

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**COMPARATIVO DE TRES SUSTRATOS Y DOS FUENTES DE MICORRIZA
EN LA PRODUCCIÓN DE PINO (*Pinus radiata D. Don*) EN BANDEJAS BAJO
CONDICIONES DEL VIVERO AGROFORESTAL K'AYRA, SAN JERÓNIMO -
CUSCO**

PRESENTADA POR:

Bach. **WILI DARWIN ROMERO CARDENAS**

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR:

Dr. **RICARDO GONZALES QUISPE**

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Comparativa de tres cultivos y dos fuentes de riego en la producción de papa (Papa radiata D. Don) en Sandejas, bajo condiciones del Valle Aguafuerte, Kayra, San Jerónimo - Cusco presentado por: Wili Darwin Romero Cordero con DNI Nro.: 76388748 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 3 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 7%.

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, 17 de Octubre de 2023

Ricardo González Quijpe
Firma
Post firma Ricardo González Quijpe
Nro. de DNI 23903799
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:27259:274807121

NOMBRE DEL TRABAJO

COMPARATIVO DE TRES SUSTRATOS Y DOS FUENTES DE MICORRIZA EN LA PRODUCCIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D.

AUTOR

WILI DARWIN ROMERO CARDENAS ROMERO CARDENAS

RECUENTO DE PALABRAS

27911 Words

RECUENTO DE CARACTERES

120854 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

138 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 10, 2023 6:19 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 10, 2023 6:20 PM GMT-5**● 7% de similitud general**

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

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 13 palabras)

DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso por darme fuerzas para continuar en este proceso, por permitirme esta oportunidad tan especial en mi vida, por brindarme salud y felicidad.

A mis padres Sr. Juan Romero Quispe y Sr. Cecilia Cárdenas Huillca por ser el inspirador, por su apoyo incondicional en todo momento, por su esfuerzo y sacrificio que hicieron para mi educación, todo este logro se lo dedico a ellos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la facultad de Agronomía y Zootecnia por brindarme la calidad de educación durante mi formación profesional.

A todos y cada uno de mis docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por compartir sus conocimientos y sus experiencias en las aulas, por los consejos que me dieron para el cumplimiento de nuestros objetivos.

A mi asesor un eterno agradecimiento Dr. Ricardo Gonzales Quispe por el tiempo y apoyo permanente durante el planteamiento, ejecución y sustentación de la investigación, por sus aportes, sugerencias y consejos que me brindó.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. Objetivos	4
2.1.1. Objetivo general	4
2.1.2. Objetivos específicos	4
2.2. Justificación.....	5
III. HIPOTESIS	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicas.....	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes	7
4.2. Generalidades.....	9
4.2.1. Origen	9
4.2.2. Clasificación taxonómica del pino	9
4.2.3. Morfología del pino (<i>Pinus radiata D. Don</i>)	10
4.3. Técnicas en mejorar plantas de pino	11
4.3.1. Fertilización	11
4.3.2. Plagas y enfermedades.....	12

4.4. Micorrizas.....	13
4.4.1. Definición de micorriza	13
4.4.2. Clasificación de las micorrizas	13
4.4.3. La simbiosis del hongo micorrhízico con el pino	14
4.4.4. Descripción del hongo <i>Boletus edulis</i>	15
4.4.5. Inoculación con micorriza	16
4.5. Sustratos	16
4.5.1. Definición de sustrato.....	16
4.5.2. Compost.....	16
4.5.3. Elaboración de compost.....	17
4.5.4. Humus de lombriz	19
4.5.5. Beneficios del humus de lombriz.....	19
4.5.6. Biosólido.....	20
4.5.7. Elaboración del biosólido	20
4.5.8. Tipos de biosólido	21
4.5.9. Ventajas de biosólido	21
4.5.10. Desventajas del biosólido.....	22
4.5.11. Sustrato mecplant	22
4.5.12. Ventajas del mecplant.....	22
4.5.13. Costos de producción.....	22
4.5.14. Costo de producción en contenedores.....	24
4.5.15. Ventajas y desventajas de un vivero forestal tecnificado	24
4.5.16. Contenedores: bandejas y tubetes.....	26
4.5.17. Características de las bandejas y tubetes.....	26
4.5.18. Ventajas de uso de contenedores y tubetes.	28
4.5.19. Manejo de plantas en los envases	28
4.5.20. Sistemas de riego en contenedores.....	28

4.5.21. Índice de calidad de Dickson (ICD)	29
4.6. Conceptos de términos utilizados	30
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
5.1. Tipo de investigación.....	32
5.2. Ubicación temporal y espacial.....	32
5.3. Clima	33
5.4. Materiales.....	34
5.4.1. Material genético	34
5.4.2. Material en estudio	34
5.4.3. Herramientas.....	34
5.4.4. Material de campo.....	35
5.4.5. Equipos	35
5.5. Metodología	36
5.5.1. Diseño experimental.....	36
5.5.2. Factores en estudio	36
5.5.3. Dimensiones del campo experimental.....	36
5.5.4. Características de los bloques	37
5.5.5. Características de los tratamientos (bandejas)	37
5.5.6. Descripción de los tratamientos	37
5.5.7. Croquis de distribución.....	38
5.5.8. Población y muestra.....	39
5.5.9. Conducción del experimento	40
5.6. Evaluación de las variables agronómicas	44
5.6.1. Durante el proceso del experimento.....	44
5.6.2. Al finalizar del experimento	45
5.6.3. Cálculo de Índice de calidad de Dickson	46
5.6.4. Cálculo de costo de producción	47

VI. RESULTADOS	50
6.1. Prendimiento de las plantas	50
6.2. Características agronómicas	53
6.2.1. Altura de planta	53
6.2.2. Diámetro de tallo	63
6.2.3. Longitud de raíz.....	72
6.2.4. Número de raíces.....	77
6.2.5. Peso seco de la planta	80
6.3. Índice de calidad de Dickson.....	85
6.4. Costo de producción	85
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	87
7.1. Prendimiento de la planta.....	87
7.2. Características agronómicas.....	87
7.2.1. Altura de planta	87
7.2.2. Diámetro de tallo	88
7.2.3. Longitud de raíz.....	88
7.2.4. Número de raíces.....	88
7.2.5. Peso seco	89
7.3. Índice de calidad de Dickson.....	89
7.4. Costo de producción	89
VIII. CONCLUSIONES	90
IX. RECOMENDACIONES	92
X. BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXO 1: Panel fotográfico	98

RESUMEN

La presente investigación se realizó a cabo en la región de Cusco distrito de San Jerónimo, en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, en la Facultad de Agronomía y Zootecnia, en el Centro de Investigación en Sistemas Agroforestales, a una altitud de 3238 mm.

El objetivo de esta investigación fue “determinar el efecto de tres sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza en la producción de pino (*Pinus radiata* D. Don) en bandejas bajo condiciones del vivero agroforestal de K’ayra - San Jerónimo – Cusco”. El diseño utilizado para la presente investigación fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial 3Ax2B, se realizó el análisis estadístico para los variables: prendimiento, altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de raíces y peso seco. Se utilizó seis tratamientos más un testigo, los tres sustratos utilizados son: humus de lombriz, compost y biosólido tipo A, como factores se utilizó tierra micorrizada y micorriza comercial.

Con los resultados que se obtuvo, se llegó a las siguientes conclusiones, el tratamiento con mayor desarrollo fue con el sustrato humus de lombriz más tierra micorrizada, alcanzando el mayor resultado a los 150 días después del repique, se obtuvo en promedio en la altura de plantas: 14,90 cm, diámetro de tallo promedio 2.92 mm, longitud de raíz promedio 12,01 cm, número de raíces secundarios promedio 7.53 cm y prendimiento de 96.88%, seguido por los tratamientos T2 humus de lombriz con micorriza comercial (*Boletus edulis*), seguido del testigo T7 sustrato comercial mecplant, T3 compost con tierra micorrizada, T4 compost con micorriza comercial (*Boletus edulis*), T5 biosólido tipo A con tierra micorrizada y por último el tratamiento T6 biosólido tipo A con micorriza comercial (*Boletus edulis*).

Para calidad de planta se realizó el cálculo correspondiente, los tratamientos humus más tierra micorrizada y humus más micorriza comercial con 0.23 cada uno, obtuvieron calidad media de planta estas cifras nos indica que la planta tuvo mayor acumulación de materia seca, mayor peso seco de tallo y mayor peso seco de raíz que el resto de los tratamientos. Los tratamientos biosólido más tierra micorrizada y biosólido más micorriza comercial con 0.20 y 0.20 respectivamente, tuvieron calidad baja de planta.

Para el costo de producción, se determinó que el tratamiento que tiene el menor costo unitario en comparación de los otros tratamientos es humus más tierra micorrizada con 1.48 soles/planta, seguido por el tratamiento humus más micorriza comercial con 1.50 soles/planta, así mismo siguen los tratamientos compost con tierra micorrizada, compost más micorriza comercial, biosólido más tierra micorrizada y biosólido más micorriza comercial con 1.58, 1.62, 1.81 y 1.90 soles/planta respectivamente, el testigo es el que tiene mayor costo unitario de 1.97 soles/planta.

Palabras claves: Humus, Compost, Biosólido, Micorriza, Bandeja

INTRODUCCIÓN

El pino (*Pinus radiata* D. Don), es una especie forestal que tiene una buena adaptabilidad en diferentes condiciones climáticas y una importancia económica por la producción de hongos en corto tiempo.

Para realizar las plantaciones forestales se requiere plantas de buena calidad para garantizar el prendimiento en el terreno definitivo, por esta razón en los viveros se viene produciendo plantas de pino (*Pinus radiata* D. Don) en bandejas por las grandes ventajas que ofrece esta forma de producción, se reduce el uso de los insumos para producir mayor cantidad de plantas en poco espacio, se produce plantas de calidad en menor tiempo, se reduce el uso de mano de obra, la otra ventaja es su fácil traslado a terrenos inaccesibles para la plantación. La única desventaja es el elevado costo del sustrato preparado mecplant que se utiliza para la producción en bandejas.

En algunos viveros se han intentado producir con otros sustratos para remplazar al mecplant, pero aún no se ha logrado por falta de una investigación, por esta razón el presente trabajo de investigación pretende comparar tres sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza en vivero producidos en bandejas para poder encontrar el sustrato adecuado y de menor costo. De esta manera producir mayor cantidad de plantas y de calidad para realizar forestación y combatir el cambio climático.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

La sierra del Perú viene atravesando la sequía de manantes, incendios forestales tala de árboles, por estas razones se vienen implementando proyectos de forestación con la especie forestal pino (*Pinus radiata D. Don*). Para la producción de las plantas de pino, en la actualidad aún se produce de manera tradicional en bolsas de polietileno.

La poca implementación de tecnología en los viveros forestales, el escaso conocimiento en el uso de sustratos alternos y la carencia de manejo técnico adecuado conllevan a determinar a un problema que es la baja producción y productibilidad de plantas de pino mediante la producción tradicional. Sus principales efectos son la contaminación ambiental por el excesivo uso de bolsa de polietileno no reciclables, se requiere más personal para trabajar, por ende, mayor presupuesto, se utiliza mayor cantidad de insumos y se requiere mayor tiempo de la producción, en algunos casos se obtiene plantas de mala calidad, por ello se produce la mortandad de plantones en el campo definitivo ocasionando un fracaso.

A causa de estos problemas se tiene que realizar una investigación para cambiar la forma de producir en bolsas a una producción tecnificada en bandejas, para ello se debe contar con un sustrato adecuado para la producción de pino.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influirán los tres sustratos orgánicos aplicados con dos fuentes de micorriza en el desarrollo de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*), producidos en bandejas bajo condiciones del vivero agroforestal de K'ayra - San Jerónimo – Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Con cuál de los sustratos orgánicos se logrará mayor prendimiento de las plántulas de pino producidos en bandejas?
2. ¿Cómo serán las características agronómicas altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de raíces y peso seco de la planta bajo efecto de tres sustratos?
3. ¿Con cuál de los sustratos en estudio se alcanzará mayor calidad de plantas producidos en bandejas?
4. ¿Cuál de los tratamientos tendrá el costo de producción más bajo en la producción de plantones de pino (*Pinus radiata D. Don*) producidos en bandejas?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de tres sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza en la producción de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*) en bandejas bajo condiciones del vivero agroforestal de K'ayra - San Jerónimo – Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el prendimiento de las plántulas de pino (*Pinus radiata D. Don*) aplicados con tres sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza.
2. Evaluar las características agronómicas de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*), la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de raíces, peso seco de la planta.
3. Evaluar la calidad de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*), bajo efecto de tres sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza.
4. Calcular el costo de producción de plantines de pino (*Pinus radiata D. Don*) para cada tratamiento producidos en bandejas.

2.2. Justificación

En la actualidad los viveristas que producen plantas forestales en bandejas no cuentan con un sustrato adecuado y que esté a su disponibilidad con un costo bajo, los sustratos preparados que se utilizan en este sistema de producción son importados y su costo es muy elevado.

1. En la producción de plantas de pino es fundamental el prendimiento, por ello en la producción en bandejas se desea encontrar el sustrato orgánico adecuado combinado con dos fuentes de micorriza, para determinar cuál es el más eficiente para el prendimiento de la planta de pino.
2. Con esta investigación se buscará encontrar la planta con buenas características agronómicas, con los sustratos orgánicos en estudio producidos en bandejas, las características que se buscan son plantas con mayor altura, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de raíces, peso seco de la planta y de esta forma los resultados de esta investigación podrán contribuir a los productores de plantas de pino.
3. Es necesario determinar la calidad de la planta, pues de esta forma se sabrá la cantidad de materia seca que se formó en la planta durante su crecimiento, la cual es un indicador de la calidad de planta, a mayor peso seco la planta tendrá una mejor probabilidad de sobrevivir en el terreno definitivo.
4. Con la determinación de los costos de producción en bandejas, se desea encontrar costos bajos con los sustratos utilizados en la producción de plantas de pino y de esta manera sustituir al mecplant que tiene un costo muy alto en el mercado.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

La aplicación de tres tipos de sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza influirá en el prendimiento y desarrollo de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*) producidos en bandejas bajo condiciones del vivero agroforestal de K'ayra - San Jerónimo – Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

1. Ninguno de los sustratos con dos fuentes de micorriza influirá en el prendimiento de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*) producidos en bandejas.
2. Al menos uno de los sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza influirá en el desarrollo de la planta de pino (*Pinus radiata D. Don*).
3. Se podrá encontrar plantas de pino con mayor calidad producidos con sustratos orgánicos con dos fuentes de micorriza.
4. Se conseguirá bajos costos de producción con los sustratos compost, humus de lombriz y biosólido tipo A combinados con tierra micorrizada y micorriza comercial comparados con la producción con sustrato mecplant.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

Sanchez, (2013) menciona en su trabajo de investigación titulado "Influencia de sustratos activos en el crecimiento de pino (*Pinus radiata Don.*) Huancavelica", se planteó como objetivo evaluar la influencia de sustratos activos para el crecimiento de una especie forestal de pino, de las cuales concluye que los sustratos con diferentes niveles de micorriza si influyeron en el crecimiento de pino, también se obtuvieron resultados favorables en cuanto a la altura y tamaño de raíz.

Froilan, (2019) en su investigación realizada titulado "Comparativo de aplicación de micorriza (*Suillus luteus*) en pino (*Pinus radiata D. Don* y *Pinus patula*, en centro agronómico K'ayra-Cusco", en donde se planteó como objetivo determinar los efectos de la aplicación de micorriza (*Suillus luteus*) en el crecimiento inicial de pino y Pino patula, en su conclusión determinó que en cuanto la altura de planta, el mejor resultado obtuvo el tratamiento T1, con 21,04 cm, con inóculo de esporas de hongo en una cantidad de 200 gr incorporados al sustrato, en la longitud de raíz el mejor resultado obtuvo el tratamiento T4 con 39,84 cm, con estos resultados se determinó que por contener el hongo *Suillus luteus* logran una mejor absorción de los nutrientes presentes en el suelo.

Marcavillaca, (2014) en su investigación realizada que tiene por título, "Comparativo de la aplicación de insumos orgánicos e inorgánicos en pino (*Pinus radiata D. Don*) en condiciones del centro agronómico K'ayra". Como objetivo se planteó evaluar el efecto de comparativo de la aplicación de insumos orgánicos e inorgánicos en la emergencia, prendimiento, altura de planta y costos de producción del pino (*Pinus radiata D. Don*) bajo condiciones del centro agronómico K'ayra.

En su conclusión determino que en la emergencia (%) a 24 días de la siembra se tiene que las mejores combinaciones fueron micorriza liquido alto (75.95%). De la altura de planta a 60 días de la siembra se tiene que las mejores combinaciones fueron micorriza-alto (7.33cm).

Ancco, (2019) en su estudio de tesis realizado “Evaluación del inoculo micorrizal del hongo (*Boletus edulis*), en la producción de plantaciones de pino (*Pinus radiata D. Don*) en Andahuaylas”, se planteó como objetivo evaluar el efecto del inóculo micorrizal del hongo (*Boletus edulis*) en la producción de plántones de pino (*Pinus radiata D. Don*). Obteniendo como resultado, el tratamiento que alcanzó mayor altura fue T1 (micorriza comercial) con un promedio de 45.97 cm, mayor diámetro de tallo 4.55 milímetros, mayor número de raíces con un promedio de 13.00unid/planta y mayor peso con un promedio de 6.75 gramos,

Peralta, (2017) En el trabajo de investigación que realizo titulado “Efecto del lodo residual, incorporado como sustrato en repique de *Pinus radiata D.* a nivel de vivero forestal Puno”. Se planteó como objetivo comparar la producción de *Pinus radiata D. Dom* con la incorporación de lodo residual a diferentes proporciones a partir del testigo aumento de biomasa. Llego a la siguiente conclusión, el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue T2 lodo residual 40% mezclado con tierra agrícola al 60%. Plantas vivas 71.11%, altura de planta con 18.42%, desarrollo radicular con 13.09% (2° lugar) y desarrollo foliar con 4.76% (3° lugar).

4.2. Generalidades

4.2.1. Origen

Rodriguez, (2006) indica que el pino radiata conocido también como pino insigne, *pinus radiata D.Don*, es un pino serótino originario de la costa Pacífica de Norteamérica en donde crecen en estado natural. Las poblaciones naturales de la especie se encuentran en unos cuantos miles de hectáreas, la variedad radiata se encuentra en bahía de Monterrey, Año Nuevo y Cambria.

4.2.2. Clasificación taxonómica del pino

La clasificación taxonómica del pino radiata según Engler citado por **Caceres, (2013)**

Reino: Plantae

División: Pinophyta

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Especie: Radiata

Nombre científico: *Pinus radiata D.*

Nombre común: pino

4.2.3. Morfología del pino (*Pinus radiata* D. Don)

4.2.3.1. Raíz

Fernandez & Sarmiento, (2006) indican que el sistema radicular es poco desarrollado, se desarrolla en la parte superficial del suelo, no es tan rígido en comparación a la parte aérea.

4.2.3.2. Tallo

Vidal, (1962) indica que el pino radiata es fácilmente reconocible por sus ramas de inserción oblicua, en el periodo juvenil, dan al árbol un porte erecto, el largo, color y posición de sus hojas sus conos arracimados de gran tamaño. Esta especie forma árboles que pueden alcanzar hasta los 45 m de altura en condiciones favorables, comúnmente alcanzan 30 – 35 m. la corteza se resquebraja profundamente cuando envejece, adquiriendo una coloración pardo-morena, la madera es liviana, blanda no muy fuerte.

4.2.3.1. Hoja

Hoffmann, (1998) indica que las hojas, llamadas generalmente como “agujas” se encuentran agrupados en fascículos de tres agujas excepcionalmente de dos, son rígidas, de 9 a 20 centímetros. De largo es muy delgado, su color es verde brillante, con los bordes finamente dentados, la base de la hoja es torcida; tienen bandas estomáticas en todas las partes de la hoja, pero estas estomas no son perceptibles a simple vista.

4.2.3.3. Flores

Hoffmann, (1998) menciona que las flores son monoicas. Las flores masculinas están agrupadas en amentos axilares, generalmente se encuentran en la base de las ramas nuevas, compuestas de abundantes hojas espiraladas, cada una contiene 2 sacos polínicos en la cara inferior. Las femeninas se encuentran en lateral del cono, tiene muchas escamas que están distribuidas en forma espiral, cada una contiene 2 óvulos, protegidos por una bráctea.

