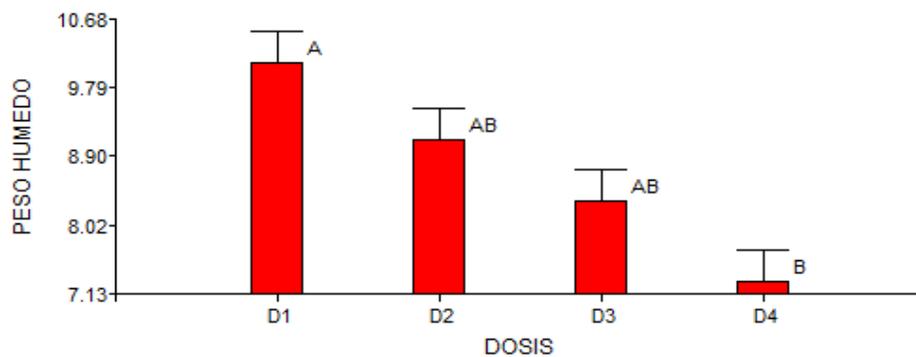
Prueba de Tukey al 5% de dosis de inoculación al para peso húmedo



En la tabla 26 y figura 17, en cuanto a las dosis de inoculación se puede observar que las dosis de inoculación D1 es superior a las demás dosis, teniendo una media de 10.13 gr y perteneciente al grupo homogéneo A, la dosis D2 pertenece a los grupos homogéneos A y B, la dosis D3 pertenece tanto al grupo homogéneo B y C, mientras que la dosis D4 vienen a ser la peor de todas y pertenece al grupo homogéneo C.

Figura 18

Prueba de Tukey al 1% de dosis de inoculación al para peso húmedo



En la tabla 26 y figura 18, se observa los resultados Tukey al 1% de significancia, la dosis de inoculación D1 es superior a las demás dosis, teniendo una media de 10.13 gr y pertenece al

grupo homogéneo A, las dosis D2 y D3 son estadísticamente iguales y pertenecen tanto al grupo homogéneo A y B, mientras que la dosis D4 vienen a ser la peor de todas y pertenece al grupo homogéneo B.

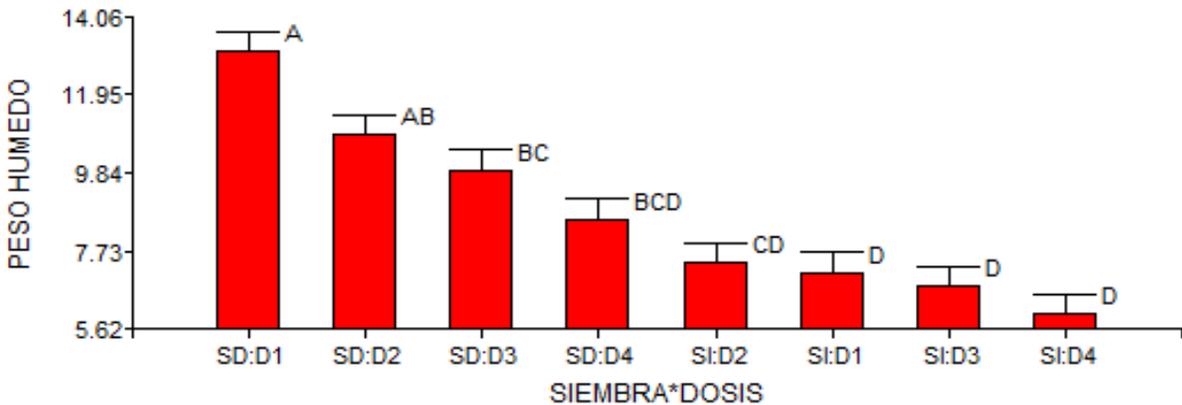
Tabla 27

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de peso húmedo de planta

SIEMBRA	DOSIS	Medias	N	E. E	Significancia de Tukey							
					5%			1%				
SD	D1	13.12	3	0.56	A				A			
SD	D2	10.87	3	0.56	A	B			A	B		
SD	D3	9.91	3	0.56		B	C		A	B	C	
SD	D4	8.58	3	0.56		B	C	D		B	C	D
SI	D2	7.38	3	0.56			C	D			C	D
SI	D1	7.13	3	0.56				D			C	D
SI	D3	6.75	3	0.56				D			C	D
SI	D4	6.00	3	0.56				D				D

Figura 19

Prueba de Tukey al 5% para tratamiento de peso húmedo de planta



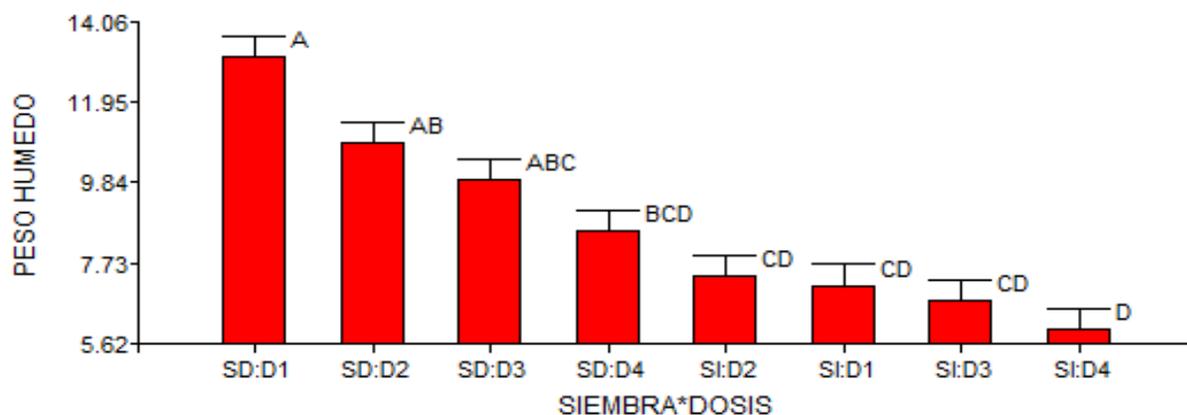
Al realizar la interpretación de prueba de Tukey al 5% de la significancia en la tabla 27 y figura 19 para el peso húmedo de planta, se obtuvieron 4 grupos homogéneos.

- El tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 13.12 gr pertenece al grupo homogéneo A y viene a ser el mejor tratamiento.

- En el grupo A y B se encuentra el tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) con una media de 10.87 gr y siendo la segunda mejor en esta variable.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 9.91 gr se encuentra dentro de los grupos B y C.
- El tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) se encuentra dentro de los grupos B, C y D teniendo una media de 8.58 gr.
- Dentro de los grupos C y D se encuentran los siguientes tratamientos; T5 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 7.38, el tratamiento T4 (siembra indirecta + dosis 1) con una media de 7.13 gr.
- Finalmente, los tratamientos T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 6.75 gr y T8 (siembra indirecta + dosis 4) pertenecen al grupo homogéneo D y vienen a ser los peores en cuanto a peso húmedo.

Figura 20

Prueba de Tukey al 1% para tratamiento de peso húmedo de planta



Al realizar la interpretación de prueba de Tukey al 1% de la significancia en la tabla 27 y figura 20 para el peso húmedo de planta, se obtuvieron 4 grupos homogéneos.

- El tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 13.12 gr pertenece al grupo homogéneo A y viene a ser el mejor tratamiento.
- En el grupo A y B se encuentra el tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) con una media de 10.87 gr y siendo la segunda mejor en esta variable.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 9.91 gr se encuentra dentro de los grupos A, B y C.
- El tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) se encuentra dentro de los grupos B, C y D teniendo una media de 8.58 gr.
- Dentro de los grupos C y D se encuentran los siguientes tratamientos; T5 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 7.38 gr, el tratamiento T4 (siembra indirecta + dosis 1) con una media de 7.13 gr, el tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 6.75 gr.
- Finalmente, el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) pertenece al grupo homogéneo D y vienen a ser el en cuanto a peso húmedo.

Los resultados obtenidos en el método de siembra con dosis de inoculación de micorriza para peso húmedo de planta, se obtuvo que el mejor es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 13.12 y pertenece al grupo homogéneo A. y el peor tratamiento fue el T8 (siembra indirecta + dosis 4).

Dichos resultados vienen siendo similares a la investigación realizado por Moreto & Samaniego (2023), donde el mejor tratamiento es el tratamiento T7 (micorriza 1 gr + Fertilizante 1 gr) y T8 (micorriza 1.5 gr plántula + fertilizante 1.5 gr plántula) con una media de 1.86 g y 1.70.

Por otro lado, la investigación realizada por Iturriaga (2019), se observa dos grupos homogéneos, en el grupo homogéneo A se encuentra todos los tratamientos que poseen como primer factor a la variedad *Pinus radiata*, el tratamiento T1 (Inoculo de esporas (200g) aplicado al

sustrato + radiata) demuestra ser superior numéricamente a los demás tratamientos, alcanzo un promedio de 4.31 gr.

En consecuencia, teniendo similitudes donde se demuestra que la inoculación de micorrizas en los plántones de pino presentó mejores pesos húmedos de los plántones de pinos, es importante señalar que la dosis de inoculación y el método de siembra tienen efecto positivo en el incremento de biomasa de los plántones de pino.

b) Peso seco

Tabla 28

Promedio de peso seco de planta

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	SUMA	PROMEDIO
T1	SD	D1	3.50	2.90	3.30	9.70	3.2
T2	SD	D2	3.60	2.60	2.80	9.01	3.0
T3	SD	D3	2.60	2.50	2.70	7.80	2.6
T4	SD	D4	2.50	2.40	2.10	7.00	2.3
T5	SI	D1	1.70	1.80	1.70	5.30	1.8
T6	SI	D2	1.50	1.30	2.00	4.90	1.7
T7	SI	D3	1.70	1.80	2.40	6.00	2.0
T8	SI	D4	1.70	1.30	1.80	4.90	1.7
SUMA			19.0	16.9	18.9		
PROMEDIO			2.4	2.1	2.4		

La tabla 28, muestra los resultados de datos obtenidos en la evaluación de peso seco de planta, en cuanto a promedio de tratamiento, el mejor es el tratamiento T1, y el de menor promedio es el tratamiento T8. Estos resultados pasan a análisis de varianza y comparación de medias de Tukey con 5% de significancia.