4.2.3.4. Cono

Estrada, (1997) indica que la piña de las coníferas se considera como inflorescencia, sus flores son desnudas y unisexuales, hay que definirla como una espiga de eje y brácteas tectrices lignificados. Las piñas se mantienen sujetadas al árbol, para conservar viable la semilla, tiene de 6 a 18 cm de largo y de 3 a 9 cm de diámetro del cono, generalmente el pino fructifica a los 6 años.

4.2.3.5. Semilla

Estrada, (1997) menciona que el cono al madurar en el mismo árbol, contiene unas 200 semillas aladas, el peso aproximado de 1000 semillas es de 20 a 30 gr, tiene un color café grisáceo intenso y las vainas son de color café marrón.

4.3. Técnicas en mejorar plantas de pino

4.3.1. Fertilización

Fernandez & Sarmiento, (2006) afirman, la adecuada aplicación con micro elementos a las plántulas, acelera la fotosíntesis de la planta, mejora el contenido de agua en las hojas, favorece el crecimiento y la rigidez del tallo de las plantulas. También se debe aplicar abonos foliares durante su desarrollo inicial de las plántulas.

4.3.2. Plagas y enfermedades

4.2.11.2. Plagas

a. Pulgón de pino (*Elachnus rileyi*)

Baldini , Carballo, Telechea, & Porlice, (2006) citan que son áfidos que tiene un cuerpo alargado. Su color es de verde grisáceo, su cuerpo está cubierta con abundantes setas con ojos negros, patas largas. Forman colonias en la base de los brotes y el apice de las ramas, presentan lesiones por las picaduras ocasionando amaillamiento. Si la poblaciones de estos afidos es numerosa, aparece la presencia de la fumagina.

4.2.11.3. Enfermedades

a) *Fusarium spp*

Baldini , Carballo, Telechea, & Porlice, (2006) indican que diferentes especies de este género pueden atacar por separado o las tres juntas. El hongo ataca en pre-emergencia y post-emergencia, ocasiona putrefacción del pie del tallo, lesiones en las hojas y posterior pudrición de la raíz, puede ser de mayor a menor importancia, es muy dificultoso su identificación de este hongo, es fundamental prevenir y tomar medidas adecuadas de para su control.

b) *Pythium*

Prieto,Garcia, Mejia, & Huchin, (2009) definen que el micelio de este hongo se desarrolla en materia orgánica, ataca las semillas humedecidas. Inicialmente ausencia de germinación. Caída de planta, el tallo de la plántula se dobla por la base, el resto de la planta tiene una apariencia normal.

c) *Rhizoctonia solani*

Prieto, Garcia, Mejia, & Huchin, (2009) mencionan que este hongo se encuentra principalmente en las capas superiores del suelo, donde se puede conservar durante varios años, el exceso de humedad y el espacio cerrado entre plantas favorece la propagación del hongo. Ataca principalmente a la planta a nivel del cuello. La turba y todo sustrato de este tipo no desinfectado favorecen el desarrollo del hongo.

4.4. Micorrizas

4.4.1. Definición de micorriza

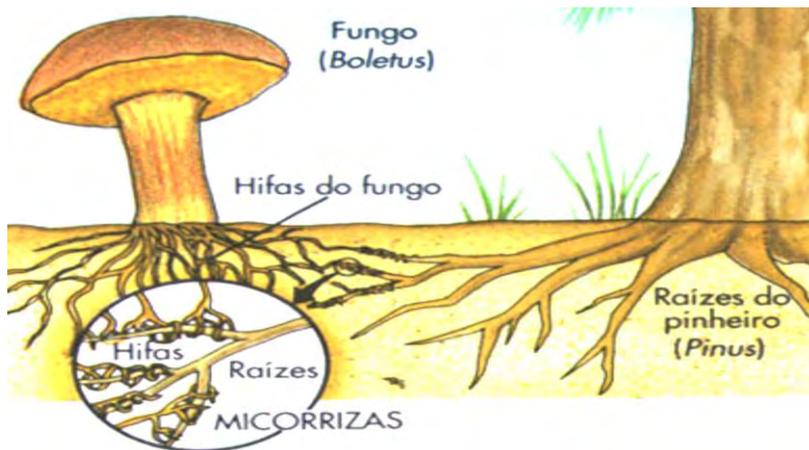
Tencio, (2012) indica que las micorrizas son la asociación simbiótica y mutualista entre las raíces de las plantas terrestres y algunos tipos de hongos del suelo. Es una simbiosis que se encuentra en todos los lugares. Los beneficios se observan en el sistema radicular mucho más desarrollado en las plantas con presencia de micorriza, lo que permite a la planta un mayor aumento en la asimilación de nutrientes presente en el suelo.

4.4.2. Clasificación de las micorrizas

4.2.18.4. Ectomicorriza

Andrade, (2010) menciona que en las ectomicorrizas se produce una interacción en donde las hifas (filamentos) del hongo micorrítico, permanecen en el exterior de la raíz, las hifas rodean las células de la corteza radical, a este proceso se denominada red de Hartig, además forman una capa de micelio en la parte superficial de la raíz.

Figura 1: Simbiosis de un hongo hectomicorrítico y la raíz de una planta

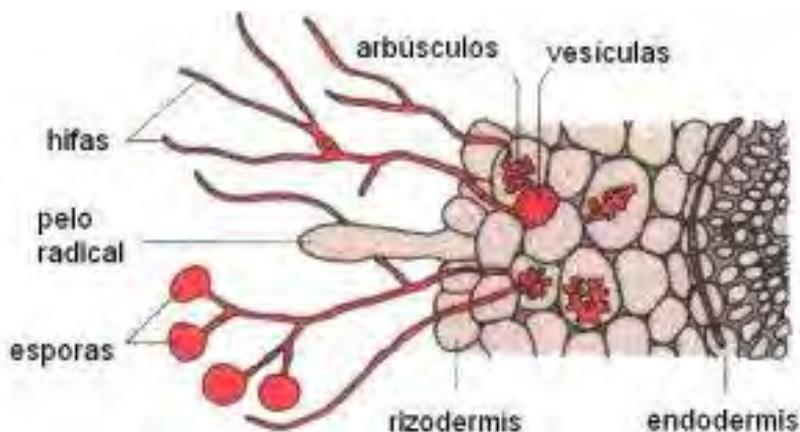


Fuente: Andrade, (2010)

4.2.18.5. Endomicorrizas

Franco, (2018) indica que en las endomicorrizas el micelio fúngico se introduce dentro de las células de la raíz hasta el córtex, en donde se producen intercambio de elementos nutritivos entre el hongo y la raíz, este es el contacto más estrecho que se producen. Las endomicorrizas tienen un micelio sin tabicación.

Figura 2: Simbiosis de un hongo endomicorrítico y la raíz



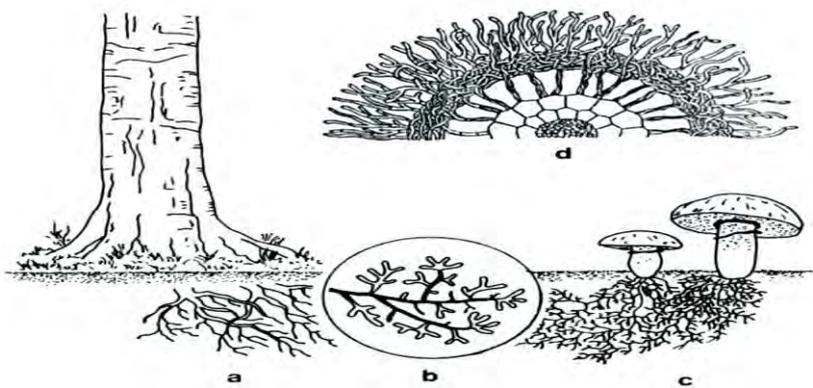
Fuente: Franco, (2018)

4.4.3. La simbiosis del hongo micorrítico con el pino

Michelis & Rajchenberg, (2006) mencionan que tiene como nombre científico *Suillus luteus*, se le llama también como *Boletus*.

Común mente se le llama como hongo del pino. Se le llama así porque este hongo fructifica en los meses lluviosos en plantaciones de pinos. El hongo *Suillus* es simbiótico con las raíces secundarias del pino. Le permite incrementar la asimilación de algunos nutrientes y agua del suelo, también este hongo les brinda vitaminas, aminoácidos y protección contra algunos patógenos que puede haber en el suelo. Por su lado el hongo *Suillus*, consigue y se alimenta de azúcares de la planta. La extracción de azucares por el hongo, no hace peligrar a la planta.

Figura 3: Relación entre *Boletus edulis* y el pino: a) raíz del pino. b) micorriza. c) hongo y sus micelios. d) raíz micorrizada.



Fuente: Michelis & Rajchenberg, (1989)

4.4.4. Descripción del hongo *Boletus edulis*

Barroetaveña & Toledo, (2016) mencionan que tiene una coloración muy variada, desde castaño a ocre amarillento. El sombrero del hongo cuando es joven es de forma cónico a convexo cuando y cuando madura se aplana, tiene la superficie muy pegajosa, especialmente cuando crece en lugares demasiado húmedos y su diámetro del sombrero varía desde 5 a 12 cm. El envés presenta poros que tienen un color crema cuando el hongo es joven, al envejecer se tornan amarillo ocráceo. Su pie del hongo es sólido de forma cilíndrica a veces curvada, que varía de 3 - 4 centímetros de largo con un diámetro de 1 - 2 centímetros, presenta un anillo de color blanco opaco.

Figura 4: *Hongo Boletus edulis*



Fuente: Barroetaveña & Toledo, (2016)

4.4.5. Inoculación con micorriza

Tencio, (2012) indica que se puede inocular de las siguientes formas:

- Mediante esporas, se pueden adquirir en tiendas de forma comercializada.
- Con raíces micorrizadas, se pueden extraer de las plantas del campo.

4.5. Sustratos

4.5.1. Definición de sustrato

Prieto, Garcia, Mejia & Huchin, (2009) mencionan que el termino sustrato hace mención a cualquier medio diferente al suelo que se utilice para cultivar plantas. Son producidos de manera natural, síntesis o residual, mineral u orgánico, se utiliza bolsas o envase de forma mezclado o puro, permite que la raíz de las plantas se ancle en ella. El sustrato es rico en nutrientes, pero también se pueden añadir.

4.5.2. Compost

Vitorino, (2010) define que el compost es un producto obtenido de todo residuo orgánico de la explotación agrícola, toda clase de hierbas, broza de papa, forrajes y cualquier tipo de residuos industriales pero que sea fermentecibles; también basura orgánica de la población, estos residuos son sometidos a un proceso de descomposición.

4.5.3. Elaboración de compost

Vitorino, (2010) indica que para la elaboración de compost los materiales con demasiado volumen deben ser reducidos. Se coloca de 20 a 40 cm de residuos orgánicos, luego se coloca una capa de estiércol (5cm) como inóculo, posteriormente continúa cal (también se puede utilizar diatomita) 2mm, puede ser reemplazado por ceniza de horno. Se carga de 3 o 4 capas sucesivas.

Se aplica riego frecuentemente y si es necesario se recubre con tierra con el objeto de preservar la humedad. Después de 2 o 3 meses, se procede a la remoción del montón para activar la fermentación y homogenizar, al cabo de 2 o 4 meses según el clima se obtiene compost.

Tabla 1: *Análisis fisicoquímico del compost*

PH	8.48
C:E mmhos/cm	4.48
Materia orgánica %	27.40
Nitrógeno %	1.33
Fosforo ppm P_2O_5	930.80
Potasio ppm K_2O	325.10
Relación C/N	16.20

Fuente: Nina, (2014)

4.5.3.1. Temperatura

Varela & Basil, (2011) mencionan que se consideran óptimas las temperaturas para una buena fermentación un intervalo de 35-55 °c, para matar de algunos parásitos y algunas semillas de mala yerba. Cuando la temperatura es muy alta, muchos microorganismos para el proceso mueren.

4.5.3.2. Humedad

Varela & Basil, (2011) mencionan que la humedad debe estar en promedio de 40-60 %. Si hay exceso de humedad, el agua se llenara en todos los poros, se convertirá en un proceso anaeróbico, por lo tanto se producirá una putrefacción. Por otra parte, si la humedad es muy baja, el proceso del compost será más lento.

4.5.3.3. pH

Varela & Basil, (2011) indican que “debido a su acción sobre microorganismos, influye mucho en la elaboración del compost. La mayoría de los hongos soportan un rango determinado de pH que varía entre 5-8, por otra parte, las bacterias soportan menos al pH que varía entre 6-7,5)”.

4.5.3.4. Recuperación y mejora del suelo

Roman, Martinez, & Pantoja, (2013) mencionan los diferentes aportes que brinda el compost al suelo:

a. Mejora las propiedades físicas

- Aumenta la retención de la humedad.
- Ayuda a regenerar los suelos erosionados.

b. Mejora las propiedades químicas

- Aporta nitrógeno, fosforo, potasio y a los micronutrientes.
- Mejora la capacidad del intercambio catiónico.

c. Mejora la actividad biológica

- Aporta la mayor actividad de bacterias y hongos a transformar los materiales insolubles en nutrientes orgánicos.
- Mejora e incorpora carbono para mantener las condiciones de la biodiversidad del suelo

4.5.4. Humus de lombriz

Vitorino, (2010) define que el humus de lombriz, es un abono natural resultado de la digestión de lombriz de gran calidad nutritiva, tiene una estructura coloidal, inodoro y muy ligero, el humus contiene enzimas y microorganismos benéficos para el suelo, se puede encontrar hasta 2 millones en un gramo. El humus se compone de flora bacteriana y se pueden encontrar bacterias nitrificantes, también se encuentra nitrógeno en forma nítrica del 70%, que es fácil de asimilar por la planta.

Tabla 2: Elementos que contiene humus de lombriz

Contenido del humus	
Nitrógeno 1.2%	NO3 68%
Fosforo 0.5%	Molibdeno 0.6%
Potasio 0.8%	Hierro 0.73%
Materia orgánica 23%	Cinc 3.7ppm
Humedad 47%	Cobre 5ppm
PH 7.25 %	Cobalto 0.03ppm
CE mmhos/cm .24%	Carbonato de Ca 4.81%
Calcio 1.91%	CIC meq/100g 23
Magnesio 1.8%	Bacterias 4.5×10^5 ufc/g
Azufre 0.71%	Hongos 1×10^5 ufc/g

Fuente: Vitorino, (2010)

4.5.5. Beneficios del humus de lombriz

4.5.5.1. Propiedades químicas

Dias, (2002). indica lo siguiente:

- Incrementa los nutrientes como nitrógeno, fosforo, azufre, actúa favorablemente frente al nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder buffer.
- Elimina restos de plaguicidas por tener la capacidad de absorción.

4.5.5.2. Propiedades físicas

Dias, (2002) indica lo siguiente:

- Ayuda a mejorar la estructura del suelo. Les brinda mejor densidad a suelos compactos, en los suelos arenosos aumenta la unión.
- Mejora la penetración y aireación del suelo.
- Incrementa la capacidad de retener humedad en el suelo.
- Convierte el suelo en un color oscuro para retener calor.

4.5.5.3. Propiedades biológicas

Dias, (2002) indica que estimula la bioactividad y aporta microorganismos benéficos que se unen con las raíces de las plantas creando un medio antagonico para algunos patógenos que existen en el suelo, neutraliza algunas sustancias tóxicas como restos de fungicidas, insecticidas por la presencia de las enzimas.

4.5.6. Biosólido

Weston & Boner, (1999) mencionan que los biosólidos son materiales orgánicos sólidos, producto final del tratamiento de aguas residuales de las ciudades y fábricas, este sustrato es utilizado de diferentes maneras por su alto contenido de materia orgánica tienen un uso agrícola.

4.5.7. Elaboración del biosólido

Paredes, (2019) menciona que las aguas residuales son captadas y posteriormente son tratadas, como resultado se obtienen restos orgánicos con alto contenido de lodos. Posteriormente se realiza el tratamiento en el digestor, consiste en cultivar microorganismos a temperatura promedio de 30 y 40 °C, la función de los microorganismos es descomponer la materia orgánica produciendo gas y biosólido estabilizado.

Este proceso dura de 20 y 25 días aproximadamente, finalmente se realiza la deshidratación del lodo de forma mecánica en centrifugas tipo decanter, produciendo como una torta, con un contenido de humedad de 70%.

4.5.8. Tipos de biosólido

4.5.8.1. Biosólido clase A.

Weston & Boner, (1999) afirman que los biosólidos de clase A se someten a un tratamiento avanzado para reducir los niveles de patógenos por debajo de los niveles detectables. Secado térmico, compostaje y alta temperatura. Los biosólidos de clase A, que a menudo se venden en bolsas, se pueden usar de manera beneficiosa sin restricciones relacionadas con patógenos en el sitio. Si también cumplen con los requisitos de eliminación de vectores y los límites de concentración de metales.

4.5.8.2. Biosólido clase B

Weston & Boner, (1999) definen que los biosólidos de clase B se tratan para reducir los patógenos, pero no hasta eliminarlos. No se pueden usar en sitios como céspedes y jardines domésticos, pero se puede usar en tierras agrícolas y forestales, sitios de recuperación y entre otros.

4.5.9. Ventajas de biosólido

Weston & Boner, (1999) mencionan que la aplicación de biosólido al suelo es una buena forma de aprovechar, estos biosólidos incorporan nutrientes valiosos al suelo y mejoran las condiciones para incrementar el crecimiento de la vegetación. Se puede utilizar como fertilizante agrícola, prevención de suelos erosionados, fertilizante en cultivos forestales, mejora las características del suelo como la textura.

4.5.10. Desventajas del biosólido

Weston & Boner, (1999) indican que tienen impactos negativos en el ambiente, a pesar de tener beneficios altamente positivos para el suelo, cuando no se realiza correctamente. La aplicación de biosólidos utilizando en cantidades excesivas en el cultivo o en campos de pastoreo resultan los impactos negativos en el agua.

4.5.11. Sustrato mecplant

Quispe & Ramos, (2018) mencionan que el sustrato mecplant tiene como materia prima la corteza de pino compostada a una temperatura de 800°C, con un riguroso control del tamaño de las partículas (granulometría). La humedad máxima es de 60 %, la medida se sitúa entre 54-58%. La densidad (relación peso/ volumen) sin compactación es de 480-530 g/litro. Como aditivos tiene: cal dolomita como corrector de acidez, fertilizante $2.4\text{kg}/\text{m}^3$, formulación 4:17:7 ($N - P_2O_5 - K_2O$).

4.5.12. Ventajas del mecplant

Según las ventajas del sustrato preparado son:

- Contiene abundante materia orgánica, responsable de la retención del agua y manteniendo el suelo húmedo.
- Libre de semillas de hierbas dañinas e impurezas, de patógenos.
- Mayor rendimiento de plantas por kg de sustrato.
- Excelente germinación, buen desarrollo vigoroso y uniforme de las plantas.
- Sustrato con formulaciones adecuadas de fertilizante para cada uso.

4.5.13. Costos de producción

4.5.13.1. Los costos directos

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

4.5.13.2. Costos indirectos

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

4.5.13.3. Ganancia neta

Hurtado, (2006) indica que cuando los cálculos se realizan a una hectárea se denomina como productividad neta, como sinónimo se usan los términos: beneficio neto, utilidad neta y ganancia neta.

$$IN = \text{Ingreso bruto} - \text{Costos totales}$$

4.5.13.4. El Ingreso bruto

Hurtado, (2006) define que se halla multiplicando el rendimiento por el precio del producto cuando los cálculos están referidos a hectáreas se denomina productividad bruta, como sinónimo se usan los términos: utilidad bruta, beneficio bruto y ganancia bruta.

$$IB = \text{Rendimiento} \times \text{Precio del producto}$$

4.5.13.5. Tasa interna de retorno (TIR)

Hurtado, (2006) menciona que la TIR, es el criterio de rentabilidad que mide el rendimiento intrínseco de proyecto analizado; es decir, compara los beneficios que genera el proyecto contra sus respectivos costos. La TIR mide la cantidad de unidades monetarias que gana el proyecto por cada cien unidades monetarias invertidas por unidad de tiempo.

$$TIR = \frac{\text{Beneficio bruto} - \text{Costos totales}}{\text{Costos totales}} \times 100$$

4.5.14. Costo de producción en contenedores

Velazquez, Gomez, & LLanderal, (2013) indican en sus conclusiones que los costos de producción en los viveros mejorados, para producir especies forestales comerciales, su precio varía de \$1.60 a \$3.57 por cada planta. En aquellas especies de ciclo largo, depende mucho del tamaño y tipo de contenedor. Las especies que tienen ciclo corto, dependen también de la forma y tamaño del contenedor en el que se producen. Los insumos son los que incrementan más el costo de la planta un 25% y 30% del precio total de la planta. El personal del vivero representa el 50% del valor total de una planta.