Tabla 29

ANVA de peso seco de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	0.32	2	0.16	2.00	0.1717	0.1717	NS NS
SIEMBRA	6.10	1	6.1	77.00	<0.0001	<0.0001	* *
DOSIS	0.82	3	0.27	3.47	0.0452	0.0452	* NS
SIEMBRA*DOSIS	0.85	3	0.28	3.60	0.0409	0.0409	* *
Error	1.11	14	0.08				
Total	9.21	23					

CV: 12.30%

Al realizarse el análisis de varianza (ANVA) con 5% y 1% de significancia como se ve en la tabla 29 de los tratamientos evaluados para el peso seco de planta, estos demuestran ser significativos en cuanto al método de siembra, las dosis efectuadas en cuanto a 0.05 de significancia y la interacción de siembra * dosis, por otro lado, la fuente de variación bloque muestra ser no significativo, el coeficiente de varianza es de 12.30 %, lo cual indica la confiabilidad de los resultados. Las fuentes de variación que obtuvieron significancia pasan a comparación de medias de Tukey con 5% de significancia.

Por otra parte, Miranda (2023), en su ANVA para peso seco total, el tipo de siembra posee significancia junto a la fuente de variación bloque, mientras que dosis de micorriza y la interacción de factores son no significativos, el coeficiente de variación para análisis de varianza es de 15.89%.

Mientras que Ancco (2019), menciona que la F calculada es superior a la F tabulada por lo cual la fuente de variación tratamiento tiene significancia, con un coeficiente de variación de 18.17%.

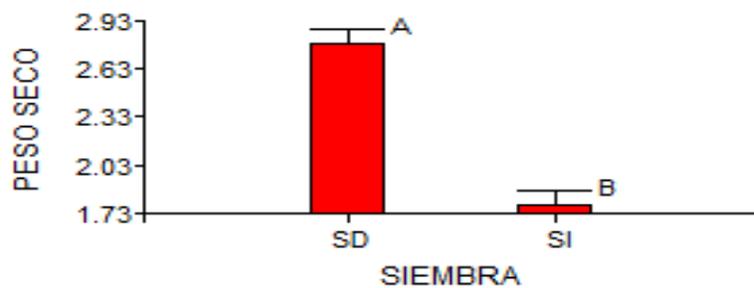
Tabla 30

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de peso seco

SIEMBRA	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey	
				5%	1%
SD	2.79	12	0.08	A	A
SI	1.78	12	0.08	B	B

Figura 21

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de peso seco



En la tabla 30 y figura 21 se puede observar que el método de siembra directa tiene una media significativamente superior a la siembra indirecta, la siembra directa alcanzo un promedio de 2.79 gr y pertenece al grupo homogéneo A, por otro Lado, la siembra indirecta alcanzo una media de 1.78 gr y pertenece al grupo homogéneo B.

Así mismo Miranda (2023), menciona que la siembra directa es superior a la siembra indirecta, con medias de 0.168 y 0.115.

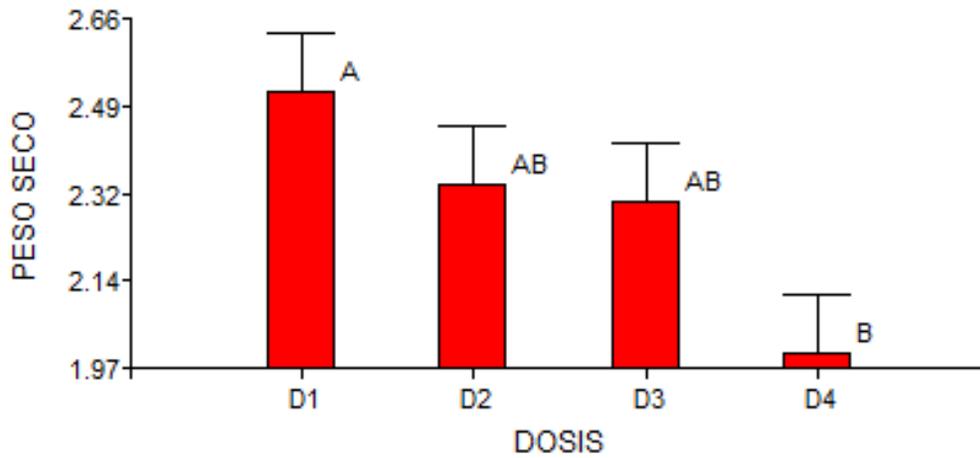
Tabla 31

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de peso seco

DOSIS	Medias	N	E.E.	Significancia de Tukey	
				5%	1%
D1	2.52	6	0.11	A	A
D2	2.33	6	0.11	A	B
D3	2.30	6	0.11	A	B
D4	2.00	6	0.11	B	A

Figura 22

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de peso seco



En la tabla 31 y figura 22, en cuanto a la dosis de inoculación para peso seco de planta, muestra que la Dosis 1 es superior a las demás dosis, esta pertenece al grupo homogéneo A y tiene una media de 2.52 gr, la dosis 2 y dosis 3 pertenecen al grupo homogéneo A y B, siendo estadísticamente iguales, finalmente, la dosis 3 es la de menor media y siendo el peor en cuanto al peso seco, esta pertenece al grupo homogéneo B con una media de 2.00 g.

Mientras que, Miranda (2023) obtuvo resultados diferentes en su investigación, donde no existe diferencia significativa, por lo cual no hay diferencia estadística en los tratamientos en estudio, pero si diferencias en promedios, La dosis baja y dosis medias son las que sobresalen y tiene un impacto positivo.

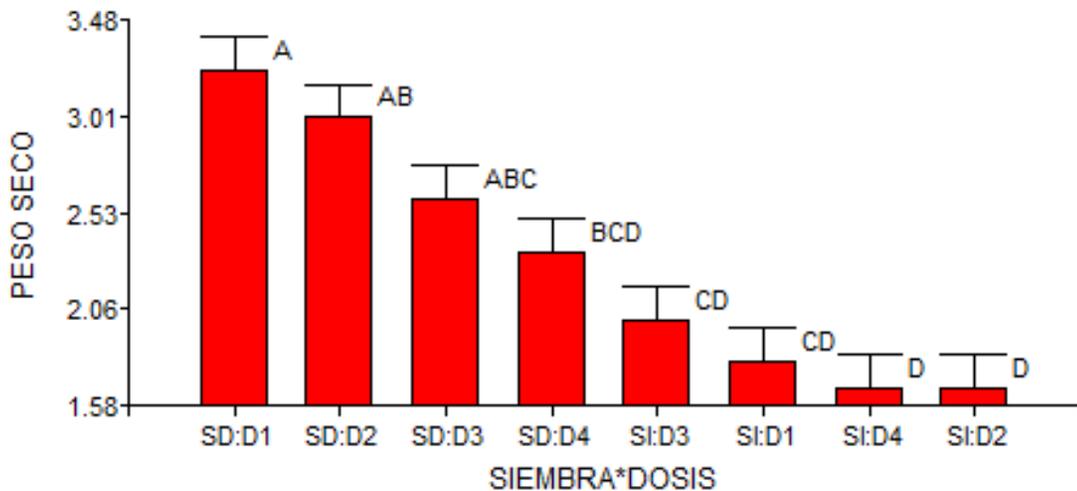
Tabla 32

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para tratamiento de peso seco de planta

SIEMBRA	DOSIS	Medias	n	E.E.	Significancia de Tukey						
					5%			1%			
SD	D1	3.23	3	0.16	A				A		
SD	D2	3.00	3	0.16	A	B			A	B	
SD	D3	2.60	3	0.16	A	B	C		A	B	C
SD	D4	2.33	3	0.16		B	C	D	A	B	C
SI	D3	2.00	3	0.16			C	D		B	C
SI	D1	1.80	3	0.16			C	D			C
SI	D4	1.67	3	0.16				D			C
SI	D2	1.67	3	0.16				D			C

Figura 23

Prueba de Tukey al 5% para tratamiento de peso seco de planta



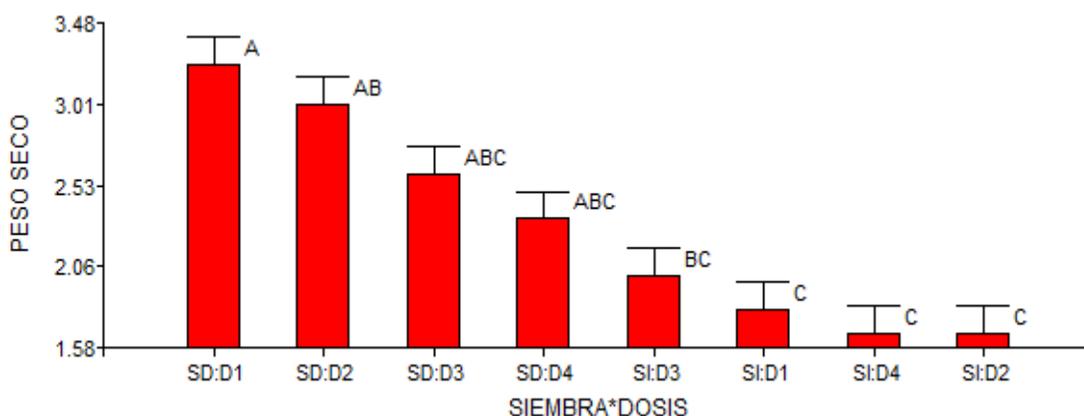
Al realizar la prueba de Tukey al 5% de significancia en la tabla 32 y figura 23 para el peso seco de planta, esta nos demuestra que se obtuvieron 4 grupos homogéneos.

- El grupo homogéneo A conformado el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 3.23 gr, siendo este el mejor tratamiento.

- El tratamiento 2 (siembra directa + dosis 2) pertenece al grupo homogéneo A y B, teniendo una media de 3.00 gr siendo la segunda mejor en esta variable.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 2.60 gr pertenece a los grupos homogéneos A, B y C.
- El tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) con una media de 2.33 gr pertenece a tres grupos homogéneos, B, C y D.
- El tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 2.00 y el tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1) con una media de 1.80 gr pertenecen al mismo grupo homogéneo C y D.
- Dentro del grupo homogéneo D se encuentran los siguientes tratamientos; T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media de 1.67 y T6 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 1.67 gr, estos son iguales estadísticamente y vienen a ser los peores tratamientos en cuanto a peso seco de planta.

Figura 24

Prueba de Tukey al 5% para tratamiento de peso seco de planta



Al realizar la prueba de Tukey al 1% de significancia en la tabla 32 y figura 24 para el peso seco de planta, esta nos demuestra que se obtuvieron 4 grupos homogéneos.

- El grupo homogéneo A conformado el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 3.23 gr, siendo el mejor tratamiento.
- El tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) pertenece al grupo homogéneo A y B, teniendo una media de 3.00 gr siendo la segunda mejor en esta variable.
- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 2.60gr y el tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) con una media de 2.33gr pertenecen a los grupos homogéneos A, B y C.
- El tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) con una media de 2.00 gr pertenece al grupo homogéneo B y C.
- Dentro del grupo homogéneo C se encuentran los siguientes tratamientos; el tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1) con una media de 1.80 gr, el tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4) con una media de 1.67 gr y T6 (siembra indirecta + dosis 2) con una media de 1.67 gr, estos son iguales estadísticamente y vienen a ser los peores tratamientos en cuanto a peso seco de planta.

Concluido con la interpretación de resultados para el peso seco de planta, con dos tipos de siembra y dosis de inoculación de micorriza en pino, se estableció que el mejor tratamiento es T1 (siembra directa + dosis 1) este tratamiento alcanzo un peso seco de 3.23 gr, siendo el de mayor media en esta variable, este tratamiento en resultados Tukey se posicionó en el grupo homogéneo A.

Mientras que Miranda (2023), al finalizar su análisis, menciona que los resultados si tienen diferencia significativa, siendo estos los tratamientos que tienen como factor a la siembra indirecta, tienen un peso seco mayor a los otros tratamientos.

Por otro lado, Ancco (2019), al finalizar su interpretación de resultados, menciona que hay dos grupos homogéneos, donde el tratamiento T1 que está conformado por micorriza comercial, el tratamiento T2 conformado por seta de hongo fermentado y T3 que es tierra micorrizada, pertenecen al mismo grupo homogéneo por lo cual estas vendrían a ser iguales estadísticamente.

Así mismo Vergara (2004), afirma que existe diferencia significativa en sus tratamientos en su investigación, donde el tratamiento T1 (Sclerodenna en granos de trigo), el peso máximo alcanzado por el tratamiento es de 3.8249 gr.

Finalmente, Iturriaga (2019), al finalizar su análisis de resultados, menciona que los tratamientos que tienen como primer factor a la variedad *Pinus radiata*, muestra superioridad estadística a los demás tratamientos, en cuanto a diferencias en promedio el mejor viene a ser el tratamiento T4 (*Pinus radiata* + inóculo de esporas aplicado a la semilla 100g) con un promedio de 1.05 gr.

En consecuencia, teniendo similitudes donde se demuestra que la inoculación de micorrizas en los plántones de pino presentó mejores valores en cuanto al peso seco de planta, es importante señalar que la dosis de inoculación y el método de siembra tienen efecto positivo en el peso seco de los plántones obtenidos en esta investigación.

6.3.5. Índice de calidad de Dickson

Tabla 33

Promedio de calidad de Dickson

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	B1	B2	B3	SUMA	PROMEDIO
T1	SD	D1	0.35	0.30	0.39	1.04	0.35
T2	SD	D2	0.35	0.25	0.29	0.88	0.29
T3	SD	D3	0.26	0.26	0.26	0.78	0.26
T4	SD	D4	0.28	0.24	0.18	0.70	0.23
T5	SI	D1	0.18	0.20	0.21	0.59	0.20
T6	SI	D2	0.19	0.18	0.23	0.59	0.20
T7	SI	D3	0.19	0.19	0.27	0.65	0.22
T8	SI	D4	0.18	0.17	0.20	0.55	0.18
SUMA			1.98	1.79	2.02		
PROMEDIO			0.25	0.22	0.25		

En la tabla 32 se observa los resultados de datos obtenidos mediante la fórmula de calidad de planta de Dickson, en cuanto al tratamiento el de mayor promedio viene a ser el tratamiento T1 y el de menor promedio es el tratamiento T8, en cuanto bloques, sus diferencias no son tan diferenciadas. Estos resultados pasan a análisis de varianza y a comparación de medias de Tukey al 5% y al 1% de significancia.

Tabla 34

Análisis de varianza de calidad de planta Dickson

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		Significancia
					5%	1%	
BLOQUE	4.30E-03	2	2.10E-03	1.9	0.1857	0.1857	NS NS
SIEMBRA	0.04	1	4.00E-02	37.1	<0.0001	<0.0001	* *
DOSIS	0.01	3	4.10E-03	3.66	0.039	0.039	* NS
SIEMBRA*DOSIS	0.01	3	4.00E-03	3.52	0.0434	0.0434	* *
ERROR	0.02	14	1.10E-03				
Total	0.09	23					

CV: 13.82%

Al realizarse el análisis de varianza (ANVA) al 5% y al 1% de significancia como se ve en la tabla 34 de los tratamientos evaluados para el peso seco de planta, la fuente de variación; siembra, y la interacción de siembra * dosis obtuvieron significancia por lo cual estas pasaran a comparación de medias, por otro lado, la fuente de variación dosis para 5% es significativo mientras que para 1% de significancia es no significativo, la fuente de variación bloque demuestra ser no significativa por lo cual se acepta la hipótesis nula. El ANVA está con un coeficiente de varianza de 13.82 %, lo cual indica la confiabilidad de los resultados.

Por otro lado, Miranda (2023), en el ANVA obtenido en su investigación para la variable de calidad de planta, solo la dosis de micorriza posee significancia y las otras fuentes de variación no muestran significancia, el coeficiente de variación del ANVA obtenido en su investigación es de 18.85 %.

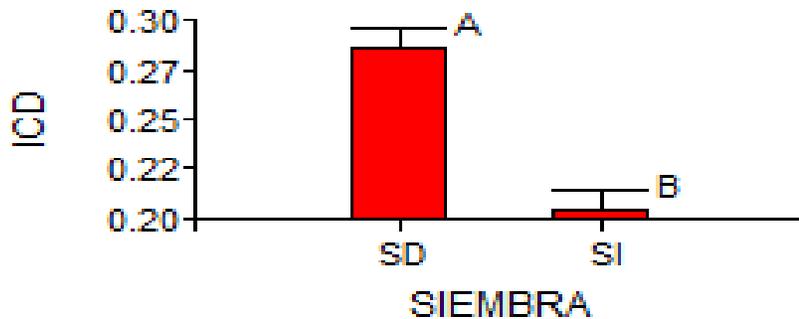
Tabla 35

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de calidad de planta

SIEMBRA	Medias	N	E.E.	Significancia de Tukey	
				5%	1%
SD	0.28	12	0.01	A	A
SI	0.2	12	0.01	B	B

Figura 25

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para método de siembra de calidad de planta



En la tabla 35 y figura 25 se observa que el método de siembra directa es estadísticamente superior al método de siembra indirecta. Donde la siembra directa alcanzó una media de 0.28 y la siembra indirecta alcanzó una media de 0.2. así mismo la siembra directa pertenece al grupo homogéneo A, por otro lado, la siembra indirecta pertenece al grupo homogéneo B, siendo la peor en cuanto a método de siembra.

Mientras que Miranda (2023), en cuanto a método de siembra, indica que estas no poseen significancia, pero se observa diferencias en los promedios numéricos, donde la siembra directa es ligeramente inferior a la siembra indirecta.