4.5.15. Ventajas y desventajas de un vivero forestal tecnificado

A. Ventajas técnicas económicas y sociales

Según **Bravo, (2010)** las ventajas son:

- Producción de plántones forestales de alta calidad (vigor, copa, y sistema radicular)
- Disminución del periodo productivo de los plántones forestales.
- Menor consumo de sustrato.
- Proceso productivo y facilidad de trabajo en gran escala.
- Menor uso de mano de obra por su sistema de semimecanización.
- Menor costo de los plántones.
- Menor costo para el transporte de plántones.

Figura 5: Riego en vivero forestal tecnificado en la región de Ayacucho



Fuente: Bravo, (2010)

B. Desventajas de un vivero forestal tecnificado

Según **Bravo, (2010)** las desventajas son:

- Alta inversión para al inicio del proyecto.
- Requiere abundante fertilización.
- Sistema para viveros permanentes.
- Necesita turnos de riego más frecuentes y mejor controlado.
- Requiere permanente limpieza de filtros de riego.

Tabla 3: Comparación de producción tradicional y tecnificado

Actividad	Producción tradicional	Vivero tecnificado
Producción de plántones		
Sustrato 1m ³ alcanza para	1500 bolsas de 4" x 7"	15000 tubetes de 53cc
Periodo de producción en meses (<i>eucaliptus</i> y <i>pinus</i>)	4 - 8	3 - 6
Fertilización	Mínimo	Imprescindible
Material de producción y tiempo de vida	Bolsas de polietileno - 1 año	Tubetes de polipropileno - 8 años
Rendimientos operacionales		
Llenado de sustrato/jornal	800 bolsas de 4" x 7"	5000 tubetes de 53 cc
Siembra directa	No se realiza	4000 tubetes de 53 cc
Nº personal para producir 1 millón de plantas	40 - 50 obreros	8 - 10 obreros

Fuente: Bravo, (2010)

4.5.16. Contenedores: bandejas y tubetes

Quispe & Ramos, (2018) indican que la selección de bandejas y tubetes está en función a la especie, tamaño de semilla y las condiciones climáticas de la zona de producción. El tipo de contenedores que se utilizan para el pino y eucalipto en la parte de la selva se utiliza el T53 y en la sierra tubetes de T115, para el café, se utilizan en T115 y otros T180. Los diferentes tipos de tubetes de acuerdo a su capacidad (cm³) son: T53, T115, T180, T280, T345, T450 y T3800, con las bandejas PT187, PT96 y PT54, respectivamente.

4.5.17. Características de las bandejas y tubetes

Quispe & Ramos, (2018) mencionan lo siguiente:

- Fabricados con polipropileno, con UV al 3%, para proteger de los rayos solares.
- Tiempo de vida útil es más de 10 años, con un buen cuidado, pueden durar más.
- Los tubetes tienen estrías verticales internas, para el correcto enraizamiento.
- Facilita el drenaje de agua y el auto poda de raíces.

Tabla 4: *Características técnicas de los tubetes*

Características	Tubete - Código			
	T 53	T115	T180	T280
Capacidad (cm ³)	53	115	115	280
Peso (g) (+/-2)	10	17	17	30
Diámetro externo superior (mm) (+/-1)	34	46	46	63
Diámetro interno superior (mm) (+/-1)	28	37	37	50
Altura (mm) (+/-1)	125	141	141	173
Diámetro agujero inferior (mm) (+/-1)	13	16	16	20
Estrías interiores: verticales, rectas	6	6	6	8
Color	Negro	Negro	Negro	Negro
Material de fabricación	Polipropileno	Polipropileno	Polipropileno	Polipropileno

Fuente: Quispe & Ramos, (2018)

Figura 6: Tubetes para producción de plantas forestales.



Fuente: Quispe & Ramos, (2018)

Tabla 5. Características técnicas de las bandejas

Características	Tubete - Código		
	PT 187	PT 96	PT 54
Tipo de tubetes	T53	T115	T180, T280, T345, T450
N° cavidades cuadradas	187	96	54
Forma de cavidades	Cuadrada	Cuadrada	Cuadrada
Dimensiones de cavidades (mm) (+/-2)	30x30	40x40	54x54
Peso (g) (+/-5%)	1400	1350	1350
Altura máxima (mm) (+/-2)	204	204	204
Dimensión superior (mm) (+/-2)	400x606	400x606	400x606
Dimensión inferior (mm) (mínimo) (+/-2)	454 x 660	454x660	454x660
Color	Negro	Negro	Negro
Material de fabricación	Polipropileno	Polipropileno	Polipropileno

Fuente: Quispe & Ramos, (2018)

Figura 7: Bandeja de 96 celdas



Fuente: Quispe & Ramos, (2018)

4.5.18. Ventajas de uso de contenedores y tubetes.

Quispe & Ramos, (2018) mencionan lo siguiente:

- Poda natural de las raíces.
- Facilidad en la carga y descarga.
- Reducido espacio para el proceso productivo.
- Mínimo control fitosanitario.
- Eliminación definitiva de la raíz torcida y del enrollamiento en la base.
- Uso de poca cantidad de sustrato para la producción de mayor cantidad de plantas

4.5.19. Manejo de plantas en los envases

Piñuela & Perez, (2013) indican lo siguiente:

- a) **Riego:** se recomienda regar diariamente después del trasplante, mantener húmedo sin encharcamiento.
- b) **Sombra:** mantener en sombra hasta que se formen las nuevas raíces, esto se ve cuando empieza crecer hojas nuevas
- c) **Desmalezado:** Se arrancan las malezas de forma manual que crecen junto con la planta en cada envase, también se puede utilizar desmalezadora u otra herramienta manual.

4.5.20. Sistemas de riego en contenedores

Dumroese, Landis, Wilkinson, & Escobar, (2012) indican que la mejor forma de regar, en los viveros tecnificados, dependerá mucho del tamaño y del requerimiento de agua de la planta. Los viveros grandes utilizan un sistema de riego automático con microaspersores.

También se aplica fertirriego que consiste en inyectar fertilizante líquido durante el riego. Son utilizados en viveros que producen plantas en contenedores. Se aplica los nutrientes y minerales de manera exacta la cantidad y concentración de acuerdo al requerimiento de la planta, en el momento justo, de manera muy uniforme.

4.5.21. Índice de calidad de Dickson (ICD)

Dickson, Leaf & Hosner, (1960) plantea una fórmula a partir de otros índices que facilitan determinar la calidad de la planta específicamente para cada situación que se requiera, principalmente permite evaluar adecuadamente las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra, y de esta manera se podrá predecir su comportamiento de la planta en el terreno definitivo, para calcular la calidad de planta se utiliza la siguiente fórmula.

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

Tabla 6: Valores para calificar la calidad de planta con crecimiento normal en especies forestales.

Características	Variable	Calidad e intervalo		
		Alta	Media	Baja
Morfológicos	Altura (cm)	15.0-25.	10.0-14.9	< 10.0
	Diámetro basal (mm)	≥ 4.0	2.5-3.9	< 2.5
	Relación Altura/Diámetro basal	< 6.0	6.1-8.0	> 8.0
	Relación Altura: Longitud de raíz	≤ 2	2.1-2.5	> 2.5
	Relación Biomasa seca aérea/Biomasa seca raíz	1.5-20	2.1-2.5	> 2.5
	Índice de Calidad de Dickson	≥ 0.50	0.49-0.20	< 0.20

Fuente: Dickson, Leaf & Hosner. (1960)

4.5.21.1. Índice de Dickson en otras investigaciones

Juan de Dios, (2015) sostiene que en la de investigación realizada al calcular índice de Dickson se obtuvo los siguientes datos, el tratamiento con sustrato preparado sunshine premix más mecplant más micorriza *Boletus edulis* para *Pinus tecunumanii* se obtuvo un índice de 0.739, lo cual se considera una planta de calidad, mientras que el Testigo mecplant sin micorriza, obtuvo índices de 0.208, lo que significa una planta de baja calidad.

4.6. Conceptos de términos utilizados

Vivero: Es el terreno destinado para almacenar, cultivar todo tipo de plantas pequeñas.

Deshierbar: Practica silvicultural que consiste en quitar las plantas indeseables de un cultivo.

Humus: Abono orgánico que se obtienen del estiércol de la lombriz rico en microorganismos benéficos.

Compost: Tierra resultante de la descomposición de restos orgánicos vegetales y animales.

Biosólido: Son residuos orgánicos sólidos que resultan del tratamiento de aguas residuales procesadas.

Tubete: Es un envase de plástico de color negro con un orificio en la parte superior y en la parte inferior.

Bandeja: Son recipientes de polietileno con orificios, sostiene a los tubetes con las plantas.

Microaspersor: Es un emisor que suministra agua mediante gotas muy finas de manera uniforme, tiene menor radio de alcance.

Micorriza: Es la asociación simbiótica entre el hongo y la raíz de una planta.

Mecplant: Sustrato prefabricado destinado para la producción de plantas en tubetes.

Inoculación: Proceso artificial en donde se pone en contacto la raíz de una planta con un hongo micorrítico.

Micelio: Es una estructura de los hongos que se asemeja a una raíz, consiste en una masa de hifas ramificadas que forman la parte vegetativa de los hongos, cumple la función de simbiosis y la descomposición.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Experimental – cuantitativa

- Experimental, porque se hizo la manipulación directa de los tratamientos que fueron colocados de manera aleatoria, para poder evaluar de manera correcta.
- Cuantitativa, porque se obtienen datos reales al evaluar el experimento, como número de plantas vivas, altura de planta, longitud de raíz, diámetro de tallo, número de raíces, peso seco, peso fresco de la planta. Estos resultados obtenidos de la evaluación se basarán en la estadística.

5.2. Ubicación temporal y espacial

Este trabajo de investigación se realizó en la campaña forestal 2019-2020 con una duración de 5 meses del 10 febrero al 10 de agosto, está ubicado en el potrero D1, bloque I2 del vivero agroforestal de K'ayra-Cusco de la Facultad de Agronomía y Zootecnia.

- **Ubicación política**

Región: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: San Jerónimo

Lugar: Vivero agroforestal de K'ayra

- **Ubicación Geográfica**

Altitud: 3238 m.

Latitud: 13° 33' 24.9" sur

Longitud: 71° 52' 29.8" oeste

- **Ubicación Hidrográfica**

Cuenca: Vilcanota
Sub Cuenca: Huatanay
Micro cuenca: Huanacauri

- **Ubicación ecológica**

Holdridge, (1967) menciona que el Centro Agronómico de K'ayra se ubica en una zona de vida de Bosque Seco-Montano bajo Subtropical (bh-MBS), con una precipitación anual 400- 600 mm y una temperatura promedio anual de 15°C con humedad relativa promedio 60 % anual.

5.3. Clima

Los datos climáticos para esta investigación fueron obtenidos de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI- Perú, de la estación meteorológica de K'ayra.

- **Temperatura**

Según los datos climáticos durante la evaluación del experimento que duro 6 meses se tuvo una temperatura media mensual promedio de 12.60 °C, así mismo se registró una mayor temperatura media en el mes de marzo de 14.52 °C, también se registró la temperatura mínima media de 11.03 °C en el mes de junio, el mes que tuvo la máxima temperatura fue julio con 22.59 °C y el mes de julio se registró una mínima temperatura -0.32°C.

- **Humedad relativa**

Durante los meses que duro el experimento se registró una humedad relativa promedio 72.51 %, el mes que se registró una humedad relativa máxima fue en febrero 79.81 % y la mínima en el mes de julio 66.73 %.

- **Precipitación**

Para el presente experimento se registró una precipitación promedio mensual de 2.18 mm/mes alcanzando el máximo de 5.29 mm el mes de febrero y una precipitación mínima de 0 mm en el mes de junio.

5.4. Materiales

5.4.1. Material genético

- Se utilizó almácigo de pino (*Pinus radiata D. Don*).

5.4.2. Material en estudio

- Humus de Lombriz
- Compost
- Biosólido tipo A
- Suelo con hongo micorrítico
- Micorriza *Boletus edulis*

5.4.3. Herramientas

- Wincha
- Pala
- Pico
- Martillo
- Carretilla
- Zaranda

5.4.4. Material de campo

- Cuaderno de Campo.
- Malla raschel 60% de sombra
- Plástico
- Microaspersores
- Bandejas con 96 celdas con Tubetes T115
- Triplay
- Clavos de 2" y 3"
- Alambre de 16"
- Etiquetas
- Rafia

5.4.5. Equipos

- Balanza de precisión
- Vernier
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Calculadora
- Regla de 30cm

5.5. Metodología

5.5.1. Diseño experimental

El tipo de diseño experimental que se utilizó para la presente investigación fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial 3Ax2B que contó con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) a nivel alfa 0.05 (95%) y 0.01 (99%) para poder determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, posteriormente se realizó la prueba comparativa de Tukey al 95 % y 99%.

5.5.2. Factores en estudio

a) Se tiene como factor A en estudio tres sustratos como son:

- Humus de lombriz
- Compost
- Biosólido tipo A

b) Como factor B tenemos 2 fuentes de micorriza que son:

- *Boletus edulis*
- Tierra con micorriza

5.5.3. Dimensiones del campo experimental

- Largo: 10 m
- Ancho: 3 m
- Área total: 30 m²
- Área neta: 2.38 m²

5.5.4. Características de los bloques

- Largo: 3.50 m
- Ancho: 68 cm
- Distanciamiento entre bloques: 1m
- Número de bloques: 4
- Número de calles: 3

5.5.5. Características de los tratamientos (bandejas)

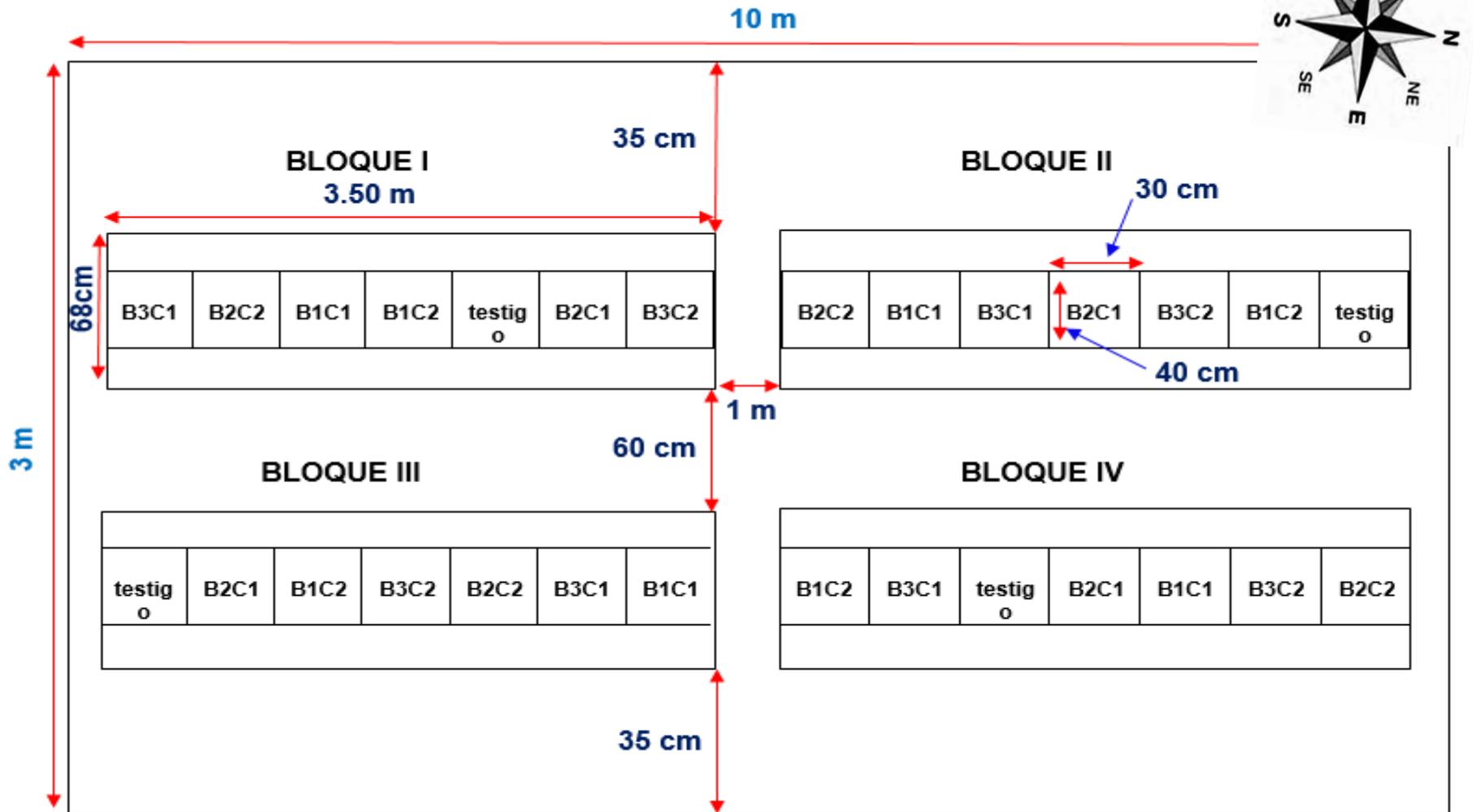
- Ancho: 40cm
- Largo: 60cm
- Capacidad: 96 tubetes

5.5.6. Descripción de los tratamientos

Tabla 7: Clave y descripción de los tratamientos de estudio

N°	Clave	Tratamientos	Descripción
1	A1	B1 A1B1	Humus de lombriz + micorriza <i>Boletus edulis</i> + tierra agrícola
2		B2 A1B2	Humus de lombriz + tierra micorrítico (tierra de pino con micorriza) + tierra agrícola
3	A2	B1 A2B1	Compost + micorriza <i>Boletus edulis</i> + tierra agrícola
4		B2 A2B2	Compost + tierra micorrítico (tierra de pino con micorriza) + tierra agrícola
5	A3	B1 A3B1	Biosólido + micorriza <i>Boletus edulis</i> + tierra agrícola
6		B2 A3B2	Biosólido + tierra micorrítico (tierra de pino con micorriza) + tierra agrícola
7	Testigo	Sustrato comercial mecplant	

5.5.7. Croquis de distribución



5.5.8. Población y muestra

5.5.8.1. Población de plantones

La investigación se contó con 6 tratamientos más 1 testigo, con 4 repeticiones cada tratamiento distribuido en 4 bloques al azar, cada tratamiento estuvo conformado con 48 plantas. En cada bloque con 336 plantas, sumando una población total de 1344 plantas de pino.

5.5.8.2. Muestra para la evaluación

La muestra se obtuvo de cada tratamiento que cuenta de 48 plantas, se escogió 10 plantas como muestras al azar, obteniendo un total de 70 muestras por bloque y de los 4 bloques un total 280 muestras que se evaluó y se realizó el análisis estadístico correspondiente.

5.5.8.3. Grupo experimental

T1: 192 plantas de pino radiata con humus de lombriz (20kg) más micorriza comercial *Boletus edulis* (250gr) y tierra agrícola (15kg).

T2: 192 plantas de pino radiata con humus de lombriz (20kg) más tierra micorrizada (3 kg) y tierra agrícola (15kg).

T3: 192 plantas de pino radiata con compost (20kg) más micorriza comercial *Boletus edulis* (250gr) y tierra agrícola (15kg).

T4: 192 plantas de pino radiata con compost (20kg) más tierra micorrizada (3 kg) y tierra agrícola (15kg).

T5: 192 plantas de pino radiata con biosólido (20kg) más micorriza comercial *Boletus edulis* (250gr) y tierra agrícola (15kg).

T6: 192 plantas de pino radiata con biosólido (20kg) más tierra micorrizada (3 kg) y tierra agrícola (15kg).