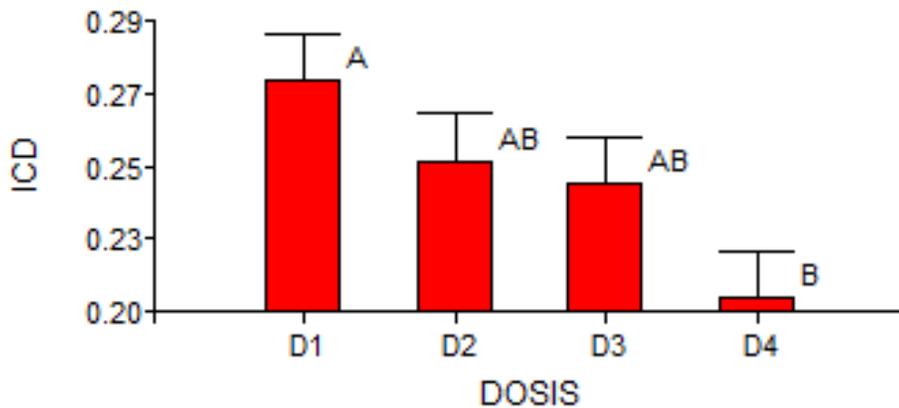
Tabla 36

Prueba Tukey al 5% y al 1% para dosis de inoculación de calidad de planta

DOSIS	Medias	N	E.E.	Significancia de Tukey		
				5%	1%	
D1	0.27	6	0.01	A	A	
D2	0.25	6	0.01	A	B	A
D3	0.24	6	0.01	A	B	A
D4	0.21	6	0.01		B	A

Figura 26

Prueba Tukey 5% para dosis de inoculación de calidad de planta



En la tabla 36 y figura 26, se puede observar que las dosis de aplicación D1 es superior, estadísticamente a las demás dosis, esta pertenece al grupo homogéneo A con una media de 0.27, la dosis de micorrización D2 y D3 son iguales estadísticamente, debido a que pertenecen tanto al grupo homogéneo A y B, sus medias son de 0.25 y 0.24. Finalmente, la dosis de micorrización D3, es la de menor media y pertenece al grupo homogéneo B, esta viene a ser la peor en cuanto a dosis de micorriza.

Así mismo, Miranda (2023), en los resultados de prueba de Tukey en su investigación, menciona que si existe diferencias significativas donde la dosis baja tiene un índice de calidad superior a las demás dosis, el promedio es de 0.015, mientras que las dosis media y alta tienen la misma media de 0.013, y el de menor calidad de planta es el testigo.

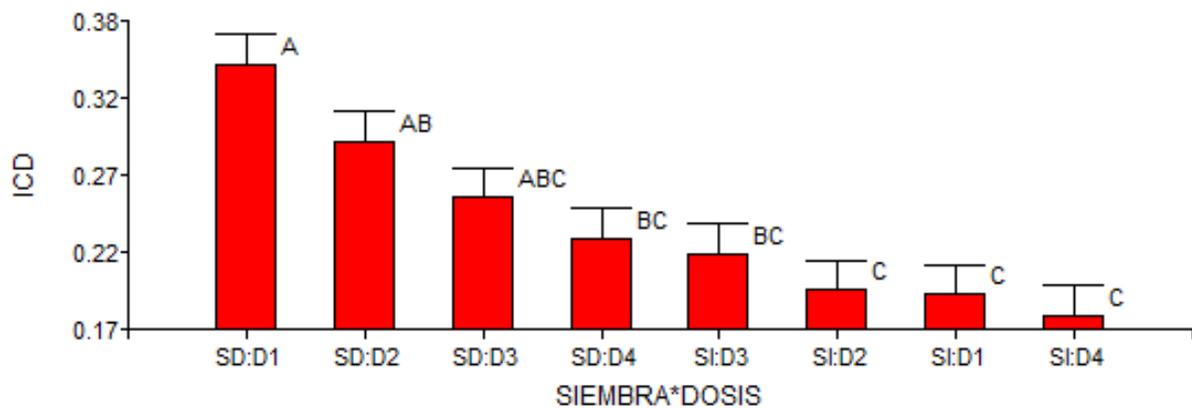
Tabla 37

Prueba de Tukey al 5% y al 1% para tratamiento de índice de calidad de Dickson

SIEMBRA	DOSIS	Medias	N	E.E.	Nivel de significancia				
					5%		1%		
SD	D1	0.35	3	0.02	A			A	
SD	D2	0.3	3	0.02	A	B		A	B
SD	D3	0.26	3	0.02	A	B	C	A	B
SD	D4	0.23	3	0.02		B	C	A	B
SI	D3	0.22	3	0.02		B	C		B
SI	D2	0.20	3	0.02			C		B
SI	D1	0.20	3	0.02			C		B
SI	D4	0.18	3	0.02			C		B

Figura 27

Prueba de Tukey al 5% para tratamiento de calidad de planta de Dickson



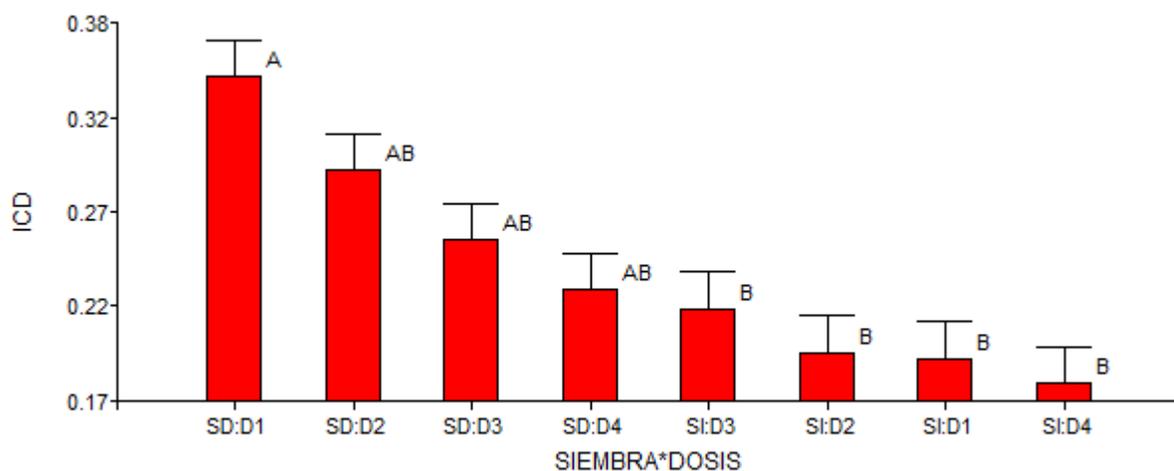
Al realizar la prueba de Tukey al 5% de significancia en la tabla 37 y figura 27 para el índice de calidad de planta de Dickson se obtuvieron 3 grupos homogéneos donde:

- El grupo homogéneo A está conformado por el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 0.35 este tratamiento siendo el mejor en cuanto a calidad de Dickson.
- El tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) con una media de 0.30 pertenece al grupo homogéneo A y B

- El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) pertenece al grupo homogéneo A, B y C, con una media de 0.26.
- El tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) y el tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3) pertenece al grupo homogéneo B y C, con promedios de 0.23 y 0.22
- Finalmente, los tratamientos T5 (siembra indirecta + dosis 1), T6 (siembra indirecta + dosis 2), T8 (siembra indirecta + dosis 4) pertenecen al grupo homogéneo C, siendo, los peores en cuanto a calidad de planta.

Figura 28

Prueba de Tukey al 1% para tratamiento de calidad de planta de Dickson



Al realizar la prueba de Tukey al 1% de significancia en la tabla 37 y figura 28 para el índice de calidad de planta de Dickson se obtuvieron 3 grupos homogéneos donde:

- El grupo homogéneo A está conformado por el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 0.35 este tratamiento siendo el mejor en cuanto a calidad de Dickson.
- El tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2) con una media de 0.30, El tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3) con una media de 0.26. El tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) con un promedio de 0.23, estos tratamientos pertenecen al grupo homogéneo A y B

- Finalmente, los tratamientos T7 (siembra indirecta + dosis 3) con promedio de 0.22, T5(siembra indirecta + dosis 1), T6 (siembra indirecta + dosis 2), T8(siembra indirecta + dosis 4) pertenecen al grupo homogéneo C, siendo, los peores en cuanto a calidad de planta.

Al culminar la interpretación de resultados para el índice de calidad de Dickson, con diferentes métodos de siembra y dosis de aplicación de micorriza comercial, se observa que el mejor tratamiento es T1 que pertenece al grupo homogéneo A, con una media de 0.35.

Por otro lado, Miranda (2023), en sus resultados de índice de calidad de Dickson para la interacción, menciona que no posee significancia debido a que los valores de ICD son similares y que estas no superan al valor mínimo o crítico que es 0.01, por lo cual, la dosis de micorriza y método de siembra en pino no posee impacto estadístico en esta variable de la investigación.

Mientras que, Moreto & Samaniego (2023), en cuanto al Índice de calidad de Dickson, indican que el T3 es el de mayor media en esta variable. El promedio es de 6.957.

En consecuencia, al obtenerse valores por encima de 0.15 en el cálculo del índice de calidad de Dickson, es importante señalar que la dosis de inoculación de micorrizas y los métodos de siembra, mejoran positivamente la calidad de plántones obtenidos en la investigación, los cuales tendrán un mejor desempeño en campo definitivo.

6.4. Costo de producción

Tabla 38

Costos de producción general por tratamiento.

TRATAMIENTO	SIEMBRA	DOSIS	COSTO
T1	SD	D1	S/ 5,113.80
T2	SD	D2	S/ 4,998.60
T3	SD	D3	S/ 4,883.40
T4	SD	D4	S/ 4,768.20
T5	SI	D1	S/ 5,161.80
T6	SI	D2	S/ 5,046.60
T7	SI	D3	S/ 4,931.40
T8	SI	D4	S/ 4,816.20
SUMA			S/ 38,906.10
PROMEDIO			S/ 4,863.26

En la tabla 38 se observa los costos de producción por tratamientos, donde el costo promedio de producción es de S/ 4 863.3, donde el tratamiento T5 posee un costo superior a los demás tratamientos con un costo de S/ 5,161.80. Los tratamientos de menos costo de producción son T4 con un costo de S/ 4,768.20 y T8 con un costo de S/ 4.816.20 donde estos no tienen muchas diferencias en costo, donde se observó que la diferencia de costos es debido a un mayor uso de dosis de micorrización y un mayor uso de mano de obra para ciertas actividades.