T7: 192 plantas de pino radiata con sustrato mecplant (20kg), sin micorriza.

5.5.9. Conducción del experimento

5.5.9.1. Fase de campo

a) Recolección de sustratos

Se compró los sustratos humus de lombriz, compost, biosólido tipo A y para el testigo mecplant, la cantidad comprada en total fue de 25 kg de humus y compost, el biosólido se adquirió un saco de 50 kg, mecplant de 12 kg. Todos estos sustratos se trasladaron al vivero agroforestal de K'ayra.

b) Recolección de tierra agrícola

Se removió la tierra agrícola en el mismo vivero agroforestal, el volumen recolectado fue de dos carretillas en total.

c) Recolección de tierra con micorriza

Se recolectó tierra con micorriza de las plantaciones de pino radiata, según la recomendación las plantaciones de pino tienen que ser mayores de 10 años, la recolección se realizó cerca al lugar donde se instaló el experimento y luego se trasladó al vivero agroforestal, el volumen recolectado fue de una carretilla en total. La cantidad de micorriza en el suelo en promedio es de 10 esporas en un gramo de suelo según las revisiones de antecedentes.

5.5.9.2. Fase de vivero

a) Limpieza y nivelación de terreno

En esta actividad se eliminaron las malezas que había dentro del terreno donde se instaló la investigación y se realizó la limpieza correspondiente, posteriormente se realizó la nivelación de terreno que consiste en rellenar tierra en lugares hondos para colocar las mesas de producción.

b) Techado del vivero

Para el techado se realizó el tinglado de alambre de 14", luego se tendió la malla raschel de 65% de sombra y se cosió con rafia a los alambres. En los meses lluviosos febrero y marzo no se tapó los costados del vivero para evitar el exceso de humedad, los meses de secos se tapó completamente el vivero para mantener humedad.

c) Preparación de las mesas de producción

Esta actividad consistió en trasladar 4 mesas de producción de metal dentro del vivero y se colocó a 60 cm de distancia, dejando los espacios para las calles. En las mesas se colocaron triplay bien sujetadas para que puedan sostener las bandejas, luego se forró con plástico para proteger del agua.

d) Instalación de sistema de riego

Para producir en bandejas el riego se realiza mediante microaspersores para producir gotas finas, Para lo cual se hizo parar tres postes de 1.80m de altura al medio de los bloques, se extendió un alambre en los postes y se sujetó la manguera de $\frac{3}{4}$ y luego se colocó los micro aspersores a una distancia de 1m, la frecuencia de riego se realizó interdiario y cada tres días de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona.

e) Zarandeo de sustratos

Los sustratos humus de lombriz, compost, biosólido tipo A y tierra agrícola se procedieron a zarandear independientemente cada uno para separar de las piedras, partículas grandes y terrones que puede haber, también se zarandéó la tierra micorrizada.

f) Pesado de los sustratos

Se procedió a pesar cada sustrato en el siguiente orden: humus de lombriz 20 kg, compost 20 Kg, biosólido tipo A 20 kg, y tierra agrícola 45kg en total, para el testigo 12 kg de mecplant.

g) Preparación de sustrato

En esta actividad la preparación se hizo la mezcla homogénea con una pala para cada tratamiento, en total se preparó 35 kg y la dosis mezclada fue de 3:1

20 kg de humus de lombriz más 15 kg de tierra agrícola.

20 kg de compost más 15 kg de tierra agrícola.

20 kg de biosólido Tipo A más 15 kg de tierra agrícola.

h) inoculación con micorriza

Existen varios métodos de inoculación, para la presente investigación se utilizó las más comunes y más efectivos que son:

- Inoculación con tierra micorrizada
- Inoculación con micorriza comercial
- **Inoculación con micorriza comercial (*Boletus edulis*)**

En esta actividad se usó un método que consiste en mezclar la micorriza con el sustrato antes del repique, en este experimento se utilizó humus de lombriz preparado con tierra agrícola, compost preparado con tierra agrícola y biosólido Tipo A preparado con tierra agrícola, a cada sustrato se le incorporó micorriza comercial una cantidad de 250 gr por tratamiento, recomendado según la revisión de antecedentes.

- **Inoculación con tierra micorriza**

También se utilizó el mismo método que consiste, en mezclar humus de lombriz preparado con tierra agrícola, compost preparado con tierra agrícola y biosólido Tipo A preparado con tierra agrícola, se le añadió tierra con micorriza recolectado de los bosques de pino una proporción de 3kg por tratamiento dosis recomendado según las revisiones de antecedentes.

i) Desinfección de bandejas

Se procedió a lavar cada una de los tubetes, luego se procedió a desinfectar en una tina con desinfectante, para este proceso se utilizó formol con una dosis de medio litro de formol por 20 litros de agua. Posteriormente se puso a secar los tubetes.

j) Llenado de bandejas

Para este sistema de producción se utilizó bandejas de polipropileno de color negro de 96 celdas con tubetes de T115 (cm^3 de sustrato). Esta actividad consiste en llenar los tubetes con sustrato preparado, en total se llenó 1344 tubetes 14 bandejas, cada bandeja contiene dos tratamientos a 48 plantas.

k) Repique

Previo a esta actividad el sustrato tiene que tener una humedad de capacidad de campo, para esta actividad se hizo unos hoyos en todos los tubetes con sustrato, luego se introdujo en los tubetes de T115 (cm^3 de sustrato) las plántulas de pino cortando las raíces $\frac{3}{4}$ partes y se llena el hoyo con sustrato que corresponda. El almacigo se adquirió del vivero de Ccorao con un tiempo de tres meses, las plántulas tenían una altura promedio de 5 cm. Después del repique se hizo un riego manual con una regadora.

l) Aplicación de abonos foliares

Se aplicó foliar aminovigor 3 ml por 1 litro de agua cada 30 días, para poder ayudar a la planta en el crecimiento de las hojas, también se aplicó fertilizantes líquidos solución A la molina (macronutrientes) una dosis de 18ml por 6 litros de agua después de cada riego esto para poder restituir nutrientes al sustrato que se pierden durante el riego.

m) Deshierbe

Se realizó tres meses después del repique, consistió en eliminar malezas que crecían junto con las plántulas de pino, también se procedió a eliminar malezas dentro del área del experimento, esta actividad se realizó cada 30 días durante el todo el periodo que duro el experimento.

5.6. Evaluación de las variables agronómicas

5.6.1. Durante el proceso del experimento

5.6.1.1. Porcentaje de prendimiento

Esta actividad se realizó después de 30 días del repique de las plántulas, consistió en un conteo de cada tratamiento las plantas muertas. Estos datos son expresados en porcentajes (%), la fórmula que se empleó para hallar el porcentaje de prendimiento es:

$$\%P = \frac{NPV}{NPT} \times 100$$

%P: Porcentaje de prendimiento

NPV: Número de plantas vivas

NPT: Número de población total

5.6.1.2. Altura de planta (cm)

La evaluación se realizó cada mes, quiere decir a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después del repique de las plántulas, el criterio que se tomó para la evaluación fue retirar de la bandeja 10 plantas etiquetadas anteriormente (muestras), de manera ordenada del 1 al 10 para luego medir con una regla de 30 cm, desde el cuello de la planta hasta el ápice y estos datos fueron anotados en una libreta, este mismo procedimiento se realizó para todos los tratamientos de los 4 bloques.

5.6.1.3. Diámetro del tallo (mm)

Se evaluó un mes después del repique de las plántulas, hasta los 5 meses. La evaluación se hizo a 10 plantas muestreadas de cada tratamiento, consistió en medir con un vernier en el punto medio del cuello y el ápice de la planta, estos datos fueron anotados en una libreta de campo.

5.6.2. Al finalizar del experimento

5.6.2.1. Longitud de raíz (cm)

Se evaluó al culminar el periodo de la investigación, a los 5 meses después del repique esto para no interferir en el desarrollo normal de la planta, el criterio de la evaluación fue retirar la planta seleccionada de los tubetes limpiando la raíz. Se procedió a medir con una regla de 30 cm la raíz más larga desde la parte que se origina la raíz hasta la parte terminal de esta, los datos son registrados en una libreta.

5.6.2.2. Número de raíces (N°)

También se evaluó a los 5 meses después de la instalación del experimento consistió en contar las raíces secundarias que se desarrollaron y los datos se apuntaron a una libreta.

5.6.2.3. Peso fresco (gr)

Esta actividad consistió en retirar la planta de los tubetes, se hizo la limpieza de las raíces y luego se procedió a pesar en una balanza de precisión toda la planta de cada tratamiento.

5.6.2.4. Peso seco (gr)

Para determinar el peso seco se realizó al concluir el experimento a los 5 meses, en esta actividad se pondrán a secar las plantas, para lo cual se llevó las muestras una vez limpiadas a una estufa para poner a secar durante 24 horas a 96°C, durante este proceso la planta muere, una vez transcurridos las 24 horas se procedió a pesar las muestras en una balanza de precisión primero toda la planta, luego solo el tallo y después las raíces, los datos fueron apuntados en una libreta con la finalidad de hallar el índice de Dickson.

5.6.3. Cálculo de Índice de calidad de Dickson

Para determinar el índice de Dickson se evaluó las siguientes variables: altura de las plantas (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm), biomasa seca de la parte aérea (gr) y sistema radicular (gr); con ellas se determinó la calidad de planta y el tratamiento con mayor calidad de planta para llevar al terreno definitivo.

Tratamiento (T2) humus con tierra micorrizada

Fórmula general

$$CD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (gr)}}{\left(\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}} \right) + \left(\frac{\text{Peso seco parte aérea (gr)}}{\text{Peso seco raíz (gr)}} \right)}$$

$$CD = \frac{1.53}{\frac{14.9}{2.92} + \frac{0.92}{0.61}}$$

CD = 0.23 calidad media de planta

5.6.4. Cálculo de costo de producción

Para hallar el costo de producción se tomó en cuenta el precio de los insumos y materiales que se utilizó en el experimento, para el total de plantas de cada tratamiento se le restó las plantas muertas, se consideró el precio en broza, referenciado en el precio actual de la planta de pino en el mercado que es de 1.50 soles cada planta.

Los insumos que se compró fueron: humus de lombriz total 25 kg a 2.00 soles el kilo, compost 25 kg a 1.00 soles el kilo, 01 saco de biosólido tipo A de 50 kg a 40.00 soles de los cuales se utilizó solo 20 kilos, sustrato preparado mecplant 12 kg a 7.00 soles el kilo, foliar aminovigor $\frac{1}{4}$ de litro a 35.00 soles, solución la Molina A (macronutrientes) 1 litro a 60.00 soles, formol 1 litro a 10.00 soles y micorriza 1 kilo a 15.00 soles.

Los materiales que se compró son: 10 kilos de alambre galvanizado n° 14 a 4.00 soles el kilo, 30 metros de malla raschel de 65 % de sombra a 5.00 soles cada metro, rollizos de 4" x 3 m 6 unidades a 15.00 soles, 1 kilos de clavo de 2" a 4.00 soles, clavos de 1/2" medio kilo a 5.00 soles, rafia un rollo a 15.00 soles, triplay 3 unidades a 25.00 soles cada triplay, 16 bandejas con tubetes a 50 soles cada uno, manguera de 3/4 20 metros a 0.80 soles, 6 microaspersores a 4.00 soles la unidad, un llave de paso $\frac{3}{4}$ a 5.00 soles, codo de manguera $\frac{3}{4}$ a 8.00 soles, 7 metros de plástico de 1.50m de altura a 2.50 soles el metro.

- **Beneficio bruto o ingreso bruto**

Para hallar el beneficio bruto del tratamiento (T2) humus con tierra micorrizada, para el rendimiento se consideró el total de plantas 192 menos las plantas muertas 6, para el precio se consideró el precio de la planta de 1.50 soles la unidad (precio en broza).

$$\textit{Beneficio bruto} = \textit{Rendimiento} \times \textit{Precio}$$

$$BB = 186 \textit{ plantas} \times 1.50 \textit{ soles}$$

$$BB = 279 \textit{ soles/planta}$$

- **Costo total**

Para hallar costo total, primero se realizó el cálculo del costo directo que es la suma de los costos de materiales de acondicionamiento, insumos, mano de obra y labores culturales, para el costo indirecto se consideró gastos administrativos del 5%.

$$\textit{Costo total} = \textit{Costo directo} + \textit{Costo indirecto}$$

$$CT = 266.87 \textit{ soles} + 8.34 \textit{ soles}$$

$$CT = 275.21 \textit{ soles}$$

- **Beneficio neto o ingreso neto**

Para hallar beneficio neto se realizó el cálculo para cada tratamiento, para este caso se calculó para el tratamiento dos que tiene un beneficio bruto de 279 soles y costo total de 275.21 soles.

$$\textit{Beneficio neto} = \textit{Beneficio bruto} - \textit{Costos totales}$$

$$BN = 279 \textit{ soles} - 275.21 \textit{ soles}$$

$$BN = 3.79 \textit{ soles}$$

- **Costo unitario**

Para hallar el costo unitario se realiza el cálculo para cada tratamiento, para este caso se calculó para el tratamiento dos que tiene un costo total de 275.21 soles y un rendimiento 186 plantas vivas.

$$CU = \frac{\text{Costo total de cada tratamiento}}{\text{N° de plantas vivas por tratamiento}}$$

$$CU = \frac{275.21 \text{ soles}}{186 \text{ plantas}}$$

$$CU = 1.48 \text{ soles/planta}$$

- **Tasa interna de retorno**

Para hallar la tasa interna de retorno se realizó el cálculo para cada tratamiento, para este caso se calculó para el tratamiento dos que tiene un beneficio bruto de 279 soles y costo total de 275.21 soles.

$$TIR = \frac{\text{Beneficio bruto} - \text{Costo total}}{\text{Costo total}} * 100$$

$$TIR = \frac{279 \text{ soles} - 275.21 \text{ soles}}{275.21 \text{ soles}} * 100$$

$$TIR = 1.38\%$$

VI. RESULTADOS

6.1. Prendimiento de las plantas

Tabla 8: *Prendimiento de la planta a los 30 días en porcentajes*

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosolido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloques
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	94	96	85	90	73	81	94	613	88
II	96	98	81	81	77	73	90	596	85
III	98	96	83	88	75	75	92	606	87
IV	90	98	77	75	75	77	88	579	83
Suma	377	388	327	333	300	306	362	2394	
Promedio	94	97	82	83	75	77	91		85

Tabla 9: *Análisis de varianza para el prendimiento de planta*

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	71.46210	23.82070	1.92	3.29	5.42	NS	NS
A	2	1618.8785	809.43924	65.38	3.68	6.36	*	*
B	1	21.88860	21.88860	1.77	4.54	8.68	NS	NS
AB	2	1.44908	0.72454	0.06	3.68	6.36	NS	NS
Error	15	185.72035	12.38136					
Total	23	1899.39860						

Como se muestra en la tabla 9, según el análisis de varianza para prendimiento de planta a los 30 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo puesto que el F calculado es de 1.92 menor al F tabulado.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existen significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas no existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para la Interacción AB, entre los tres sustratos aplicados no hay interacción con los dos tipos de micorriza, no existe significancia al 95% y 99% de confianza

Coeficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{2.85}}{40.63} \times 100$$

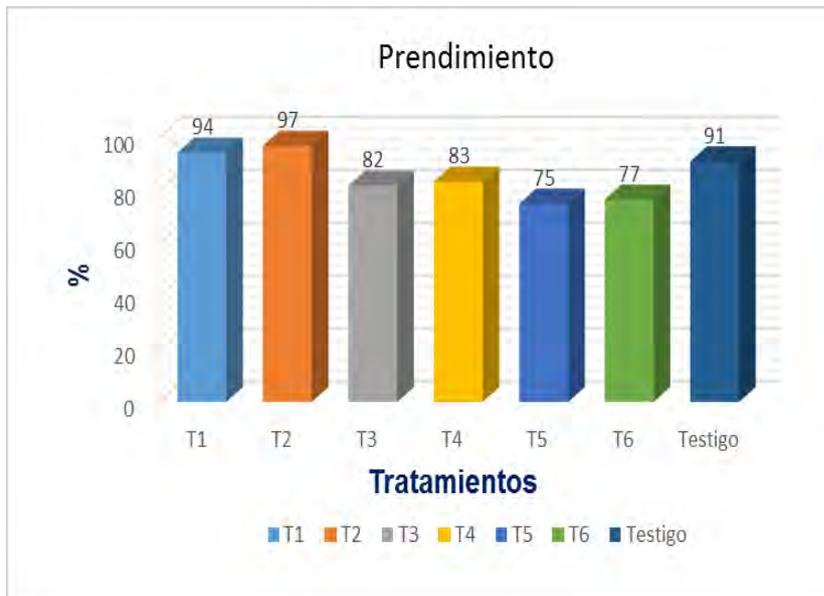
$$CV = 4.16 \%$$

El coeficiente de variabilidad de 4.16 % es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, demuestra alta confiabilidad de los resultados.

Tabla 10: Promedio de tratamientos para prendimiento de planta

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio en %
I	Humus con tierra micorrizada	97
II	Humus con micorriza comercial	94
III	Sustrato mecplant	91
IV	Compost con tierra micorrizada	83
V	Compost micorriza comercial	82
VI	Biosolido con tierra micorrizada	77
VII	Biosolido con micorriza comercial	75

Figura 8: *Porcentaje de prendimiento de la planta*



Según el figura N°8, se observa que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada obtiene el mejor prendimiento a los 30 días después del repique alcanzando un promedio de 97 % de prendimiento, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 94 % de prendimiento, seguido por el testigo, T4 compost con tierra micorrizada, T3 compost con micorriza comercial y T6 biosolido con tierra micorrizada con 91, 83, 82 y 77 % respectivamente, quedando como último lugar T5 biosolido con micorriza comercial con 75 %.

Tabla 11: *Prueba de Tukey entre sustratos para el prendimiento*

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Humus	96	a	a
II	Compost	83	b	b
III	Biosolido	76	c	c

Según la tabla 11, se observa los resultados de la prueba Tukey, que separan las medias de los sustratos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz alcanzó un promedio de 96 % de prendimiento y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y hasta con 99% de confianza.

El sustrato compost alcanzó un promedio de 83% de prendimiento y es estadísticamente superior al sustrato restante con 99% de confianza. El sustrato biosólido alcanzó 76% de prendimiento y es estadísticamente inferior a los dos sustratos con un nivel de significancia del 95 % y 99% de confianza.

6.2. Características agronómicas

6.2.1. Altura de planta

Tabla 12: *Altura de planta a los 30 días*

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloques
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	6.94	7.09	6.67	6.90	6.52	6.52	6.88	47.52	6.79
II	6.86	6.98	6.68	6.85	6.50	6.53	6.85	47.25	6.75
III	6.91	6.95	6.70	6.82	6.54	6.52	6.87	47.31	6.76
IV	6.93	7.00	6.78	6.81	6.51	6.55	6.87	47.45	6.78
Suma	27.64	28.02	26.83	27.38	26.07	26.12	27.47	189.53	
Promedio	6.91	7.01	6.71	6.85	6.52	6.53	6.87		6.77

Tabla 13: Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.00645	0.00215	1.46	3.29	5.42	NS	NS
A	2	0.75933	0.37966	257.69	3.68	6.36	*	*
B	1	0.04002	0.04002	27.16	4.54	8.68	*	*
AB	2	0.01616	0.00808	5.48	3.68	6.36	*	NS
Error	15	0.02210	0.00147					
Total	23	0.84405						

En la tabla 13, según el análisis de varianza para altura de planta a los 30 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo puesto que el F calculado es de 1.46 menor al F tabulado.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existen significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas existe significancia 95% y 99% de confianza.

Para la Interacción AB, entre los tres sustratos aplicados hay una interacción con los dos tipos de micorriza con 95% de significancia y con 99% no existe interacción entre sustrato y micorriza.

Coefficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.087095}}{6.75} \times 100$$

$$CV = 4.36\%$$

El coeficiente de variabilidad es de 4.36%, es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, esto demuestra alta confiabilidad de los resultados.