Así mismo, Miranda (2023), menciona que los tratamientos T1 y T4 tienen costos que varían entre S/ 2,237.44 y S/ 2,259.52 y por otro lado los costos de producción para la siembra indirecta son de S/ 2.264 y S/ 2,286.09.

En Iturriaga (2019), menciona que el de mayor costo de producción en es el tratamiento T7 con un costo de S/ 6,741.30, y el de menor costo es el tratamiento T9 con un costo de S/ 5,591.30, estos vienen a ser los costos en cuanto al pino (*Pinus radiata*).

VII. CONCLUSIONES

1. Al finalizar la comparación e interpretación de resultados, en cuanto al comportamiento agronómico de esta especie se determinó que el porcentaje de germinación general es de 94% siendo está bastante alta por la calidad de semilla utilizada. En cuanto a porcentaje de supervivencia de plantas de pino se obtuvo un 87.69% de supervivencia general, mientras que para el análisis varianza con una significancia de 0.05 y 0.01 los resultados muestran ser no significantes. Para la variable altura de planta el mejor tratamiento fue ser el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) alcanzando una altura de 33.37 cm. En la variable diámetro de tallo, el de mejor diámetro es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) alcanzando un diámetro de 4.93 mm. La variable longitud de raíz, el de mayor longitud es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 32.33 cm. La variable de peso húmedo de planta, el de mayor peso húmedo es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 13.12 gr. La variable peso seco, el de mayor peso seco es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) con una media de 3.23 gr.
2. Al realizarse el análisis y comparativo de los valores en cuanto a la variable índice de calidad de planta de Dickson, el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1) es el que demostró tener una mejor calidad de planta, alcanzando un promedio de 0.35, lo cual nos indica que se obtuvieron plantas vigorosas que tendrán una buena adaptación en campo definitivo. Los tratamientos que obtuvieron valores mínimos fueron: T5(siembra indirecta + dosis 1), T6 (siembra indirecta + dosis 2), T8(siembra indirecta + dosis 4).
3. Al realizar una evaluación de los costos de producción de los tratamientos en estudio se obtuvo que el mayor costo de producción es del tratamiento (Siembra indirecta + Dosis 1) con un monto de S/. 5161,80 nuevos soles, mientras que el que obtuvo un menor costo de

producción fue el tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4) con un monto de S/. 4,768.20 nuevos soles.

Por lo tanto, el tipo de siembra y la dosis de inoculación de micorriza comercial influyen en el comportamiento agronómico, la producción de plántones y en la calidad de planta, debido a que los tratamientos sí muestran diferencias significativas en todas las variables evaluadas, el tratamiento que sobresalió en todas las variables es el tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1).

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda principalmente la aplicación de las micorrizas en la producción de plantones de pino en vivero, las cuales brindan enormes beneficios, para así obtener una buena calidad de plantones que tendrán un mejor comportamiento en campo definitivo.
- Se recomienda realizar más estudios o investigaciones con las variables evaluadas en otras especies forestales, tomando en cuenta la variable de la calidad de planta.
- Se recomienda continuar las evaluaciones en distintas etapas de desarrollo de la planta, ya sea en fase de recría en vivero o en fase de crecimiento en campo definitivo.
- Se recomienda aplicar o ensayar estos resultados en una producción a mayor escala.
- Se recomienda hacer nuevas investigaciones en esta especie forestal, con el uso de nuevas tecnologías disponibles las cuales pueden ser diferentes sustratos, envases, manejo o especies diferentes de micorrizas que afecten positivamente en el comportamiento agronómico y en la calidad de plantas obtenidas.
- Se recomienda la adecuada desinfección del sustrato, para así prevenir enfermedades como la chupadera fungosa. También se recomienda proteger bien los germinadores de los roedores, dado que estos buscan las semillas para alimentarse.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Ancco, Y. (2019). *EVALUACIÓN DEL INOCULO MICORRIZAL DEL HONGO (Boletus edulis) EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE PINO (Pinus radiata D. Don) EN ANDAHUAYLAS*. Andahuaylas .
- Bakshii, B. (1974). *Mycorrhizae. Forest Research Institute and College. India*.
- Barrio, M., Castedo, F., Majada, J., & Hevia, A. (2008). *Manual basico de la poda y formacion de los arboles forestales* .
- Bernaola, R., Clemente, G., & Vilcapoma, M. (2022). *Indicadores morfológicos de la calidad de cinco especies forestales producidos en vivero*. 6.
- Bianco, C., Kraus, T., & Vegetti, A. (2004). *LA HOJA Morfología externa y anatomia* . litoral: Universidad Nacional de Río Cuarto y Universidad Nacional del Litoral.
- Blume, H. (. (2002). *Bosques y forestas (1.a edicion)* . Tursen S.A.
- Campos, J., & Arregui, A. (2010). *Boletus edulis: Manual de buenas prácticas y guía de setas de Guadalajara 1.a edicion*. Guadalajara.
- Cuba, L. (2014). *Respuesta Del Pino (Pinus Radiata D. Don.) A La Aplicación De Suelo Micorrizado Y Dos Tipos De Sustrato En Etapa De Vivero En La Estación Experimental De Cota Cota – La Paz*. tesis de Grado , La Paz.
- Cusco en portada, a. (21 de marzo de 2024). *Gore Cusco impulsa campaña forestal 2024-2025 con más de 6 millones de plantones en Espinar y Chumbivilcas*. Cusco en Portada. Obtenido de <https://www.cuscoenportada.com/gore-cusco-impulsa-campana-forestal-2024-2025-con-mas-de-6-millones-de-plantones-en-espinar-y-chumbivilcas>

- Delgado , A., & Piñeiro, A. (1997). *Avance de estudios taxonómicos de la micobiota en diferentes habitas del estado Zulia y Venezuela XV congreso venezolano de fitopatología. Maracaibo- Venezuela.*
- Díaz, G. (2004). *Utilización de micorrización controlada en la reforestación de un suelo agrícola con Pinus carrasco, III congreso latinoamericano de micología, Murcia, España.*
- Etayo, M., & De Miguel, A. (1998). *Estudio de las ectomicorrizas en una trufera cultivada situada en Olóriz. Publ. Biol. Universidad de Navarra, Pamplona, España.*
- Fernández, A., & Sarmiento, A. (2004). *El pino radiata (Pinus radiata): Manual de gestión forestal sostenible. Junta de Castilla y León.*
- Gómez, M. (2017). *CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE PINO (Pinus radiata) BAJO LA ACCIÓN DEL EXTRACTO DE HONGOS MICORRIZICOS (Boletus edulis) EN CONDICIONES DE VIVERO CHUQUIBAMBILLA - GRAU - APURÍMAC. Grau.*
- González, K. (1995). *Tipos de envases en viveros forestales. In: Viveros forestales. Publicación especial No. 3. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP-SAGARPA. México, D. F.*
- Halling, R. (s.f.). *Ectomycorrhizae: co-evolution, significance and biogeography. Ann. Missouri Bot. Gard. .*
- Hoffmann, A. (1983). *el arbol urbano en chile . Fundacion claudio Gay.*
- Hurtado, F. (2006). *Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural. Cusco, Perú: Editorial Universitaria.*

- Iturriaga, J. (2019). *COMPARATIVO DE APLICACIÓN DE MICORRIZA (Suillus luteus) EN PINO (Pinus radiata D. Don y Pinus patula Schl et Cham), EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO*. tesis de grado, Cusco.
- Mead, D. (2013). *Sustainable management of Pinus radiata plantations* FAO Forestry Paper No. 170. Rome, FAO.
- Melgarejo, R. (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 para optar título profesional de ingeniero agronomo , UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, Moquegua.
- Mikola, P. (2005). *Forestación de Zonas Razas*. Departamento de silvicultura.
- Miranda, G. (2023). *Aplicación De Micorriza Comercial En Dos Tipos De Siembra De Pino (Pinus Radiata D. Don) En Condiciones De Vivero Municipal Deldistrito De Anta – Cusco*. Tesis para optar título profesional , Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.
- Moreto, A., & Samaniego, O. (2023). *EFFECTO DE LAS MICORRIZAS Y FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE Pinus radiata D. Don EN EL VIVERO FORESTAL DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHIRINOS- CAJAMARCA*. tesis de grado, Cajamarca.
- 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 – Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)., Amazonas.

- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Arelis, T. (2014). *Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú*. Amazonas.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Arelis, T. (2014). *Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú*. Amazonas.
- Ortega , U., Rodríguez , N., González , C., & Álvarez , M. (2001). *Estudio de la calidad de plantas de Pinos en envase. (Vol.3) Congreso forestal, Andalucía, España: Consejería de medio ambiente*.
- Peña, M. (2010). *Ensayos de micorrización en Pinus radiata D. Don, utilizando el hongo Tuber magnatum Pico. (Trabajo de investigación) Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis. Valdivia-Chile*.
- Peñuelas , J., & Ocaña , L. (2000). *Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España*.
- Prieto, R., Vera , G., & Merlín , E. (2003). *Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. (Folleto Técnico Núm. 12.) Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, Dgo. México. 24 p. .*
- PRONAMACH. (1998). *Aspectos fitosanitarios y micorrizicos en viveros forestales en la Sierra Peruana 1996 - 1997. Proyecto Forestería en Microcuencas Altoandinas del Pronamachs Femap FAO/GCP/033/Net-Donación del Gobierno del Reino de los países Bajos Holanda. Perú*.

- Resources Institute, W. (2025). *Global Forest Watch: Perú dashboard*. Global Forest Watch.
- Obtenido de Global Forest Watch: Perú dashboard. Global Forest Watch.:
<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/PER/>
- Rey Pazos, A. (2009). *Fungos de Gallaecia y Norte de Lusitania: Definición y posición taxonómica del Boletus*. Galicia .
- Reyna, S. (1992). *La Trufa. Agroguías. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid - España.* .
- Rodriguez, S. (2005). *Crecimiento del arbolado, producción de pasto y efectos edáficos en sistemas agroforestales de la provincia de Santiago*. Universidad de Santiago de Compostela. Obtenido de
https://www.google.com.pe/books/edition/Crecimiento_del_arbolado_producci%C3%B3n_de/RFH055MTupsC
- Rodríguez, T. (2008). *Indicadores de calidad de planta forestal*. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México.
- Rojas, J. (2001). *Inventario de pinos y georreferencia*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/miguelpacsiachahui/inventario-de-pinos-y-georreferenciapdf>
- Romero, W. (2023). *COMPARATIVO DE TRES SUSTRATOS Y DOS FUENTES DE MICORRIZA EN LA PRODUCCIÓN DE PINO (Pinus radiata D. Don) EN BANDEJAS BAJOCONDICIONES DEL VIVERO AGROFORESTAL K'AYRA, SAN JERÓNIMOCUSCO*. Cusco .

- Sáenz , R., & Lindig, C. (2015). *Evaluación y Propuestas para el Programa de Reforestación en Michoacán. Ciencia Nicolaita. No. 37. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. México.*
- Sáenz, J., Villaseñor, H., Muñoz, H., Rueda, A., & Prieto, J. (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Michoacán, México: SAGARPA / INIFAP / CIRPAC.*
- Schmidt, H., Schlatter, J., Olivares, B., Amtmann, C., Fernandez, F., & Moraga, J. (1977). *Bosque. Universidad Austral de Chile: Universidad Austral de Chile.*
- Schmidt, H., Schlatter, J., Olivares, B., Amtmann, C., Fernandez, F., & Moraga, J. (1977). *Bosque . Universidad Austral de Chile .*
- Sigala, R. (2013). *Efecto del manejo y calidad de planta en vivero, en la supervivencia y crecimiento de Pinus pseudostrobus lindl. En sitios de baja productividad (tesis de maestría)-Linares, Nuevo León, México.*
- Smith-Ramírez, C., Armesto, C., & Valdovinos, C. (2005). *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. doi:Editorial Universitaria*
- Vergara, K. (2004). *Respuesta del inóculo 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 , Lima.*

X. ANEXOS

10.1. Análisis de sustrato

Anexo 1

Análisis de sustrato

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD CARACTERIZACION Y OTROS ANALISIS

PROCEDENCIA DE MUESTRA : POTRERO TURPAY, C.A. K'AYRA, SAN JERONIMO CUSCO - CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : MIKI JOEL HUARCAYA PECEROS.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/ C.E.	pH	% CaCO3	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P2O5	ppm K2O
01	SUSTRATOS	0.94	7.94	0.00	5.82	0.29	21.3	675

ANALISIS FISICO MECANICO :

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	SUSTRATOS	0.00	49	30	21	FRANCO

CUSCO, 13 DE OCTUBRE DEL 2023.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS
Ing. Federico Hualpa Lima
ADMINISTRADOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS
FAUSTO YAPURA CONDORI
ANALISTA EN QUÍMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTA

10.2. Fichas técnicas de los productos utilizados

Boletus edulis

MICO Spora

Boletus edulis

El producto MICOSPORA es un inóculo micorrízico de boletus en formato polvo para asegurar una adecuada conservación. Están compuestos por esporas y sustratos orgánicos e inorgánicos que apoyan la micorrización. Estos productos están diseñados para ser mezclados con agua y aplicarlos sobre el suelo en árboles adultos preexistentes con la finalidad de producir setas comestibles

Además de potenciar la producción de setas, la micorrización hace que los árboles resistan mejor las condiciones de estrés, y que tengan un mayor y mejor crecimiento

Formato

Bolsa de 100 y 200 g de inóculo en polvo

Dosis

Indicado para 12 y 50 árboles respectivamente

Composición

Esporas y compuestos cuidadosamente seleccionados para apoyar la germinación de la spora y el establecimiento de la micorriza

¿Cuándo aplicarlo?

Se recomienda aplicar el inóculo al comienzo del otoño y/o en los meses de primavera

¿En qué especies?

Castaños, robles, encinas, alcornoques, abedules, hayas, pinos y abetos



Recomendaciones

Aplicar sobre plantas de 8 a 30 años de edad. Se debe podar para favorecer la entrada de luz y así fomentar la fructificación de las setas.

En caso de sequía prolongada durante las dos semanas siguientes a la inoculación se recomienda humedecer los puntos de micorrización.

No aplicar fungicidas ni abonos muy ricos en fósforo que puedan interferir en la micorrización. No arar las zonas micorrizadas en los años siguientes.



Tiempo de producción

Los plazos son flexibles. Es complejo definirlos debido a que influyen una multitud de factores (orientación, tipo de terreno, temperatura, humedad, vegetación, competencia con otros hongos...). No obstante, se establece que en condiciones óptimas las primeras setas se empezarán a recolectar a los 2 - 3 años.



Conservación

Guardar en un espacio fresco y seco, hasta 2 años desde su recepción. Una vez disuelto emplear en el momento.



INSTRUCCIONES

Inoculo micorrízico en polvo

Mico garden

www.hifasforesta.com



10.3. Datos y promedios del registro de campo

Tabla 39

Evaluación del porcentaje de germinación

		TRATAMIENTOS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	PROMEDIO
1º Evaluación	B1	0.5	0	1	1	1	0.5	0.5	1	0.69
	B2	1	1	1	0	1.5	0.25	1	1	0.84
	B3	0	1.25	1	0.5	2	0	0.75	1	0.81
	PROMEDIO	0.5	0.75	1	0.5	1.5	0.25	0.75	1	0.78
2º Evaluación	B1	10	23	27	19.75	13	23	17	13	18.22
	B2	20	12	24	18	19	18.75	20	25.5	19.66
	B3	15	13.75	12	17	16	19	19.25	20	16.50
	PROMEDIO	15	16.25	21	18.25	16	20.25	18.75	19.5	18.13
3º Evaluación	B1	60	43	57	58	59	43	52	60	54.00
	B2	53.5	54	48.5	52	49	47	63	46	51.63
	B3	59	45.5	52	43	54	54	50.75	54.5	51.59
	PROMEDIO	57.5	47.5	52.5	51	54	48	55.25	53.5	52.41
4º Evaluación	B1	87	93	87	83	87	90	84	92	87.88
	B2	92	84.5	89	95	93	80	79.5	88	88.07
	B3	80.5	84	91	83	84	96.25	96	90	88.09
	PROMEDIO	86.5	88.5	89	87	88	88.75	86.5	90	88.03
5º Evaluación	B1	94	94	92	95	96	93	91.5	93	93.56
	B2	95	94.5	94	94.75	97	92.5	92	91	93.84
	B3	96	95	93	96	96.5	93.5	94	92.75	94.59
	PROMEDIO	95	94.5	93	95.25	96.5	93	92.5	92.25	94.00

Tabla 40

Promedio de las evaluaciones de altura de planta

Tratamiento								Fecha de evaluación
T1 (SDD1)	T2 (SDD2)	T3 (SDD3)	T4 (SDD4)	T5 (SID1)	T6 (SID2)	T7 (SID3)	T8 (SID4)	
7.0	6.4	7.0	6.5	5.8	5.7	5.9	5.6	15/07/2022
8.4	7.7	8.1	7.7	7.3	7.2	7.1	6.7	15/08/2022
11	10.3	10.4	10.1	9.4	9.3	9.2	8.9	15/09/2022
16.1	14.7	14.0	13.0	13.2	12.5	12.2	11.8	15/10/2022
21.9	19.8	19.3	15.9	17.7	17.0	17.0	15.5	15/11/2022
33.4	31.2	30.2	24.5	28.6	24.9	25.1	22.5	15/12/2022

Tabla 41

Promedio de las evaluaciones de diámetro de tallo para cada evaluación

Tratamiento								Fecha de evaluación
T1 (SDD1)	T2 (SDD2)	T3 (SDD3)	T4 (SDD4)	T5 (SID1)	T6 (SID2)	T7 (SID3)	T8 (SID4)	
1.89	1.78	1.79	1.73	1.53	1.49	1.49	1.5	15/07/2022
2.12	2.03	2.02	1.98	1.75	1.73	1.72	1.71	15/08/2022
2.45	2.37	2.33	2.21	2.09	2.06	2.06	1.97	15/09/2022
2.91	2.73	2.67	2.51	2.47	2.36	2.37	2.24	15/10/2022
3.59	3.1	3.15	2.84	2.89	2.74	2.8	2.56	15/11/2022
4.9	4.3	4.0	3.8	3.6	3.5	3.4	3.4	15/12/2022