Tabla 14: Promedio de tratamientos para altura de planta a los 30 días

Orden de méritos	Tratamientos	Promedio
I	Humus con tierra micorrizada	7.01
II	Humus con micorriza comercial	6.91
III	Sustrato mecplant	6.87
IV	Compost con tierra micorrizada	6.85
V	Compost con micorriza comercial	6.71
VI	Biosolido con tierra micorrizada	6.53
VII	Biosolido con micorriza comercial	6.52

Figura 9: Altura de planta a los 30 días



Según la figura número 9, se puede observar que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada obtiene el mejor altura a los 30 días después del repique alcanzando 7.01cm, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 6.91cm, seguido por el testigo, T4 compost con tierra micorrizada, T3 compost con micorriza comercial y T6 biosolido con tierra micorrizada con 6.87, 6.85, 6.71 y 6.53 cm respectivamente, quedando como último lugar T5 biosolido con micorriza comercial con 6.52 cm.

Tabla 15: Prueba de Tukey entre sustratos para altura de planta

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS	
			0.05	0.01
I	Humus	6.96	a	a
II	Compost	6.78	b	b
III	Biosolido	6.52	c	c

Se muestra en la tabla 15, los resultados de la prueba Tukey, que separan los promedios de los sustratos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre los promedios. El sustrato humus de lombriz alcanzó un promedio de 6.96 cm de altura y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y hasta con 99% de confianza.

El sustrato compost alcanzó un promedio de 6.78cm de altura de planta y estadísticamente inferior al humus y a su vez superior al biosolido con 99% de confianza.

El sustrato biosolido alcanzó un promedio de 6.52 cm de altura y es estadísticamente inferior a los sustratos humus y compost con un nivel de significancia del 95 % y 99% de confianza.

Tabla 16: Prueba de Tukey entre micorrizas para altura de planta

Orden de mérito	Micorriza	Promedio	ALS	
			0.05	0.01
I	Tierra micorrizada	6.79	a	a
II	Micorriza comercial	6.71	b	b

Se muestra en la tabla 16, los resultados de la prueba Tukey para tipos de micorriza, la prueba separa los promedios en dos grupos, dentro de los cuales existen diferencias estadísticas entre los promedios.

Los niveles de aplicación de tierra micorrizada alcanza un promedio de 6.79cm y es estadísticamente superior a la micorriza comercial que alcanza un promedio de 6.71 cm con 95 % y 99% de confianza.

Tabla 17: Prueba Tukey para la interacción sustrato micorriza para altura de planta a los 30 días

O.M	Sustratos	Promedios	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Humus con tierra micorrizada	7.01	a	a
II	Humus con micorriza comercial	6.91	b	b
III	Compost con tierra micorrizada	6.85	b	b
IV	Compost con micorriza comercial	6.71	c	c
V	Biosolido con tierra micorrizada	6.53	d	d
VI	Biosolido con micorriza comercial	6.52	d	d

Según la tabla 17, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para la interacción de sustrato con micorriza, la prueba separa las medias de los sustratos en grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz con tierra micorrizada alcanzó un promedio de 7.01 cm y es estadísticamente superior, a los demás sustratos restantes hasta con 99 % de confianza.

El sustrato humus de lombriz con micorriza comercial y compost con tierra micorrizada, alcanzaron un promedio de 6.91 y 6.85 cm y son estadísticamente

iguales entre sí con 99% de confianza, el sustrato compost con micorriza comercial ocupó el tercer lugar con una confianza de 99%, los sustratos biosólido con tierra micorrizada y biosólido con micorriza comercial alcanzaron un promedio de 6.53 y 6.52 cm, ocupando el último lugar con un nivel de confianza del 99 %.

Tabla 18: *Altura de planta a los 150 días*

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloques
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	15.26	15.11	9.72	12.43	10.05	10.09	13.09	85.746	12.25
II	13.64	14.45	11.08	12.76	10.29	10.26	13.55	86.03	12.29
III	14.04	15.21	11.16	11.74	9.86	9.79	13.41	85.21	12.17
IV	13.80	14.84	10.17	10.81	9.99	9.92	13.37	82.9	11.84
Suma	56.74	59.61	42.126	47.74	40.19	40.06	53.42	339.886	
Promedio	14.19	14.90	10.53	11.94	10.05	10.02	13.36		12.14

Tabla 19: *Análisis de varianza para altura de planta a los 150 días*

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	1.03556	0.34519	1.06	3.29	5.42	NS	NS
A	2	87.37832	43.68916	134.40	3.68	6.36	*	*
B	1	2.90789	2.90789	8.95	4.54	8.68	*	*
AB	2	2.06346	1.03173	3.71	3.68	6.36	*	NS
Error	15	4.87608	0.32507					
Total	23	98.26131						

Según la tabla 19, el análisis de varianza para altura de planta a los 150 días, en el bloque no hay significancia con 99% de confianza, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para la Interacción AB entre los tres sustratos aplicados hay una interacción con los dos tipos de micorriza, existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Coefficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.32507194}}{11.94} \times 100$$

$$CV = 4.78\%$$

El coeficiente de variabilidad de 4.78 % es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, lo que demuestra confiabilidad de los resultados.

Tabla 20: Promedio de tratamientos para altura de planta a los 150 días

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio (cm)
I	Humus con tierra micorrizada	14.90
II	Humus con micorriza comercial	14.19
III	Sustrato mecplant	13.36
IV	Compost con tierra micorrizada	11.94
V	Compost con micorriza comercial	10.53
VI	Biosolido con tierra micorrizada	10.05
VII	Biosolido con micorriza comercial	10.02

Figura 10: *Altura de planta a los 150 días*



En la figura N°10, se puede observar que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada obtiene el mejor altura a los 150 días después del repique alcanzando 14.90 cm, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 14.19 cm, seguido por el testigo, T4 compost con tierra micorrizada, T3 compost con micorriza comercial y T6 biosolido con tierra micorrizada con 13.36, 11.94, 10.53 y 10.05 cm respectivamente, quedando como último lugar T5 biosolido con micorriza comercial con 10.02 cm.

Tabla 21: *Prueba de Tukey entre sustratos para altura de planta a los 150 días*

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS	
			0.05	0.01
I	Humus	14.54	a	a
II	Compost	11.23	b	b
III	Biosolido	10.03	c	c

Según la tabla 21, se muestra los resultados de la prueba Tukey, que separan los promedios de los sustratos en tres grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato Humus de lombriz alcanzó un promedio de 14.54 cm de altura, estadísticamente es superior a los dos sustratos restantes con 95% y 99% de confianza.

El sustrato compost alcanzó un promedio de 11.23 cm de altura de planta y es estadísticamente superior al sustrato restante con 99% de confianza.

El sustrato biosólido alcanzó 10.03 cm de altura es estadísticamente inferior a los sustratos humus y compost con 95 % y 99% de confianza.

Tabla 22: Prueba de Tukey entre tipos de micorriza para altura de planta a los 150 días

Orden de mérito	Micorriza	Promedio	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Tierra micorrizada	12.28	a	a
II	Micorriza comercial	11.59	b	b

En la tabla 22, se muestra los resultados de la prueba Tukey para tipos de micorriza, la prueba separa los promedios en dos grupos homogéneos a y b, dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí, los niveles de aplicación de tierra micorrizada con un promedio de 6.79 cm, estadísticamente es superior a la micorriza comercial que tiene un promedio de 11.59 cm ocupando el último lugar con 95 y 99% de confianza.

Tabla 23: Prueba Tukey para la interacción sustrato micorriza

O.M	Sustratos	Promedios	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Humus con tierra micorrizada	14.90	a	a
II	Humus con micorriza comercial	14.19	a	a
III	Compost con tierra micorrizada	11.94	b	b
IV	Compost con micorriza comercial	10.53	c	c
V	Biosolido con tierra micorrizada	10.05	c	c
VI	Biosolido con micorriza comercial	10.02	c	c

Según la tabla 23, se muestra los resultados de la prueba Tukey para la interacción de sustrato con micorriza, la prueba separa las medias de los sustratos en tres grupos dentro de los cuales hay diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz con tierra micorrizada y micorriza comercial alcanzan un promedio de prendimiento 14.90 y 14.19 cm respectivamente y son estadísticamente iguales los promedios y a su vez superior a los sustratos restantes hasta con 99 % de confianza.

El sustrato compost con tierra micorrizada estadísticamente es inferior al sustrato humus y a la vez superior a los tres sustratos restantes con 99% de confianza.

Los sustratos compost con micorriza comercial, biosolido con tierra micorrizada, Biosolido con micorriza comercial alcanzaron un promedio de 10.53, 10.05 y 10.02 cm y son estadísticamente iguales entre sí, ocupan el último con 95% y 99 % de confianza.

6.2.2. Diámetro de tallo

Tabla 24: *Diámetro de tallo de la planta a los 30 días*

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloques
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	1.72	1.75	1.67	1.66	1.64	1.66	1.69	11.787	1.68
II	1.69	1.73	1.65	1.68	1.64	1.65	1.67	11.707	1.67
III	1.72	1.76	1.68	1.67	1.65	1.65	1.68	11.812	1.69
IV	1.70	1.74	1.67	1.69	1.65	1.66	1.69	11.8084	1.69
Suma	6.833	6.9784	6.663	6.701	6.586	6.621	6.732	47.1144	
Promedio	1.71	1.74	1.67	1.68	1.65	1.66	1.68		1.68

Tabla 25: *Análisis de varianza para diámetro de tallo de la planta a los 30 días*

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.00075	0.00025	2.34	3.29	5.42	NS	NS
A	2	0.02478	0.01239	116.13	3.68	6.36	*	*
B	1	0.00202	0.00202	18.91	4.54	8.68	*	*
AB	2	0.00111	0.00055	5.20	3.68	6.36	*	NS
Error	15	0.00160	0.00011					
Total	23	0.03025						

Según la tabla 25, se muestra el análisis de varianza, para diámetro de tallo a los 30 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo puesto que F calculado es 2.34 y es menor a F tabulado.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas existe significancia al 95% pero con 99% y 99% de confianza.

Para la Interacción AB, entre los tres sustratos aplicados hay una interacción con los dos tipos de micorriza, existe significancia al 95% de confianza, pero al 99% no existe significancia.

Coficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.00010667}}{1.68} \times 100$$

$$CV = 0.61\%$$

El coeficiente de variabilidad es de 0.61%, es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, lo que demuestra alta confiabilidad de los resultados.

Tabla 26: Promedio de tratamientos para diámetro de tallo a los 30 días

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio
I	Humus con tierra micorrizada	1.75
II	Humus con micorriza comercial	1.71
III	Sustrato mecplant	1.68
IV	Compost con tierra micorrizada	1.68
V	Compost con micorriza comercial	1.67
VI	Biosolido con tierra micorrizada	1.66
VII	Biosolido con micorriza comercial	1.65

Figura 11: *Diámetro de tallo a los 30 días*



Según la figura N°11, para diámetro de tallo a los 30 días se observa que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada obtiene una diferencia mínima de diámetro de tallo a los 30 días después del repique alcanzando 1.75 mm, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 1.71 mm, seguido por el testigo T4 compost con tierra micorrizada, T3 compost con micorriza comercial y T6 biosolido con tierra micorrizada con 1.68, 1.68, 1.67 y 1.66 mm respectivamente, quedando como último lugar T5 biosolido con micorriza comercial con 1.65 mm.

Tabla 27: *Prueba de Tukey entre sustratos para diámetro de tallo a los 30 días*

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS	
			0.05	0.01
I	Humus	1.73	a	a
II	Compost	1.67	b	b
III	Biosolido	1.65	c	c

Según la tabla 27, se observa los resultados de la prueba Tukey, que separan las medias de los sustratos en tres grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz alcanzó un promedio de 1.73 mm de diámetro de tallo y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y 99% de confianza.

El sustrato compost alcanzó un promedio de 1.67 mm de diámetro de tallo y es estadísticamente superior al sustrato restante con 99% de confianza.

El sustrato biosólido alcanzó 1.65 mm, es estadísticamente inferior a los otros sustratos con 95 % de confianza.

Tabla 28: Prueba de Tukey entre tipos de micorriza para diámetro de tallo a los 30 días

Orden de mérito	Micorriza	Media	ALS	
			0.05	0.01
I	Tierra micorrizada	1.69	a	a
II	Micorriza comercial	1.67	b	b

Según la tabla 28, se muestra los resultados de la prueba Tukey para tipos de micorriza, la prueba separa los promedios en dos grupos dentro de los cuales existe diferencias estadísticas entre sí. Los niveles de aplicación de tierra micorrizada con un promedio de 1.69 mm y es estadísticamente superior a la otra micorriza restante con un nivel de significancia del 95 %. La micorriza comercial obtuvo un promedio de 1.97 mm ocupa el último lugar con 99% de confianza.

Tabla 29: Prueba Tukey para la interacción sustrato micorriza

O.M	Sustratos	\bar{X}	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Humus con tierra micorrizada	1.75	a	a
II	Humus con micorriza comercial	1.71	b	b
III	Compost con tierra micorrizada	1.68	c	c
IV	Compost con micorriza comercial	1.67	c d	c d
V	Biosolido con tierra micorrizada	1.66	c d	c d
VI	Biosolido con micorriza comercial	1.65	d	d

Según la tabla 29, se muestra los resultados de la prueba Tukey para la interacción de sustrato con micorriza, la prueba separa las medias de los sustratos en cuatro grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz con tierra micorrizada alcanzó un promedio de 1.75 mm y es estadísticamente superior a los demás sustratos, hasta con 99 % de confianza.

Es sustrato compost con tierra micorrizada alcanzó un promedio de 1.68 mm ocupando el tercer lugar con 99% de confianza.

Los sustratos compost con tierra micorrizada, compost con micorriza comercial y Biosolido con tierra micorrizada alcanzaron un promedio de 1.68, 1.67 y 1.66 mm y son estadísticamente iguales entre sí hasta con 99% de confianza y el sustrato biosolido con micorriza comercial, alcanzó un promedio de 1.65 mm, ocupando el último lugar con 99 % de confianza.

Tabla 30: Diámetro de tallo de la planta a los 150 días

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio bloque
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	2.95	2.91	2.53	2.73	2.72	2.73	2.86	19.436	2.78
II	2.83	2.92	2.56	2.73	2.64	2.66	2.82	19.152	2.74
III	2.92	2.93	2.60	2.79	2.51	2.57	2.86	19.176	2.74
IV	2.82	2.90	2.65	2.67	2.60	2.66	2.85	19.15	2.74
Suma	11.517	11.669	10.333	10.922	10.474	10.618	11.381	76.914	
Promedio	2.88	2.92	2.58	2.73	2.62	2.65	2.85		2.75

Tabla 31: Análisis de varianza para diámetro de tallo de la planta a los 150 días

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.00795	0.00265	0.71	3.29	5.42	NS	NS
A	2	0.33681	0.16841	44.92	3.68	6.36	*	*
B	1	0.03154	0.03154	8.41	4.54	8.68	*	NS
AB	2	0.01578	0.00789	2.10	3.68	6.36	NS	NS
Error	15	0.05623	0.00375					
Total	23	0.44830						

Según la tabla 31, donde se muestra el análisis de varianza para diámetro de tallo a los 150 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existen significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas existen significancia al 95% confianza, pero al 99% de confianza no existe significancia.

Para la interacción AB, entre los tres sustratos aplicados no hay interacción con los dos tipos de micorriza, no existe significancia con 95 % ni con 99% de confianza.

Coefficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.00374861}}{2.75} \times 100$$

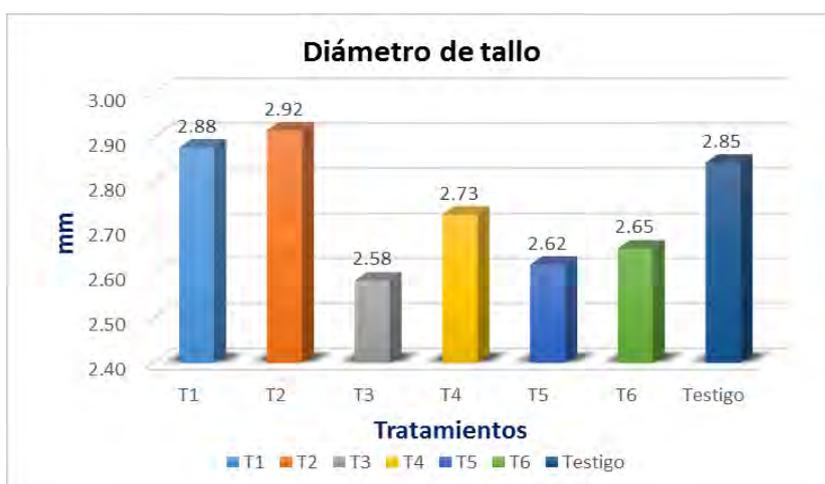
$$CV = 2.23\%$$

El coeficiente de variabilidad de 2.23 %, es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, lo que demuestra confiabilidad de los resultados.

Tabla 32: Promedio de tratamientos para diámetro de tallo a los 150 días

orden de mérito	Tratamientos	Media
I	Humus con tierra micorrizada	2.92
II	Humus con micorriza comercial	2.88
III	Sustrato mecplant	2.85
IV	Compost con tierra micorrizada	2.73
V	Biosolido con tierra micorrizada	2.65
VI	Biosolido con tierra micorrizada	2.62
VII	Compost con micorriza comercial	2.58

Figura 12: *Diámetro de tallo de la planta a los 150 días*



Según el figura 12, se puede ver que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada tiene el mejor diámetro de tallo a los 150 días, alcanzando 2.92 mm, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 2.88 mm, seguido por el testigo, T4 compost con tierra micorrizada, T6 biosolido con tierra micoorizada y T5 biosolido con micorriza comercial con 2.85, 2.73, 2.65 y 2.62 mm respectivamente, quedando como último lugar T3 compost con micorriza comercial con 2.58 mm.

Tabla 33: *Prueba de Tukey entre sustratos para diámetro de tallo a los 150 días*

orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Humus	2.89	a	a
II	Compost	2.66	b	b
III	Biosolido	2.64	b	b

Según la tabla 33 se puede ver los resultados de la prueba de Tukey, que separan las medias de los sustratos en dos grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí.

El sustrato humus de lombriz alcanzó un promedio de 2.89 mm diámetro de tallo y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y 99% de confianza.

Los sustratos compost y biosólido alcanzaron un promedio de 2.66 mm y 2.64 mm respectivamente, estadísticamente son iguales entre sí y a su vez son inferiores al sustrato humus con 95 % y 99% de confianza.

Tabla 34: Prueba de Tukey entre tipos de micorriza para diámetro de tallo a los 150 días

Orden de mérito	Micorriza	Media	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Tierra micorrizada	2.77	a	a
II	Micorriza comercial	2.69	b	b

Según la tabla 34, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para tipos de micorriza, la prueba separa los promedios en dos grupos, dentro de los cuales existe diferencias estadísticas entre sí.

Los niveles de aplicación de tierra micorrizada con un promedio de 2.77 mm, es estadísticamente superior a la otra micorriza restante con 99 % de confianza. La micorriza comercial obtuvo un promedio de 2.69 mm ocupando el último lugar con 95% y 99% de confianza,

6.2.3. Longitud de raíz

Tabla 35: Longitud de raíz a los 150 días

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloques
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	10.68	11.59	7.25	9.56	9.53	9.29	10.12	68.02	9.72
II	11.27	12.16	8.48	9.77	9.78	9.34	11.97	72.77	10.40
III	11.26	12.38	8.75	11.53	8.79	8.45	11.01	72.17	10.31
IV	11.84	11.89	8.29	10.52	8.75	8.55	11.37	71.21	10.17
Suma	45.05	48.02	32.77	41.38	36.85	35.63	44.47	284.17	
Promedio	11.26	12.01	8.19	10.35	9.21	8.91	11.12		10.15

Tabla 36: Análisis de varianza para longitud de raíz de la planta

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	1.06645	0.35548	1.04	3.29	5.42	NS	NS
A	2	32.69596	16.34799	47.94	3.68	6.36	*	*
B	1	4.47207	4.47207	13.11	4.54	8.68	*	*
AB	2	6.08311	3.04156	8.92	3.68	6.36	*	*
Error	15	5.11525	0.34102					
Total	23	49.43285						

Según la tabla 36 se muestra el análisis de varianza para longitud de raíz a los 150 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo porque el F calculado es 1.04 menor a F tabulado.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existe significancia 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para la Interacción AB, entre los tres sustratos aplicados hay interacción con los dos tipos de micorriza, existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Coefficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.34101667}}{9.99} \times 100$$

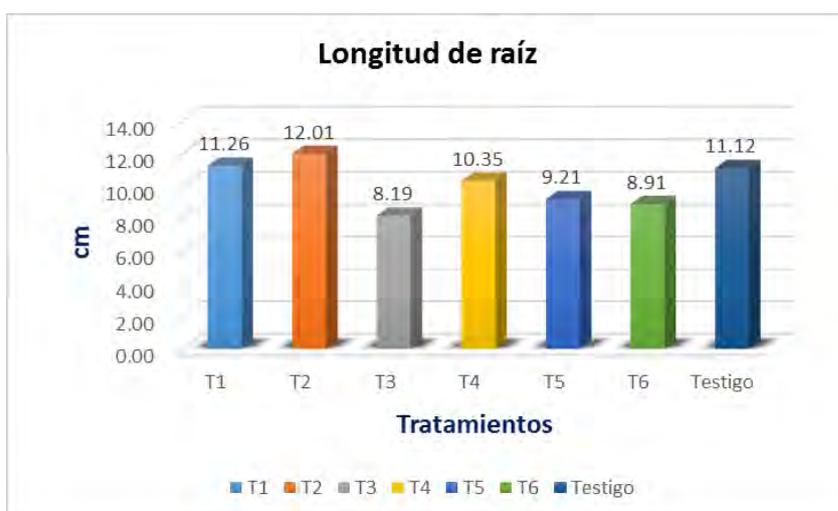
$$CV = 5.85\%$$

El coeficiente de variabilidad de 5.85 %, es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, demuestra confiabilidad de los resultados.