Tabla 42

Evaluación individual de altura de planta

NUMERO DE PLANTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	
BLOQUE I	T1	33	32	34	36	35	34	39	32	35	39	37	34	33	34	35	34	33	34	35	33	34.6
	T2	31	32	33	30	34	38	36	31	32	36	34	31	32	33	32	31	34	32	33	34	33.0
	T3	27	28	32	31	34	26	28	27	29	30	27	34	35	28	25	27	36	27	26	28	29.3
	T4	24	23	25	26	26	24	23	24	25	24	23	25	24	25	24	23	22	26	27	26	24.5
	T5	26	27	28	30	29	27	29	28	28	29	28	28	29	28	29	30	29	30	31	29	28.6
	T6	24	23	24	25	24	25	24	25	24	26	24	23	24	25	24	23	24	22	24	25	24.1
	T7	24	24	23	24	25	24	23	24	26	25	26	24	23	24	25	24	23	24	22	24	24.1
	T8	21	22	20	22	21	22	20	23	23	24	21	22	23	24	22	21	24	20	23	21	22.0
BLOQUE II	T1	31	33	32	31	34	35	32	31	33	30	31	33	34	32	31	33	34	32	33	32	32.4
	T2	28	29	31	32	30	29	30	35	28	30	31	29	34	31	30	34	28	31	30	29	30.5
	T3	28	29	30	34	29	28	29	27	31	30	29	28	31	30	29	28	27	29	30	31	29.4
	T4	24	23	26	24	25	24	26	25	24	22	24	23	26	24	23	22	24	25	24	23	24.1
	T5	30	31	29	28	29	31	30	29	30	29	31	28	29	30	31	29	30	31	32	30	29.9
	T6	26	27	24	26	25	24	26	27	26	24	25	26	24	23	24	27	26	28	29	26	25.7
	T7	25	24	26	25	27	26	24	25	26	27	26	27	24	25	26	27	28	26	25	26	25.8
	T8	22	21	24	23	23	25	24	22	23	21	22	23	24	23	22	21	22	23	22	21	22.6
BLOQUE III	T1	32	33	34	35	32	33	35	34	33	32	33	34	32	32	33	33	34	35	32	33	33.2
	T2	27	28	30	29	31	34	29	28	29	28	29	28	27	30	35	35	31	32	30	31	30.1
	T3	30	31	32	33	31	35	33	30	32	33	32	31	32	30	32	31	33	34	32	33	32.0
	T4	24	25	26	27	27	24	25	25	22	24	23	26	25	26	23	24	25	26	25	26	24.9
	T5	26	28	27	29	28	27	26	25	28	27	28	29	28	26	27	28	29	28	27	26	27.4
	T6	23	24	25	26	25	26	24	23	26	26	23	24	25	26	25	26	27	26	25	24	25.0
	T7	25	23	26	27	28	26	25	24	26	27	23	26	25	26	24	23	26	27	26	27	25.5
	T8	22	23	21	24	23	25	22	24	23	21	22	23	24	25	23	22	21	23	24	23	22.9

Tabla 43

Evaluación individual de diámetro de tallo

NUMERO DE PLANTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	
BLOQUE I	T1	4.38	5.6	4.43	6.34	4.2	5.4	4.11	4.12	4.41	5.7	4.26	5.3	4.3	4.38	4.18	5.6	4.32	5.2	4.17	4.14	5.1
	T2	4.41	4.31	4.3	4.03	4.17	4.2	4.36	4.28	4.19	4.16	4.21	4.27	4.32	4.14	4.15	4.26	4.38	4.24	4.09	4.32	4.5
	T3	3.85	4.05	3.87	3.98	3.65	3.96	3.85	4.16	3.92	3.77	4.02	3.82	3.88	3.86	3.73	3.82	3.91	3.77	3.88	3.83	3.9
	T4	3.38	3.7	4.24	4.08	3.48	3.93	4.06	3.95	3.42	3.38	3.7	3.77	3.85	3.4	4.04	3.64	3.87	4.03	3.86	3.87	3.8
	T5	3.5	3.43	3.37	3.55	3.66	3.57	3.65	3.54	3.48	3.51	3.37	3.44	3.57	3.4	3.51	3.43	3.46	3.4	3.59	3.52	3.5
	T6	3.37	3.05	3.55	3.23	3.66	3.4	3.05	3.62	3.63	3.47	3.59	3.66	3.5	3.05	3.39	3.27	3.1	3.09	3.36	3.32	3.4
	T7	3.15	3.35	3.08	3.25	3.33	3.12	3.17	3.29	3.08	3.33	3.17	3.33	3.21	3.36	3.16	3.23	3.2	3.26	3.16	3.27	3.2
	T8	3.47	3.38	3.3	3.29	3.03	3.19	3.07	3.27	3.29	3.22	3.21	3.11	3.22	3.05	3.04	3.09	3.18	3.09	3.23	3.19	3.2
BLOQUE II	T1	4.03	4.36	4.3	4.15	4.2	4.38	4.33	4.35	4.3	4.18	4.21	4.23	4.12	4.27	4.13	4.21	4.15	4.12	4.15	4.14	4.7
	T2	3.92	3.74	4.17	4.07	4.2	4.18	4.07	3.97	4.09	4.18	4.12	3.92	4.17	4.03	4.19	4.13	4.01	4.16	4.09	4.19	4.4
	T3	4.13	4.02	3.8	4.14	4.19	4.2	4.09	4.03	4.18	4.04	3.96	4.17	4.01	4.05	4.09	3.95	3.98	3.92	4.01	3.95	4
	T4	3.8	3.96	3.35	4.28	4.07	3.54	3.7	3.76	3.93	4.2	3.75	4.15	3.85	4.18	3.82	3.75	3.82	4.13	3.43	4.27	3.9
	T5	3.41	3.7	3.99	3.5	3.78	3.67	3.97	3.83	3.42	3.57	3.82	3.63	3.83	3.87	3.5	3.5	3.81	3.69	3.69	3.53	3.7
	T6	3.48	3.7	3.73	3.36	3.61	3.49	3.78	3.43	3.45	3.72	3.62	3.46	3.42	3.44	3.73	3.64	3.79	3.73	3.73	3.48	3.6
	T7	2.99	3.09	3.17	3.5	3.19	3.21	3.31	3.32	3.22	3.16	3.48	3.04	3.48	3.08	3.01	3.14	3.06	3.04	3.27	3.4	3.2
	T8	3.1	3.22	3.36	3.24	3.15	3.3	3.28	3.42	3.19	2.99	3.23	3.31	3.26	3.16	3.03	3.03	3.12	3.12	3.02	3.17	3.8
BLOQUE III	T1	4.26	4.11	4.72	4.36	4.45	4.4	4.25	4.7	4.29	4.3	4.66	4.18	4.16	4.66	4.32	4.14	4.63	4.41	4.44	4.35	5
	T2	3.7	4.18	3.75	4.04	4.15	3.92	3.91	4	4.15	3.92	4.11	3.71	4.18	4.05	4.1	4.09	4.12	3.77	3.74	4.08	4
	T3	3.8	4.7	3.8	4.48	3.86	4.65	4.24	4.58	4.04	4.05	3.95	4.38	3.91	3.89	4.25	3.86	4.25	4.01	4.58	4.01	4.2
	T4	3.68	3.75	3.86	3.73	3.92	3.56	3.26	3.18	3.82	3.33	4.01	4	4.02	3.06	3.75	2.98	3.67	3.21	3.83	3.81	3.6
	T5	3.95	3.9	3.7	3.69	3.1	3.77	3.83	3.27	3.65	3.79	3.58	3.86	3.94	3.78	3.66	3.93	3.85	3.32	3.46	3.92	3.7
	T6	3.68	3.16	3.27	3.52	3.47	3.66	3.3	3.23	3.61	3.65	3.62	3.57	3.44	3.32	3.57	3.28	3.65	3.53	3.52	3.67	3.5
	T7	3.75	4.23	3.43	4	3.8	3.69	3.97	3.99	3.49	3.47	3.77	4.16	3.95	4.21	3.52	3.66	4.11	3.45	3.83	3.9	3.8
	T8	3.55	2.88	2.82	3.62	3.15	3.08	3.06	2.8	3.25	3.06	2.99	2.85	3.38	3.22	3.04	3.15	3.47	2.89	3.55	2.87	3.1

Tabla 44

Evaluación de longitud de raíz

NUMERO DE PLANTA		1	2	3	4	5	Promedio
BLOQUE I	T1	30	31	34	33	32	32
	T2	30	29	31	28	32	30
	T3	25	24	27	28	26	26
	T4	26	28	29	27	25	27
	T5	29	28	27	24	26	26.9
	T6	27	25	26	28	27	26.7
	T7	28	27	25	26	26	26.5
	T8	24	21	22	22	23	22.4
BLOQUE II	T1	30	32	30	31	32	31
	T2	29	30	26	29	26	28
	T3	28	26	27	26	28	27
	T4	25	21	13	22	23	20.8
	T5	24	26	27	24	22	24.6
	T6	24	22	20	21	22	21.8
	T7	20	21	22	23	20	21.2
	T8	20	18	18	20	22	19.6
BLOQUE III	T1	31	30	29	31	30	34
	T2	24	25	28	26	25	29
	T3	24	26	25	28	26	25.8
	T4	18	20	22	20	18	19.6
	T5	20	22	24	22	24	22.4
	T6	18	19	20	21	20	19.6
	T7	24	22	29	20	21	23.2
	T8	19	21	18	20	19	19.4

Tabla 45

Evaluación del peso húmedo de planta

NUMERO DE PLANTA		1	2	3	4	5	Promedio
BLOQUE I	T1	15	13.9	12.5	14.3	14	13.95
	T2	13	11	13	12	11	12
	T3	9	10	9	9	8	9
	T4	9	7.4	8	10	8	8.47
	T5	8	9.6	8	7.3	7.1	8
	T6	7.3	9	8	8.7	7	8
	T7	6.4	7	6.1	6.5	7	6.6
	T8	4.8	5	5.9	6	5	5.34
BLOQUE II	T1	13.7	11.2	14.5	12.2	10.4	12.4
	T2	9.4	10.6	11.3	9.3	10.4	10.2
	T3	10.2	9.6	8.7	8.8	7.7	9
	T4	9.1	6.1	8.9	8.9	10.8	8.76
	T5	5	6.5	6	7.4	7.1	6.4
	T6	6.2	5.2	5	6.8	8.4	7
	T7	4	6.6	4.7	5.3	4.4	5
	T8	5	4.8	5.1	4.6	5.4	5.4
BLOQUE III	T1	12.2	15	15.3	12.5	11.4	13
	T2	8.9	8.8	9.9	11.1	9.8	10.4
	T3	10.4	9.1	14.2	10.4	14.6	11.74
	T4	7.3	9	7.4	7.4	6.4	8.5
	T5	5.6	6.9	5.7	7.4	5.3	7
	T6	7.5	7.5	7.2	7.7	5.8	7.14
	T7	11.1	9.3	7.5	8.3	7	8.64
	T8	11.9	5.9	5.6	6.6	6.3	7.26