Tabla 37: Promedio de tratamientos para longitud de raíz

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio
I	Humus con tierra micorrizada	12.01
II	Humus con micorriza comercial	11.26
III	Sustrato mecplant	11.12
IV	Compost con tierra micorrizada	10.35
V	Biosolido con micorriza comercial	9.21
VI	Biosolido con tierra micorrizada	8.91
VII	Compost con micorriza comercial	8.19

Figura 13: Longitud de raíz de la planta



Según el gráfico N°13, se observa que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada tiene mayor longitud de raíz a los 150 días después del repique alcanzando 12.01 cm, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 11.26 cm, seguido por el testigo, T4 compost con tierra micorrizada, T5 biosólido con micorriza comercial y T6 biosólido con tierra micorrizada con 11.12, 10.35, 9.21, 8.91 cm respectivamente, quedando como último lugar T3 compost con micorriza comercial con 8.19 cm.

Tabla 38: Prueba de Tukey entre sustratos para longitud de raíz

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS	
			0.05	0.01
I	Humus	11.63	a	a
II	Compost	9.27	b	b
III	Biosólido	9.06	b	b

Según la tabla 38, se muestra los resultados de la prueba Tukey, que separan los promedios de los sustratos en dos grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz alcanzó un mayor resultado, un promedio de 11.63 cm y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y hasta con 99% de confianza.

Los sustratos compost y biosólido alcanzaron un promedio de 9.27 cm y 9.06 cm respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí y a su vez son inferiores al sustrato humus con un nivel de significancia del 95 % y 99% de confianza.

Tabla 39: Prueba de Tukey entre tipos de micorriza para longitud de raíz

Orden de mérito	Micorriza	Promedio	ALS(t)	
			0.05	0.01
I	Tierra micorrizada	10.42	a	a
II	Micorriza comercial	9.56	b	b

Según la tabla 39, se muestra los resultados de la prueba Tukey para tipos de micorriza, la prueba separa los promedios en dos grupos, dentro de los cuales existe diferencias estadísticas entre sí.

Los niveles de aplicación de tierra micorrizada alcanzó un promedio de 10.42 cm y estadísticamente es superior a la otra micorriza restante con un nivel de significancia del 95 %. La micorriza comercial obtuvo un promedio de 9.56 cm con 95% y 99% de confianza, ocupando el último lugar

Tabla 40: Prueba Tukey para la interacción sustrato micorriza

O.M	Sustratos	\bar{X}	ALS(t)			
			0.05		0.01	
I	Humus con tierra micorrizada	12.01	a		a	
II	Humus con micorriza comercial	11.26	a	b	a	b
III	Compost con tierra micorrizada	10.35		b c		b c
IV	Compost con micorriza comercial	9.21		c d		c d
V	Biosolido con tierra micorrizada	8.91		c d		c d
VI	Biosolido con micorriza comercial	8.19		d		d

Según la tabla 40, se muestra los resultados de la prueba Tukey para la interacción de sustrato con micorriza, separan las medias de los sustratos en cuatro grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz con tierra micorrizada y micorriza comercial alcanzan un promedio de 12.01 y 11.26 cm respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí y a su vez superior a los sustratos restantes con un nivel de significancia del 99 %.

El sustrato compost con tierra micorrizada, compost con micorriza comercial, biosolido con tierra micorrizada alcanzaron un promedio de 10.35, 9.21 y 8.91 cm son estadísticamente iguales entre con 99% de confianza y el sustrato Biosolido con micorriza comercial alcanzó un promedio de 8.19 cm, ocupando el último lugar con 95% y 99 % de confianza.

6.2.4. Número de raíces

Tabla 41: *Número de raíces secundarias a los 150 días*

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloque
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	7.30	7.60	5.60	6.60	5.50	4.90	7.00	44.5	6.36
II	6.90	7.20	6.10	6.10	5.20	5.40	7.60	44.5	6.36
III	7.20	7.80	5.60	5.80	4.80	4.70	6.90	42.8	6.11
IV	7.70	7.50	5.20	5.30	5.10	5.10	7.10	43	6.14
Suma	29.1	30.1	22.5	23.8	20.6	20.1	28.6	174.8	
Promedio	7.28	7.53	5.63	5.95	5.15	5.03	7.15		6.24

Tabla 42: *Análisis de varianza para número de raíz de la planta*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.31167	0.10389	0.77	3.29	5.42	NS	NS
A	2	22.50083	11.25042	83.61	3.68	6.36	*	*
B	1	0.13500	0.13500	1.00	4.54	8.68	NS	NS
AB	2	0.23250	0.11625	0.86	3.68	6.36	NS	NS
Error	15	2.01833	0.13456					
Total	23	25.19833						

Según la tabla 42, donde el análisis de varianza para número de raíz a los 150 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo, porque F calculado 0.77 es menor a F tabulado.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas no existe significancia al 95% hasta con 99% de confianza.

Para la Interacción AB, entre los tres sustratos aplicados no hay interacción con los dos tipos de micorriza porque no existe significancia al 95% y 99% de confianza

Coeficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.13456}}{6.09} \times 100$$

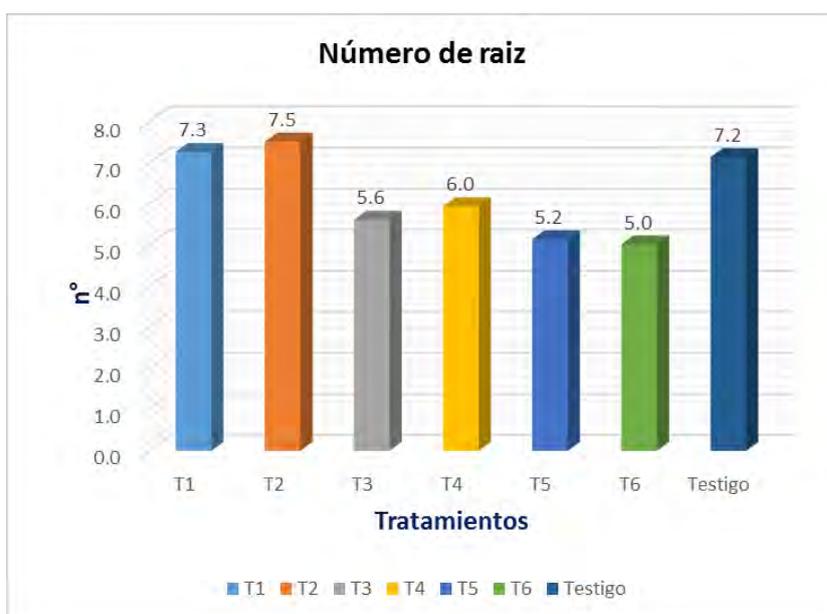
$$CV = 6.02\%$$

El coeficiente de variabilidad de 6.02 %, es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad, demuestra confiabilidad de los resultados.

Tabla 43: Promedio de tratamientos para número de raíz

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio
I	Humus con tierra micorrizada	7.53
II	Humus con micorriza comercial	7.28
III	Sustrato mecplant	7.15
IV	Compost con tierra micorrizada	5.95
V	Compost con micorriza comercial	5.63
VI	Biosolido con micorriza comercial	5.15
VII	Biosolido con tierra micorrizada	5.03

Figura 14: Número de raíz de la planta



En la figura N°14, se puede ver que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada obtiene la mayor cantidad número de raíz a los 150 días después del repique con 7.53 unidades, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial 7.28 unidades, seguido por el testigo T4 compost con tierra micorrizada, T3 compost con micorriza comercial y T5 biosolido micorriza comercial con 7.15, 5.95, 5.63 y 5.15 unidades respectivamente, quedando como último lugar T6 biosolido con tierra micorrizada con 6.52 unidades.

Tabla 44: Prueba de Tukey entre sustratos para número de raíz

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS (t)	
			0.05	0.01
I	Humus	7.40	a	a
II	Compost	5.79	b	b
III	Biosolido	5.09	c	c

Según la tabla 44, se puede observar los resultados de la prueba Tukey, que separan las medias de los sustratos en tres grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz alcanzó un promedio de 7.4 unidades y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y 99% de confianza.

El sustrato compost alcanzó un promedio de 5.79 unidades y es estadísticamente superior al sustrato restante con 99% de confianza.

El sustrato biosólido obtuvo 5.09 unidades, es estadísticamente inferior a los dos sustratos y ocupa el último lugar con 95 % de confianza.

6.2.5. Peso seco de la planta

Tabla 45: *Peso seco de la planta a los 150 días*

Bloques	Humus de lombriz		Compost		Biosólido tipo A		Testigo	Suma de bloques	Promedio de bloques
	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial	Comercial	No comercial			
I	1.50	1.48	1.15	1.29	1.26	1.26	1.37	9.295	1.33
II	1.46	1.56	1.02	1.27	1.25	1.22	1.34	9.115	1.30
III	1.45	1.60	1.21	1.36	1.18	1.19	1.46	9.445	1.35
IV	1.41	1.47	1.13	1.35	1.29	1.18	1.29	9.117	1.30
Suma	5.818	6.11	4.507	5.27	4.97	4.845	5.452	36.972	
Promedio	1.45	1.53	1.13	1.32	1.24	1.21	1.36		1.32

Tabla 46: Análisis de varianza para peso seco de la planta

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.00468	0.00156	0.50	3.29	5.42	NS	NS
A	2	0.37646	0.18823	60.83	3.68	6.36	*	*
B	1	0.03527	0.03527	11.40	4.54	8.68	*	*
AB	2	0.04956	0.02478	8.01	3.68	6.36	*	*
Error	15	0.04642	0.00309					
Total	23	0.51238						

En la tabla 46, donde el análisis de varianza para peso seco a los 150 días, en el bloque no hay significancia, lo que muestra que el terreno utilizado fue altamente homogéneo por que el f calculado 0.50 es menor a f tabulado.

Para A, entre los tres sustratos aplicados existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para B, entre las dos micorrizas aplicadas existe significancia al 95% y 99% de confianza.

Para la Interacción AB, entre los tres sustratos aplicados hay una interacción con los dos tipos de micorriza, existe significancia con 95% y 99% de confianza.

Coefficiente variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.00309444}}{1.32} \times 100$$

$$CV = 4.76\%$$

El coeficiente de variabilidad de 4.76%, es bajo por tanto está ubicado dentro del margen de permisibilidad los que demuestra confiabilidad de los resultados.

Tabla 47: promedio de tratamientos para peso seco

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio
I	Humus con tierra micorrizada	1.53
II	Humus con micorriza comercial	1.45
III	Sustrato mecplant	1.36
IV	Compost con tierra micorrizada	1.32
V	Biosolido con micorriza comercial	1.24
VI	Biosolido con tierra micorrizada	1.21
VII	Compost con micorriza comercial	1.13

Figura 15: Peso seco de la planta



Según la figura 15, se puede ver que el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada obtiene el mejor peso seco a los 150 días después del repique alcanzando 1.53 gr, como segundo lugar por el tratamiento T1 humus de lombriz con micorriza comercial alcanzando 1.45 gr, seguido por el testigo, T4 compost con tierra micorrizada, T5 biosolido con micorriza comercial y T6 biosolido con tierra micorrizada con 1.36, 1.32, 1.24 y 1.21 gr respectivamente, quedando como último lugar T3 compost con micorriza comercial con 1.13 gr.

Tabla 48: Prueba de Tukey entre sustratos para el peso seco

Orden de méritos	Sustratos	Promedios	ALS (t)	
			0.05	0.01
I	Humus	1.49	a	a
II	Compost	1.23	b	b
III	Biosolido	1.22	b	b

Según la tabla 48, se puede ver los resultados de la prueba Tukey, que separan las medias de los sustratos en dos grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz alcanzó un promedio de 1.49 gr y es estadísticamente superior a los dos sustratos restantes con 95% y 99% de confianza.

Los sustratos compost y biosolido alcanzaron un promedio de 1.23 gr y 1.22 gr respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí, a su vez son inferiores al sustrato humus con 95% y 99% de confianza.

Tabla 49: Prueba de Tukey entre tipos de micorriza para peso seco

Orden de mérito	Micorriza	Promedio	ALS (t)	
			0.05	0.01
I	Tierra micorrizada	1.35	a	a
II	Micorriza comercial	1.28	b	b

Según la tabla 49, se muestra los resultados de la prueba Tukey para tipos de micorriza, la prueba agrupa en dos grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí.

Los niveles de aplicación de tierra micorrizada y micorriza comercial con un promedio de 1.35 gr y 1.28 gr son estadísticamente diferentes entre sí, siendo la tierra micorrizada superior en promedio a la micorriza comercial con un nivel de significancia del 95 % y 99% de confianza.

Tabla 50: Prueba Tukey para la interacción sustrato micorriza

O.M	Sustratos	\bar{X}	ALS(t)			
			0.05		0.01	
I	Humus con tierra micorrizada	1.53	a		a	
II	Humus con micorriza comercial	1.46	a		a	
III	Compost con tierra micorrizada	1.32	b		b	
IV	Compost con micorriza comercial	1.25	b	c	b	c
V	Biosolido con tierra micorrizada	1.21	b	c	b	c
VI	Biosolido con micorriza comercial	1.13		c		c

Según la tabla 50, se muestra los resultados de la prueba de Tukey para la interacción de sustrato con micorriza, separan las medias de los sustratos en tres grupos dentro de los cuales existe diferencias significativas entre sí. El sustrato humus de lombriz con tierra micorrizada y micorriza comercial alcanzan un promedio de peso seco 1.53 y 1.46 gr respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí, a su vez superior a los sustratos restantes hasta con 99 % de confianza.

Los sustratos compost con tierra micorrizada, compost con micorriza comercial y biosolido con tierra micorrizada alcanzaron un promedio de 1.32 y 1.25 y 1.21 gr de peso seco, son estadísticamente iguales entre sí con 99 % de confianza, el sustrato biosolido con micorriza comercial alcanzó 1.13 gr de peso seco, ocupando el último lugar con 95% y 99% de confianza.

6.3. Índice de calidad de Dickson

Tabla 51: Resultados de índice de Dickson para los tratamientos

Tratamientos	Peso seco total (gr)	Altura de planta (cm)	Diámetro cuello de la raíz (mm)	Peso seco tallo (gr)	Peso seco raíz (gr)	Índice de Dickson
T1	1.45	14.19	2.88	0.85	0.60	0.23
T2	1.53	14.90	2.92	0.93	0.61	0.23
T3	1.13	10.53	2.58	0.70	0.43	0.20
T4	1.32	11.94	2.73	0.88	0.42	0.20
T5	1.24	10.05	2.62	0.24	0.40	0.20
T6	1.21	10.02	2.65	0.80	0.41	0.20
Testigo	1.36	13.36	2.85	0.81	0.45	0.21

En la tabla n° 51 se muestra los resultados de índice de calidad de Dickson para todos los tratamientos, todos los tratamientos tienen la misma calidad, según la tabla n° 5 tienen calidad media de planta, estas cifras nos indican que tienen mediana acumulación de materia por lo tanto las plantas se consideran de mediana calidad.

6.4. Costo de producción

Tabla 52: Resultados de costos totales, costo unitario y tasa interna de retorno (TIR) para los tratamientos

Tratamientos	Precio (S/.)	Plantas vivas	Ingreso bruto (S/.)	Costo directo (S/.)	Costo indirecto (S/.)	Costo total (S/.)	Ingreso neto (S/.)	Costo unitario (S/planta)	TIR (%)
T1	1.50	181	271.50	263.53	8.13	271.66	-0.16	1.50	-0.06
T2	1.50	186	279.00	266.87	8.34	275.21	3.79	1.48	1.38
T3	1.50	157	235.50	246.75	7.87	254.62	-19.12	1.62	-7.51
T4	1.50	160	240.00	245.08	7.83	252.91	-12.92	1.58	-5.10
T5	1.50	144	216.00	265.04	8.61	273.64	-57.64	1.90	-21.06
T6	1.50	147	220.50	258.04	8.50	266.54	-46.04	1.81	-17.27
Testigo	1.50	174	261.00	333.75	9.23	342.98	-81.98	1.97	-23.90

Como se muestra en la tabla n° 52, todos los tratamientos tienen el mismo precio de venta de 1.50 soles/planta porque todos tienen la misma calidad media de planta según la tabla de Dickson. El tratamiento compost con tierra micorrizada tiene el costo total de producción más bajo con 252.92 soles/planta, seguido por compost con micorriza comercial de 254.22 soles/planta, así mismo siguen biosólido más tierra micorrizada, humus más micorriza comercial, biosólido más micorriza comercial y humus más tierra micorrizada con 266.54, 271.86, 273.64 y 275.21 soles respectivamente, el tratamiento que tiene el costo más alto es el sustrato mecplant con 342.98 soles/planta.

El tratamiento humus más tierra micorrizada tiene el costo unitario más bajo de 1.48 soles/planta, lo que significa, producidos con este sustrato tiene este precio de venta y además es inferior al precio actual de la planta de pino en el mercado de 1.50 soles/planta, seguido de humus más micorriza comercial con costo unitario de 1.50 soles/planta, que es igual al precio actual de la planta de pino en el mercado, así mismo producidos con compost más tierra micorrizada, compost más micorriza comercial, biosólido más tierra micorrizada y biosólido más micorriza comercial con costo unitario de 1.58 1.62 1.81 1.90 soles/planta respectivamente, este precio de venta es superior al precio actual del pino en el mercado, el sustrato que tiene el costo unitario más alto es el mecplant con precio de venta de 1.96 soles/planta que es alta mente superior al precio actual la planta de pino en el mercado de 1.50 soles/planta, los costos se muestran en el anexo 3.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. Prendimiento de la planta

En la investigación realizada según los resultados obtenidos el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada tuvo un mayor porcentaje de plantas sobrevivientes con un 96.88%, mientras que el menor porcentaje de prendimiento obtuvo el tratamiento T5 biosólido con micorriza comercial con un 75%. Así mismo el promedio general resultó 85.49%.

Peralta, (2017) en su investigación, con el tratamiento lodo residual 40% más tierra arable al 60%, obtuvo un 71.11% de sobrevivencia siendo inferior a la presente investigación. Por otra parte, Ancco, (2019) en su trabajo de investigación con el tratamiento tierra micorrizada, obtuvo un 96.42% lo cual es ligeramente inferior al tratamiento T2 de la presente investigación, que cuenta con un 96.88 % de supervivencia, estos datos se obtuvieron porque se utilizó dosis similar de micorriza.

7.2. Características agronómicas

7.2.1. Altura de planta

En la investigación realizada según los resultados que se obtuvieron, el tratamiento T2 humus de lombriz con tierra micorrizada alcanzó la mayor altura con promedio de 14.90cm y la menor altura obtuvo el tratamiento T5 biosólido con micorriza comercial una altura promedio de 10.02 cm, y el promedio general resultó 12.14cm. Por otra parte, Sanchez, (2013) en su trabajo de investigación, producidos en bandejas obtuvo una mayor altura con el tratamiento compost más 800gr de micorriza 7.60 cm, lo cual es inferior a nuestra investigación, porque alcanzó el mayor promedio de 10.53cm con el sustrato compost con micorriza comercial (200gr).

7.2.2. Diámetro de tallo

Según los resultados que se obtuvo de la investigación, el tratamiento con el mayor diámetro de tallo fue humus de lombriz con tierra micorrizada con un promedio de 2.92 mm y el de menor diámetro de tallo fue compost con micorriza comercial con un promedio de 2.58mm.

El promedio general del diámetro de tallo es de 2.75mm, por otra parte, Froilan, (2019) en su investigación obtuvo 2.51 mm promedio general lo que es inferior a la presente investigación

7.2.3. Longitud de raíz

Según los datos obtenidos el tratamiento que tiene mayor longitud de raíces fue humus con tierra micorrizada con un promedio de 12.01 cm, y el menor número obtuvo compost con micorriza comercial con un promedio de 8.19cm, también el promedio general resulto 10.15 cm que no coinciden con los resultados obtenidos por Froilan, (2019) con 21 cm que son altamente superiores a nuestro resultado, a su vez Peralta, (2017) obtuvo 13.09 cm que coincide con los datos, se usó sustratos similares pero no coinciden porque los viveros en que se manejó son diferentes.

7.2.4. Número de raíces

En la investigación realizada según los resultados el tratamiento que alcanzó el mayor número de raíces fue humus de lombriz con tierra micorrizada con un promedio de 7.52 raíces por planta, y el menor número obtuvo biosólido con tierra micorrizada con un promedio de 5.03 raíces por planta. Ancco, (2019) obtuvo un promedio de 10.04 unidades por planta bajo los sustratos similares lo cual es superior, el tipo de vivero no coinciden porque para esta investigación se utilizó bandejas con tubetes en cambio Ancco, (2019) utilizó bolsa de polietileno.

7.2.5. Peso seco

En la investigación realizada, con los datos obtenidos el tratamiento con mayor biomasa seca fue humus de lombriz con tierra micorrizada con un promedio de 1.53 gr y el menor promedio fue de compost con micorriza comercial con un promedio de 1.13 gr. En promedio general de peso seco se llegó a 1.32 gr la que es superior a Froilan, (2019) que llegó a obtener en promedio general 0.54 gr de biomasa seca.

7.3. Índice de calidad de Dickson

Al realizar los cálculos, todos los tratamientos tienen calidad media de planta según la tabla n°5 de Dickson, (1960). En la investigación realizado por Juan de Dios, (2015) en su trabajo de investigación producidos en bandejas, obtuvo la mayor calidad de planta de 0.6, que es altamente superior en calidad a los tratamientos de nuestra investigación, el índice de calidad más bajo que obtuvo fue de 0.2 la que es similar a la cifra de nuestra investigación. Estos resultados se dieron porque la investigación de Juan de Dios, (2015) duro más tiempo en el vivero que la presente investigación.

7.4. Costo de producción

Según el análisis, el menor costo unitario obtuvo el tratamiento T2 humus más tierra micorrizada con 1.48 soles/planta menor al precio de venta de 1.50 soles/planta, con una rentabilidad muy baja, el tratamiento T1 humus más micorriza comercial tiene un costo unitario de 1.50 soles/plaanta igual al precio de venta, de igual forma los tratamientos compost con tierra micorrizada, compost con micorriza comercial, biosolido más tierra micorrizada, biosolido más micorriza comercial y el testigo T7 sustrato mecplant con 1.58, 1.62, 1.81, 1.90 y 1.96 soles/planta respectivamente son mayores al precio de venta porque son superiores a 1.50 soles/planta.

VIII.CONCLUSIONES

Los resultados de las variables agronómicas de la planta de *Pinus radiata* D. don

1. Para el prendimiento. La mayor cantidad de plantas vivas se obtuvo con el tratamiento humus de lombriz más tierra micorrizada (T2) con un total de 97% de plantas vivas y el tratamiento con menos plantas vivas es biosolido más micorriza comercial con 75 %.

2. Características agronómicas del pino: altura, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de raíces y peso seco

La planta que alcanzó mayor altura fue con el sustrato humus de lombriz más tierra micorrizada un promedio de 14.90 cm de altura y como último fue con biosolido más micorriza comercial con un promedio de 10.02 cm de altura. En el diámetro de tallo el tratamiento con mejor desarrollo de tallo fue humus de lombriz con tierra micorrizada obteniendo 2.92 mm y el tratamiento con menor desarrollo de tallo fue compost más micorriza comercial con 2.58 mm. En cuanto la longitud de raíz el tratamiento que tuvo mayor desarrollo de raíz fue humus de lombriz con tierra micorrizada que obtuvo 12 cm, y de menor longitud tuvo compost más micorriza comercial con 8.19 cm de longitud. Con el número de raíces de mayor cantidad fue humus de lombriz con tierra micorrizada obteniendo 7.53 unidades y de menor número de raíz tuvo biosolido más micorriza comercial con 5.03 unidades.

3. Para calidad de planta. Se realizó el cálculo correspondiente y se determinó que los tratamientos alcanzaron las cifras de 0.20, 0.21 y 0.23 respectivamente y se consideran plantas de mediana calidad. Con ligeramente mayor peso seco tuvieron T1 y T2 con 0.23 gr.

4. **En el costo de producción.** El tratamiento con el menor costo unitario de producción es el tratamiento T2 humus más tierra micorrizada con 1.48 soles/planta, es menor al precio de venta de 1.50 soles/planta, con una tasa interna de retorno de 1.38%. El tratamiento con el mayor costo unitario de producción es el testigo T7 sustrato mecplant con 1.96 soles/planta, que es mayor al precio de venta de 1.50 soles/planta, con una tasa interna de retorno de -23.90%

IX. RECOMENDACIONES

- En las futuras investigaciones se recomienda utilizar humus de lombriz en otras especies forestales para obtener buenos resultados.
- Se debe realizar compostaje del biosólido tipo A antes de utilizar y se recomienda aplicar en otras especies forestales.
- En la producción de pino (*Pinus radiata D. don*) no se recomienda utilizar biosólido por que tiene la mayor cantidad de mortandad y poco desarrollo.
- En las futuras investigaciones en la producción con bandejas se recomienda utilizar mayor cantidad de plantas por tratamiento para hallar el costo de producción.
- Se recomienda en las futuras investigaciones con pino, hallar índice de robustez, índice de lignificación e índice de biomasa.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Ancco. (2019). "Evaluación del inoculo micorrizal del hongo (*Boletus edulis*) en la producción de plantaciones de pino (*Pinus radiata* D. Don)". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Andahuaylas - Perú.
- Andrade. (2010). "Micorrizas, antigua interacción entre plantas y hongos ". revista ciencia amc. No se menciona editorial. Veracruz - Mexico.
- Baldini, Carballo, Telechea, & Porlice. (2006). "Manual de campo plagas y enfermedades de eucalipto y pinos en Uruguay". No se menciona editorial. Uruguay.
- Barroetaveña, & Toledo. (2016). "Hongos comestibles silvestres de plantaciones forestales y praderas de la region andina de la patagonica de Argentina". Editorial CIEFAP. Bariloche - Argentina.
- Bravo. (2010). "Vivero forestal de alta tecnologia". No se menciona editorial. Ayacucho - Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/79119035/VIVERO-FORESTAL>
- Caceres. (2013). "Efecto de cristales hidrosolubles, frecuencias de riegos y sustrato en el almacigo de pino (*Pinus radiata* D.) en el C. P. de Jaillihuaya". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Ingenieria Agronómica de la Universidad del Altiplano. Puno - Perú.
- Dias. (2002). "Lombricultura una alternativa de solución". No se menciona editorial. La Rioja - Nicaragua.
- Dickson, Leaf, Hosner. (1960). "Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries". Editorial Forestry Chronicle. Estados Unidos.

- Estrada,. (1997). "Manual para la producción de pino (*Pinus radiata Don*)" 1° edición. Editorial EDU-U. Quito - Ecuador.
- Fernandez, & Sarmiento. (2006). "el pino radiata (*Pinus radiata*)". Editorial Colette & Modo. Castilla y Leon - España.
- Franco. (2018). "Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas". No se menciona editorial. Mexico. Obtenido de: http://www.ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_micorrizas_beneficios.pdf&ved=2ahUKEwiZt7mtq6_9AhWilbkGHRyNCmQQFnoECAoQAQ&usg=AOvVaw0phl3n70zV2u8NtTf11eZV
- Froilan. (2019). "Comparativo de aplicación de micorriza (*Suillus luteus*) en pino (*Pinus radiata d. don y pinus patula schl et cham*)". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Agronomía. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco - Perú.
- Hoffmann. (1998). "El árbol urbano en Chile". 3° edición. Editorial fundación Claudio Gay. Santiago - Chile.
- Holdridge. (1967). "Life zone ecology". Editorial Tropical Science Center. Estados Unidos.
- Hurtado. (2006). "Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural". Editorial Universitaria. Cusco - Perú.
- Juan de Dios. (2015). "Efecto de sustratos comerciales en la germinación y crecimiento inicial de *pinus oocarpa schiede ex schltl.* y *pinus tecunumanii f. schwerdtf. Ex eguiluz & j. p. Perry* en condiciones de vivero – San Ramón – Chanchamayo". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Ciencias Forestales y Ambiente de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo - Perú.

- Marcavillaca. (2014). "Comparativo de la aplicación de insumos orgánicos e inorgánicos en pino (*Pinus radiata* D. Don) en condiciones del centro agronómico k'ayra". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco - Perú.
- Michelis, & Rajchenberg. (2006). "Hongos Comestibles: Teoría y práctica para la recolección, elaboración y conservación". Edición instituto nacional de tecnología agropecuaria. Rio Negro - Argentina.
- Nina. (2014). "Efecto del abonamiento con dos tipos de preparación de compost en el rendimiento de cuatro variedades de repollo (*brassica oleracea*)". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco - Perú.
- Paredes. (2019). "Comercializacion de biosolidos San Jeronimo". No se menciona editorial. Cusco - Perú. Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/433457284/06-Manejo-de-Lodos-en-Ptar-Cusco-Biosolidos-Mariela-Paredes#>
- Peralta. (2017). "Efecto de lodo residual incorporado como sustrato en repique de *Pinus radiata* a nivel de vivero forestal Potojani". Tesis de pre grado. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú.
- Piñuela, Guerra, & Perez. (2013). "Guia para el establecimiento y manejo de los viveros agroforestales". Editorial Danac fundación. Venezuela.
- Prieto, Garcia, Mejia, & Huchin. (2009). "Producción de planta del genero pinus en vivero en clima templado frio". 1° edición. Editorial Tradición Impresa. Durango - Mexico.

- Quispe, & Ramos. (2018). "Producción de plantas de calidad en viveros forestales tecnificados". 1° edición. Editorial Porvenir. Lima - Perú.
- Rodrogez. (2006). "El pino radiata en la historia forestal vasca". Editorial Graficas Lizarra S.L. San Sebastián - España.
- Roman, Martinez & Pantoja. (2013). "Manual de compostaje del agricultor". No se menciona editorial. Santiago - Chile.
- Sanchez. (2013). "Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (*Pinus radiata* Don.) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de cuticsa - Santo Tomas de Pata - Angaraes - Huancavelica". Tesis de pre grado. Escuela Academico de Profesional de Agronomia de la Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica - Perú.
- Tencio. (2012). "Formas de reproducción de micorrizas y aplicación en cultivos". Editorial Centro Grafico s.a. Central Oriental - Costa Rica.
- Varela & Basil. (2011). "Uso de compost en la producción de plantines de especies forestales". No se menciona editorial. Bariloche - Argentina.
- Velazquez, Aldrete, Gomez & LLanderal. (2013). "Evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de plantaciones forestales comerciales". 1° edición. No se menciona editorial. San Juan de Ocatan - Mexico.
- Vitorino. (2010). "Fertilidad de suelo y abonamiento". Editorial Universitaria. Cusco -Perú.
- Weston. & Boner, (1999). "Biosolids Generation, use and disposal in the united states". No se menciona editorial. Washington - Estados Unidos.

ANEXOS

ANEXO 1: Panel fotográfico

Fotografía n° 1: *Forrado con plástico de las mesas de producción*



Fotografía n° 2: *Zarandeo de suelo agrícola*



Fotografía n° 3: *Sustratos: compost, humus de lombriz, biosolido tipo A*



Fotografía n° 4: *Obtención de suelo con micorriza*



Fotografía n° 5: *Lavado y desinfección de bandejas y tubetes*



Fotografía n° 6: *Colocación de malla raschel*



Fotografía n° 7: *Mezclado de sustratos con micorriza*



Fotografía n°8: *Llenado de bandejas con sustrato*



Fotografía n° 9: *Repique de plántulas de pino en los tubetes*



Fotografía n° 10: *Aplicación de fertilizante líquido*



Fotografía n° 11: Selección de 10 muestras de la planta de pino en tubetes



Fotografía n°12: Evaluación de la altura de planta



Fotografía n°13: *Evaluación del diámetro de tallo*



Fotografía n°14: *Retirado de la planta del tubete para la limpieza de la raíz*



Fotografía n° 15: *Medición de la longitud de raíz y conteo de número de raíces*



Fotografía n°16: *Presencia de micorriza en la raíz*



Fotografía n°17: *Etiquetado de las muestras para llevar a la estufa*



Fotografía n°18: *Secado de las muestras en una estufa*



ANEXO 2

Resultados de campo

Porcentaje de prendimiento

Porcentaje de plantas vivas a los 30 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						Testigo
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
I								
	Total de plantas	93.75	95.83	85.42	89.58	72.92	81.25	93.75
II								
	Total de plantas	95.83	97.92	81.25	81.25	77.08	72.92	89.58
III								
	Total de plantas	97.92	95.83	83.33	87.50	75.00	75.00	91.66
IV								
	Total de plantas	89.58	97.92	77.08	75.00	75.00	77.08	87.50

Altura de planta

Altura de planta a los 30 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	7.5	7.3	7.1	6.7	6.8	6.9	6.9
	2	7.4	7.3	7	6.5	6.4	6.5	7.3
	3	6.7	7.5	6.7	6.4	6.6	6.3	7
	4	6.3	6.7	6.3	6.8	6.3	6.7	7.3
	5	7.0	6.4	6.5	7.2	6.4	6.5	6.7
	6	7.4	6.7	6.4	6.9	6.8	6.2	6.8
	7	6.9	6.6	6.8	7.3	6.7	6.6	6.9
	8	6.8	7.2	6.6	6.9	6.5	6.4	6.4
	9	7.2	7.4	6.5	7.1	6.2	6.5	6.3
	10	6.2	7.8	6.8	7.2	6.5	6.6	7.2
Promedio		6.94	7.09	6.67	6.9	6.52	6.52	6.88
II	1	6.9	7.3	6.6	7.3	6.9	6.3	6.7
	2	6.2	6.5	6.8	6.9	6.7	6.8	7.4
	3	7.2	6.9	6.9	7.3	6.3	6.9	7.3
	4	7.5	6.5	7.1	6.9	6.8	6.7	6.5
	5	7	6.7	7.3	6.5	6.4	6.5	6.8
	6	7.1	7.4	6.9	6.6	6.3	6.2	6.3
	7	6.6	6.6	6.4	7	6.2	6.3	6.9
	8	6.5	7.5	6	6.5	6.6	6.4	7.0
	9	7.2	7.5	6.3	6.6	6.2	6.7	7.1
	10	6.4	6.9	6.5	6.9	6.6	6.5	6.5
Promedio		6.86	6.98	6.68	6.85	6.5	6.53	6.85
III	1	7.2	7.1	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7
	2	7.4	7.2	6.5	7.2	6.4	6.3	7.3
	3	6.5	6.6	6.7	6.4	6.9	6.3	6.7
	4	6.5	6.7	6.6	6.4	6.3	6.9	7.5
	5	7.0	6.9	6.8	7.1	6.6	6.5	6.7
	6	7	6.8	7	6.7	6.8	6.4	7
	7	6.9	6.6	6.8	7.3	6.3	6.7	6.9
	8	7.3	7.2	6.9	6.7	6.5	6.3	6.8
	9	7	7.0	6.5	7	6.4	6.4	6.4
	10	6.3	7.4	6.7	6.8	6.6	6.8	6.7
Promedio		6.91	6.95	6.7	6.82	6.54	6.52	6.87
IV	1	6.8	6.9	6.7	7	6.6	6.7	6.7
	2	6.7	7.3	6.5	6.7	6.7	6.3	7.2
	3	6.9	6.9	6.7	7.3	6.3	6.7	6.8
	4	7.5	6.9	6.6	6.6	6.7	6.8	7
	5	6.8	6.4	7.3	7.2	6.6	6.8	6.8
	6	7.1	7.4	6.9	6.6	6.4	6.4	6.7
	7	6.8	7	6.7	6.5	6.2	6.5	6.9
	8	7.2	6.6	7.2	6.7	6.4	6.4	6.5
	9	6.8	7.5	6.8	6.7	6.8	6.6	6.7
	10	6.7	7.1	6.4	6.8	6.4	6.3	7.4
Promedio		6.93	7	6.78	6.81	6.51	6.55	6.87

Altura de planta a los 60 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	8.9	12.2	7.4	7.7	7.50	8.9	9.5
	2	10	10.5	7.6	9.8	9	8	11.2
	3	9	12.0	8	9.8	9	9.5	10.3
	4	10.8	11.4	7.1	10.4	8	8.1	10.4
	5	8	12.0	8.6	8.2	7.4	8	11
	6	11.7	12.3	7.5	8	9.5	8	10.5
	7	10.5	12.0	7	10.5	8.6	9	8.5
	8	7.6	11.7	9.5	9.5	8.9	8.3	12.5
	9	10.9	12.0	7.3	10	8.2	8.1	11
	10	10.5	10.8	7.1	10	8.5	7	12.4
Promedio		9.79	11.69	7.71	9.39	8.46	8.29	10.73
II	1	10.7	11	9	10.7	8.9	9.2	11.7
	2	11.6	9.5	8	9.4	8.7	8.8	9.2
	3	11.2	10.8	9	10.3	8.8	9.3	9
	4	9.5	11.2	10.1	11.1	8	8.3	9.5
	5	10.4	10	10.2	9.4	8	9	9.8
	6	9.6	10.4	8.4	9.9	8.5	9	11.5
	7	9.8	9.5	9.5	10	7.5	8	8.6
	8	10	9.5	8.3	8	8.8	8.5	11
	9	9	10.5	8.8	10	8.5	9.2	10.5
	10	9	9	9	10	9.2	8.6	9.4
Promedio		10.08	10.14	9.03	9.88	8.49	8.79	10.02
III	1	11.5	10	9.4	9.9	8.7	6	11
	2	7.5	9.2	8.9	10.2	8.6	7.3	11.3
	3	9.5	9.8	9	9.8	8.8	6.7	10.5
	4	9	9.9	9.8	9.4	7.2	6.5	11.6
	5	8.5	10.2	10	9.8	8.8	5	11.8
	6	9	10.5	8	9.7	8.7	5	9.5
	7	10.4	10	8	9.9	8.7	6.8	9.3
	8	9.4	10	9.5	8.8	6.5	7.3	10
	9	8.5	8.5	8	8.9	6.2	6.8	10.5
	10	9	10	7.5	10	6.3	6.6	8.8
Promedio		9.23	9.81	8.81	9.64	7.85	6.4	10.43
IV	1	9.4	10	9	9.6	8.7	8.1	10
	2	10	9.5	8	8.1	7.5	7.5	11
	3	10.3	10.3	9	7.9	7	8	10.5
	4	9	10	6.8	8.8	6.8	7.7	9
	5	10.5	9	9	7.7	5.7	8.7	10
	6	8.5	9.4	6.9	7.4	5.6	8.2	10
	7	7.8	9	7.3	7.6	5.8	7.5	11
	8	10	9	8.5	8.2	7	7.5	10
	9	9	8.5	8.3	9.2	7.5	8.5	9.5
	10	8.5	9.5	7	9.4	8.7	8.2	10.5
Promedio		9.30	9.38	7.98	8.39	7.03	7.99	10.15