Tabla 46

Evaluación de peso seco de planta

NUMERO DE PLANTA		1	2	3	4	5	Promedio
BLOQUE I	T1	3.5	3.2	3.5	3.7	3.6	3.5
	T2	3.1	3.4	3.33	4.3	3.9	3.6
	T3	2.4	2.3	2.9	2.8	2.6	2.6
	T4	2.7	2.2	2.4	2.8	2.4	2.5
	T5	2	1.8	1.3	1.89	1.5	1.7
	T6	1.2	1.7	1.5	1.5	1.6	1.5
	T7	1.7	1.3	1.8	1.9	1.8	1.7
	T8	1.4	1.6	1.8	1.9	1.8	1.7
BLOQUE II	T1	3.1	2.9	2.8	3	2.7	2.9
	T2	2.9	2.1	2.2	2.2	2.1	2.6
	T3	2.6	2.4	2.4	2.6	2.5	2.5
	T4	2.5	2.6	2.2	2.4	2.3	2.4
	T5	1.5	1.9	2.1	2	1.4	1.8
	T6	1.6	1.2	1.3	1.1	1.3	1.3
	T7	1.9	1.7	1.8	1.6	2	1.8
	T8	1.4	1.6	1.3	1.1	1.1	1.3
BLOQUE III	T1	3.2	3.3	3.5	3.2	3.3	3.3
	T2	2.6	3.1	3	2.5	2.8	2.8
	T3	3.7	2.4	2.3	2.2	2.9	2.7
	T4	2.4	2.3	2.2	1.8	1.8	2.1
	T5	2	1.8	1.8	1.3	1.6	1.7
	T6	2.1	1.6	2.2	1.9	2.2	2
	T7	1.8	2.1	3.2	2.8	2.1	2.4
	T8	1.6	1.8	2	1.7	1.9	1.8

Tabla 47

Evaluación del índice de calidad de Dickson

NUMERO DE PLANTA		1	2	3	4	5	Promedio
BLOQUE I	T1	0.34	0.35	0.33	0.36	0.36	0.35
	T2	0.34	0.36	0.34	0.35	0.35	0.35
	T3	0.28	0.26	0.27	0.24	0.25	0.26
	T4	0.28	0.3	0.27	0.24	0.29	0.28
	T5	0.2	0.19	0.2	0.17	0.16	0.18
	T6	0.19	0.2	0.18	0.19	0.21	0.19
	T7	0.21	0.2	0.18	0.17	0.21	0.19
	T8	0.18	0.2	0.19	0.18	0.17	0.18
BLOQUE II	T1	0.32	0.29	0.33	0.31	0.27	0.3
	T2	0.23	0.28	0.27	0.25	0.24	0.25
	T3	0.27	0.26	0.27	0.24	0.25	0.26
	T4	0.24	0.26	0.25	0.24	0.23	0.24
	T5	0.2	0.19	0.2	0.17	0.22	0.2
	T6	0.18	0.2	0.17	0.19	0.18	0.18
	T7	0.2	0.2	0.18	0.17	0.21	0.19
	T8	0.16	0.19	0.17	0.18	0.17	0.17
BLOQUE III	T1	0.4	0.38	0.41	0.36	0.38	0.39
	T2	0.3	0.27	0.27	0.35	0.27	0.29
	T3	0.27	0.26	0.25	0.26	0.25	0.26
	T4	0.18	0.18	0.19	0.2	0.17	0.18
	T5	0.2	0.22	0.2	0.23	0.2	0.21
	T6	0.24	0.22	0.23	0.23	0.21	0.23
	T7	0.27	0.29	0.27	0.28	0.26	0.27
	T8	0.22	0.2	0.19	0.18	0.19	0.2

Tabla 48

Costo de producción del tratamiento T1 (siembra directa + dosis 1)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	Kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	Kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	Kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	Kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	Kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	Kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	Kg	14.4	20.00	288.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	0	40.00	0.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4261.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				426.15
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				213.08
OTROS (5%)				213.08
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				5113.80

Tabla 49

Costos de producción del Tratamiento T2 (siembra directa + dosis 2)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	Kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	Kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	Kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	Kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	Kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	Kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	Kg	9.6	20.00	192.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	0	40.00	0.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4165.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				416.55
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				208.28
OTROS (5%)				208.28
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4998.60

Tabla 50

Costos de producción del tratamiento T3 (siembra directa + dosis 3)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	Kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	Kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	Kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	Kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	Kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	Kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	Kg	4.8	20.00	96.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	0	40.00	0.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4069.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				406.95
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				203.48
OTROS (5%)				203.48
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4883.40

Tabla 51

Costo de producción del tratamiento T4 (siembra directa + dosis 4)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	kg	0	20.00	0.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	0	40.00	0.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				3973.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				397.35
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				198.68
OTROS (5%)				198.68
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4768.20

Tabla 52

Costos de producción del tratamiento T5 (siembra indirecta + dosis 1)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	kg	14.4	20.00	288.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	1	40.00	40.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4301.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				430.15
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				215.08
OTROS (5%)				215.08
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				5161.80

Tabla 53

Costos de producción del tratamiento T6 (siembra indirecta + dosis 2)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	kg	9.6	20.00	192.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	1	40.00	40.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4205.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				420.55
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				210.28
OTROS (5%)				210.28
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				5046.60

Tabla 54

Costo de producción del tratamiento T7 (siembra indirecta + dosis 3)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	kg	4.8	20.00	96.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	1	40.00	40.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4109.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				410.95
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				205.48
OTROS (5%)				205.48
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4931.40

Tabla 55

Costos de producción del tratamiento T8 (siembra indirecta + dosis 4)

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. MATERIALES E INSUMOS PARA INTALACION DE VIVERO				
1.1. MATERIALES				
TIERRA NEGRA	m3	4	100.00	400.00
TIERRA AGRICOLA	m3	4	30.00	120.00
SUSTRATO RECICLADO	m3	4	30.00	120.00
BOLSAS DE POLIETILENO DE 4"x7"x2mm	Millar	10	17.00	170.00
POSTES DE MADERA DE 3.20m	Unidad	3	15.00	45.00
POSTES DE MADERA DE 2.70m	Unidad	6	10.00	60.00
CLAVOS DE 3"	kg	0.5	7.00	3.50
CLAVOS DE 2"	kg	0.5	6.00	3.00
ALAMBRE DE 1/16	kg	3	6.00	18.00
ALAMBRE DE 1/12	kg	3	8.00	24.00
GRAPAS DE 1"	kg	2	3.00	6.00
MALLA RASCHELL	Rollo	0.5	800.00	400.00
RAFIA	Unidad	5	1.00	5
1.2. INSUMOS				
SEMILLA DE PINO	kg	1	1000.00	1000.00
FUNGICIDA VITAVAX	Unidad	1	35.00	35.00
FUNGICIDA PARA CHUPADERA	Unidad	1	36.00	36.00
MICORRIZA COMERCIAL	kg	0	20.00	0.00
INSECTICIDA TIFON	Unidad	2	10.00	20.00
BIOESTIMULANTE AMINOVIGOR	Unidad	1	28.00	28.00
2. MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y APERTURA DE CAMAS	Jornal	4	40.00	160.00
PREPARACION DE SUSTRATO	Jornal	4	40.00	160.00
HOYADO Y COLOCACION DE POSTES	Jornal	2	40.00	80.00
EMBOLSADO Y ENFILADO DE BOLSAS	Jornal	12	40.00	480.00
SIEMBRA	Jornal	1	40.00	40.00
REPICADO	Jornal	1	40.00	40.00
COLOCACION DE MALLA RASCHELL	Jornal	2	40.00	80.00
INOCULACION DE MICORRIZAS	Jornal	2	40.00	80.00
3. LABORES CULTURALES				
RIEGO	Jornal	4	40.00	160.00
DESHIERBE	Jornal	4	40.00	160.00
APLICACIÓN DE FUNGICIDA	Jornal	1	40.00	40.00
APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTE	Jornal	1	40.00	40.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				4013.50
B. COSTOS INDIRECTOS				
IMPREVISTOS (10%)				401.35
GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)				200.68
OTROS (5%)				200.68
TOTAL COSTO DE PRODUCCION				4816.20

10.4. Evidencias fotográficas

Fotografía 1

Estado de campo experimental



Fotografía 2

Limpieza del campo experimental apertura de camas



Fotografía 3

Culminación de la Limpieza de Camas



Fotografía 4

Preparación de sustrato



Fotografía 5

Zarandeado de sustrato



Fotografía 6

Colocación de postes



Fotografía 7

Parchado de malla raschell



Fotografía 8

Fijación de malla raschell



Fotografía 9

Siembra directa de semilla de pino



Fotografía 10

Siembra indirecta o almacigo



Fotografía 11

Repicado de plántulas



Fotografía 12

Dosis 1 de micorriza



Fotografía 13

Dosis 2 de micorriza



Fotografía 14

Dosis 3 de micorriza



Fotografía 15

Inoculación de micorriza comercial



Fotografía 16

Evaluación de altura de planta



Fotografía 17

Evaluación de diámetro de tallo



Fotografía 18

Evaluación de longitud de raíz



Fotografía 19

Evaluación de peso húmedo de planta



Fotografía 20

Horneado de muestras



Fotografía 21

Evaluación de peso seco de planta