Altura de planta a los 90 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	10.5	13.2	7.9	8.2	8	9.2	9.9
	2	10.1	10.9	8.4	11.3	9.6	8.6	11.9
	3	10.4	12.5	8.8	11.2	9.6	9.8	11.3
	4	11.5	13.3	7.8	11.3	8.7	8.7	11.6
	5	8.8	12.4	9	8.6	7.8	8.7	12.8
	6	12.3	12	8.8	8.9	10	8.6	11
	7	11	12.8	7.8	11	9	9.8	9.3
	8	8.3	12.8	10.3	10.2	9.5	8.8	13
	9	11.4	13	8.1	10.8	8.9	8.8	11.5
	10	11.2	11.6	8	10.9	9	8	13
Promedio		10.55	12.45	8.49	10.24	9.01	8.9	11.53
II	1	11.2	11.8	9.5	11.8	9.7	9.7	12.6
	2	12	10	9.4	10.6	9.2	9.2	10.3
	3	12.2	11.5	9.9	10.9	9.3	9.8	10.2
	4	9.9	12.2	10.9	11.9	8	8.6	9.4
	5	10.4	10.8	10.8	9.4	8.8	9.7	10.3
	6	10.4	11.3	9	10.3	9	9.8	12
	7	11.8	10.2	10	10.5	8.4	8.8	9.7
	8	11.3	10	9.2	8.8	9.5	9	11.9
	9	10	11.8	9.7	10.5	9.3	9.9	11
	10	9.9	9.8	10.3	10.9	9.8	9.2	10.2
Promedio		10.91	10.94	9.87	10.56	9.1	9.37	10.76
III	1	10.7	10.5	9.9	10.5	9.4	6.2	12.6
	2	7.8	9.8	9.4	10.7	9.3	7.3	12.7
	3	10.1	10.5	9.3	10.5	9.3	6.9	10.9
	4	10	10.4	10.5	9.9	7.9	6.7	12.6
	5	8.9	10.6	10.4	10.5	9.4	6.4	12.3
	6	10.5	11.2	8.8	10.2	9.2	6	10.3
	7	11.1	10.8	9	10.4	9.2	7.5	10.2
	8	10.3	11	10.2	9.7	7.6	8.2	11
	9	9.8	9.4	8.9	9.6	6.9	7.5	11.3
	10	10	10.7	8.4	10.7	7	7.4	9.8
Promedio		9.92	10.49	9.48	10.27	8.52	7.01	11.37
IV	1	9.9	10.9	9.2	10	9.5	8.4	10.8
	2	11	10.7	8.4	8.8	8.4	8.6	13.4
	3	11.3	10.9	9.6	8.7	7.2	8.4	11.7
	4	9.9	10.8	7.4	9.6	7.6	8.2	10.4
	5	11.4	9.3	10	8.2	7.3	9.2	12.1
	6	9.3	10	7.5	8.3	6	9	10.9
	7	8.9	9.6	8.2	8.5	6.4	8.2	11.8
	8	11.2	10	9.3	9.4	7.9	8.3	11
	9	10.8	9.5	9	9.9	8	9	10.3
	10	9.6	10	7.6	10	9.3	8.9	11.2
Promedio		10.33	10.17	8.62	9.14	7.76	8.62	11.36

Altura de planta a los 120 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	12	15	8.4	7.6	9.4	9.8	12.9
	2	11.6	12.4	9	12.3	9.9	9.3	12.5
	3	11.8	15.2	9.3	12.2	10.1	10	12.2
	4	13.9	13.6	8.6	11.8	9.4	9.2	13
	5	10.9	14.2	9.5	8.7	8	8.4	10
	6	14.4	15.8	9.3	10.5	9.4	9.3	11.6
	7	13.8	14.9	8.7	12	9.8	10.2	11.3
	8	10.6	15.6	10.7	10.6	10	9	10
	9	11	15.3	8.8	11.7	9.3	9.2	12.6
	10	12.3	12.9	8.6	11.7	9.5	8.6	12.8
Promedio		12.23	14.49	9.09	10.91	9.48	9.3	11.89
II	1	12.5	13	9.8	12.9	10.1	10	12
	2	14	11.3	9.8	11.7	9.7	9.7	11.7
	3	14.5	13.8	10.3	11.5	9.9	10.2	10
	4	12.4	13.4	11.4	9.6	8.8	9	10
	5	10.9	13	11.3	9.7	9.4	10	11.6
	6	12.1	12.5	9.2	10.9	9.6	10.2	12
	7	14.3	12	10.5	10.9	9	9.4	10.3
	8	13.2	13	9.5	10	10	9.5	12
	9	12.5	12.6	10	10.9	9.5	10.3	12.5
	10	11.5	12.2	10.5	11.2	10.2	9.8	10.9
Promedio		12.79	12.68	10.23	10.93	9.62	9.81	11.3
III	1	14.4	12.7	9.9	11	9	7.6	12.2
	2	13.5	12.2	9.3	11.3	10	8.2	14.8
	3	12.3	13	9.9	11.1	9.9	7.5	12
	4	11.7	12.8	11.3	10.7	8.3	7.4	13
	5	11	12.5	12.5	11.3	10.1	7	11
	6	12.9	13.4	9.3	10.9	9.6	6.8	10.6
	7	11.7	12.8	8.3	10.8	10	8.4	11.9
	8	12.7	12	10.4	10.2	8	8.8	13
	9	11.4	13.8	10	10.1	7.5	8	11.2
	10	11.4	12.3	8.4	11	7.6	6.6	13.7
Promedio		12.3	12.75	9.93	10.84	9	7.63	12.34
IV	1	11.9	13	9.6	10.8	10	8.9	12.4
	2	13	14.4	9	9.7	8.8	9	11
	3	13.6	11.6	10	9.6	7.8	8.8	12.9
	4	13.5	14.2	8	10.1	8.2	8.8	13.6
	5	13.6	13.7	10.2	8.9	7.4	9.7	13.3
	6	11	10.2	7.9	9	6.6	9.6	12.5
	7	10.9	13.8	8.8	9.5	7	9.5	13.7
	8	12.5	12.4	9.9	10.1	8.3	9.2	11
	9	11	13.7	9.8	10.4	8.7	9.9	12.7
	10	11.7	12.6	8.4	10.5	9.9	9.6	12
Promedio		12.27	12.96	9.16	9.86	8.27	9.3	12.51

Altura de planta a los 150 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	15.8	14.2	9	9.4	10	10.5	14.7
	2	13.8	16.5	9.6	14.4	10.2	9.9	13.9
	3	16.2	14.4	10.1	13.7	10.3	10.2	12.4
	4	14.8	15.8	9.4	11.9	9.9	9.5	14
	5	15.8	14.2	10	9.9	9.5	9.9	10.8
	6	16.4	13.6	9.7	11.2	9.8	9.8	15.6
	7	16	14.4	9.46	13.6	10.4	10.5	13.8
	8	15.6	16.5	11	12.1	10.3	9.6	10.6
	9	15	17	9.3	14.7	9.8	10.7	12.7
	10	13.2	14.5	9.6	13.4	10.3	10.3	12.4
Promedio		15.26	15.11	9.72	12.43	10.05	10.09	13.09
II	1	13.4	14.7	9.6	14.6	10.5	10.6	12.5
	2	14.6	15.2	10	12.8	11.1	10.2	14.5
	3	13.5	13.2	12.3	13.9	10.4	10.8	15.4
	4	15	13.8	12.5	10.3	9.7	9.5	12.2
	5	13	16.1	12.4	10.2	10.1	10.4	10.2
	6	13.2	14.5	9.4	13.5	9.6	10.6	14.5
	7	13.4	13	12.2	13.5	10.2	9.8	14.4
	8	14.2	14.4	10.3	12	10.5	10	14.8
	9	13.4	13.9	11.3	13.8	9.8	10.6	14
	10	12.7	15.7	10.8	13	11	10.1	13
Promedio		13.64	14.45	11.08	12.76	10.29	10.26	13.55
III	1	14.5	15.8	10.9	11.9	10	10	15.2
	2	13.9	16	9.8	11.8	10.5	9	16
	3	13.6	13.8	10.8	12.6	10.3	9.8	13.2
	4	15.3	14.7	11.9	11.7	9.4	10.2	13.2
	5	13.8	16.2	14	10.9	10.4	9.8	11.3
	6	14.6	15.6	10.6	10.4	10.2	9.7	12
	7	13.7	13.8	10	12.6	10.4	10.1	12.3
	8	13.4	15.7	10.8	11.5	9.4	9.6	13.5
	9	14	14.8	12.8	12.2	8	9.7	12.7
	10	13.6	15.7	10	11.8	10	10	14.7
Promedio		14.04	15.21	11.16	11.74	9.86	9.79	13.41
IV	1	15.3	14.1	10	11.6	10.4	10	14.5
	2	13.7	16.3	9.5	10.4	9.7	10.4	11.5
	3	13	14.3	10.5	10.7	10	9.5	15.1
	4	12.7	16.1	9.7	11	9.8	9.5	13.8
	5	14.9	16.2	10.6	9.7	10.1	10	13.6
	6	13.6	13	9.6	9.9	10	10.2	11.9
	7	15.1	15.3	9.2	10.3	9.4	10.2	11.2
	8	13.5	13.6	10.4	11	9.8	9.9	13.7
	9	14.4	15.5	12.2	11.8	10.5	9.7	15.5
	10	11.8	14	10	11.7	10.2	9.8	12.9
Promedio		13.8	14.84	10.17	10.81	9.99	9.92	13.37

Diámetro de tallo

Diámetro de tallo a los 30 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	1.74	1.74	1.64	1.64	1.53	1.64	1.73
	2	1.63	1.81	1.73	1.62	1.64	1.73	1.70
	3	1.73	1.60	1.74	1.63	1.72	1.62	1.63
	4	1.82	1.84	1.62	1.72	1.63	1.71	1.74
	5	1.73	1.84	1.62	1.64	1.64	1.62	1.73
	6	1.74	1.63	1.63	1.70	1.60	1.64	1.63
	7	1.62	1.71	1.74	1.62	1.62	1.63	1.72
	8	1.84	1.82	1.60	1.71	1.74	1.70	1.74
	9	1.71	1.74	1.63	1.73	1.70	1.62	1.72
	10	1.62	1.73	1.72	1.62	1.62	1.64	1.60
Promedio		1.72	1.75	1.67	1.66	1.64	1.66	1.69
II	1	1.70	1.81	1.63	1.72	1.54	1.60	1.74
	2	1.62	1.60	1.72	1.70	1.72	1.61	1.72
	3	1.73	1.72	1.64	1.64	1.64	1.72	1.64
	4	1.64	1.73	1.63	1.63	1.63	1.64	1.63
	5	1.82	1.84	1.64	1.74	1.60	1.63	1.70
	6	1.70	1.70	1.60	1.62	1.72	1.72	1.62
	7	1.64	1.74	1.61	1.72	1.70	1.63	1.64
	8	1.63	1.64	1.62	1.62	1.53	1.60	1.73
	9	1.72	1.82	1.64	1.70	1.72	1.72	1.60
	10	1.70	1.73	1.72	1.74	1.62	1.61	1.64
Promedio		1.69	1.73	1.65	1.68	1.64	1.65	1.67
III	1	1.71	1.84	1.74	1.74	1.63	1.60	1.72
	2	1.63	1.74	1.71	1.61	1.64	1.71	1.71
	3	1.80	1.70	1.64	1.62	1.61	1.72	1.63
	4	1.72	1.84	1.62	1.72	1.73	1.61	1.62
	5	1.73	1.82	1.72	1.61	1.64	1.71	1.63
	6	1.64	1.64	1.61	1.70	1.64	1.64	1.64
	7	1.72	1.72	1.72	1.62	1.62	1.60	1.72
	8	1.84	1.63	1.71	1.73	1.64	1.60	1.74
	9	1.71	1.81	1.63	1.63	1.72	1.72	1.74
	10	1.73	1.83	1.72	1.72	1.60	1.63	1.64
Promedio		1.72	1.76	1.68	1.67	1.65	1.65	1.68
IV	1	1.60	1.64	1.62	1.70	1.60	1.64	1.64
	2	1.84	1.80	1.74	1.64	1.51	1.72	1.70
	3	1.73	1.72	1.70	1.63	1.72	1.65	1.64
	4	1.61	1.70	1.63	1.73	1.74	1.60	1.83
	5	1.72	1.80	1.74	1.74	1.63	1.60	1.70
	6	1.70	1.74	1.76	1.71	1.72	1.71	1.64
	7	1.64	1.84	1.64	1.62	1.63	1.64	1.74
	8	1.83	1.64	1.62	1.72	1.62	1.73	1.83
	9	1.62	1.81	1.62	1.62	1.72	1.71	1.61
	10	1.73	1.73	1.62	1.74	1.64	1.64	1.60
Promedio		1.70	1.74	1.67	1.69	1.65	1.66	1.69

Diámetro de tallo a los 60 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	1.93	2.21	1.93	1.82	1.93	1.93	1.71
	2	2.21	2.00	1.90	2.11	1.94	1.92	2.20
	3	2.13	2.11	1.82	2.13	1.91	2.00	2.00
	1	2.24	2.10	1.73	2.00	2.00	2.10	2.32
	5	1.64	1.92	1.82	1.84	1.93	1.83	2.33
	6	1.92	2.23	1.72	2.00	1.92	1.74	2.00
	7	1.92	2.00	1.73	2.11	2.11	2.12	1.54
	8	2.13	2.14	1.14	2.10	2.12	2.00	2.20
	9	1.53	2.00	1.74	1.82	1.64	2.12	2.24
	10	2.10	2.13	1.63	1.83	2.00	1.83	2.00
Promedio		1.98	2.08	1.72	1.98	1.95	1.96	2.05
II	1	2.00	2.20	1.84	1.91	1.93	2.00	2.20
	2	2.13	2.00	1.80	2.00	2.00	1.72	1.84
	3	2.22	1.92	1.80	1.92	1.94	1.93	2.00
	4	1.90	2.13	1.92	1.90	2.00	1.62	2.13
	5	2.10	1.93	1.93	2.00	1.72	1.94	2.00
	6	1.92	1.92	1.72	2.10	1.82	1.82	2.10
	7	2.21	1.84	1.73	1.93	2.10	1.63	1.94
	8	2.13	2.10	1.92	2.10	2.00	1.94	2.14
	9	1.72	1.91	1.83	2.00	1.63	1.92	2.22
	10	1.73	1.83	1.74	2.00	1.64	1.90	1.81
Promedio		2.01	1.98	1.82	1.99	1.88	1.84	2.04
III	1	1.90	2.00	1.82	1.90	2.00	1.82	2.00
	2	1.92	2.10	1.93	1.92	1.74	1.73	1.84
	3	1.84	1.94	1.84	2.00	1.92	1.90	1.92
	4	1.74	1.93	2.10	1.64	1.90	1.54	2.10
	5	1.76	1.93	1.80	1.82	1.80	1.73	2.22
	6	2.22	2.20	1.44	2.13	1.74	1.72	2.20
	7	2.00	2.00	1.93	2.04	2.21	1.82	1.83
	8	1.91	2.21	2.00	2.00	2.10	2.00	1.84
	9	1.90	2.13	2.00	2.02	1.64	1.83	1.92
	10	2.14	2.30	1.84	2.11	1.73	1.64	1.82
Promedio		1.93	2.07	1.87	1.96	1.88	1.77	1.97
IV	1	1.90	1.91	2.10	2.00	1.82	1.84	2.23
	2	1.81	1.92	2.00	1.82	1.64	1.92	2.00
	3	2.00	2.00	2.00	1.72	1.63	1.92	1.90
	4	2.20	1.81	1.81	2.10	1.90	1.90	1.84
	5	2.21	1.80	1.94	1.60	1.50	1.84	2.23
	6	1.72	1.80	1.92	1.54	1.54	1.93	2.14
	7	1.74	2.00	2.13	1.64	1.92	1.54	2.00
	8	1.91	2.13	2.00	2.13	1.82	1.94	1.84
	9	1.90	2.14	1.54	1.74	1.90	1.90	1.83
	10	2.22	1.74	1.42	2.10	2.10	2.00	2.14
Promedio		1.96	1.93	1.89	1.84	1.78	1.87	2.02

Diámetro de tallo a los 90 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	2.00	2.31	2.00	2.00	2.00	2.00	1.92
	2	2.31	2.20	1.92	2.20	2.10	2.00	2.30
	3	2.21	2.21	1.92	2.31	2.00	2.13	2.10
	4	2.31	2.22	1.80	2.23	2.00	2.20	2.32
	5	1.73	2.00	1.90	2.00	2.00	1.91	2.41
	6	2.14	2.31	1.82	2.13	2.12	1.82	2.23
	7	2.00	2.13	1.93	2.21	2.21	2.20	1.74
	8	2.14	2.20	1.21	2.10	2.23	2.12	2.22
	9	1.73	2.21	1.80	1.90	1.74	2.20	2.31
	10	2.11	2.32	1.74	1.93	2.11	2.00	2.33
Promedio		2.07	2.21	1.80	2.10	2.05	2.06	2.19
II	1	2.12	2.31	1.92	2.10	2.00	2.10	2.32
	2	2.22	2.30	1.80	2.11	2.10	1.93	1.94
	3	2.23	2.13	1.93	2.00	2.00	2.00	2.23
	4	2.00	2.20	2.14	2.00	2.00	1.84	2.31
	5	2.20	2.00	2.00	2.10	1.92	2.00	2.20
	6	2.11	2.10	1.82	2.20	2.00	2.00	2.41
	7	2.30	1.94	1.83	2.11	2.31	1.83	2.14
	8	2.32	2.41	2.00	2.11	2.21	2.00	2.24
	9	1.94	2.31	1.90	2.20	1.83	2.11	2.31
	10	1.83	2.00	1.92	2.13	1.74	2.00	2.00
Promedio		2.13	2.17	1.93	2.11	2.01	1.98	2.21
III	1	2.00	2.23	1.82	2.14	2.00	1.92	2.31
	2	1.92	2.22	2.00	2.00	1.92	1.84	2.22
	3	2.14	2.00	1.80	2.13	2.00	2.13	2.00
	4	1.83	2.13	2.21	2.00	1.93	1.82	2.24
	5	1.84	2.11	1.84	2.13	1.82	1.90	2.41
	6	2.32	2.30	1.54	2.31	1.84	1.82	2.23
	7	2.13	2.31	2.00	2.10	2.21	2.00	2.00
	8	2.21	2.40	2.23	2.11	2.10	2.10	1.92
	9	2.30	2.21	2.14	2.13	1.83	1.92	2.13
	10	2.21	2.40	1.92	2.20	1.80	1.73	2.00
Promedio		2.09	2.23	1.95	2.13	1.95	1.92	2.15
IV	1	2.00	2.14	2.10	2.12	1.92	1.91	2.42
	2	2.00	2.04	2.00	1.93	1.74	2.00	2.22
	3	2.13	2.00	2.00	1.94	1.73	2.04	2.10
	4	2.30	1.83	1.84	2.13	2.00	2.00	1.92
	5	2.40	1.84	2.10	1.64	1.64	1.90	2.41
	6	1.84	1.84	2.11	1.63	1.63	2.00	2.31
	7	1.83	2.13	2.20	1.72	2.10	1.62	2.40
	8	2.00	2.32	2.13	2.20	2.00	2.13	1.93
	9	2.13	2.30	1.64	1.93	2.10	1.94	1.94
	10	2.30	1.94	1.63	2.21	2.21	2.12	2.31
Promedio		2.09	2.04	1.98	1.95	1.91	1.97	2.20

Diámetro de tallo a los 120 días								
Bloques	Repeticiones	tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	2.31	2.51	2.00	2.00	2.00	2.14	2.00
	2	2.41	2.31	1.93	2.31	2.21	2.13	2.30
	3	2.23	2.31	1.94	2.34	2.13	2.21	2.21
	4	2.43	2.34	1.81	2.24	2.01	2.21	2.32
	5	1.82	2.14	1.93	2.00	2.13	2.13	2.41
	6	2.11	2.43	1.94	2.21	2.12	1.92	2.34
	7	2.14	2.22	2.24	2.23	2.24	2.21	2.00
	8	2.23	2.41	2.23	2.11	2.31	2.23	2.23
	9	1.83	2.50	1.81	1.91	1.82	2.24	2.34
	10	2.14	2.34	1.82	2.03	2.24	2.11	2.33
Promedio		2.17	2.35	1.97	2.14	2.12	2.15	2.25
II	1	2.21	2.32	2.00	2.12	2.12	2.11	2.41
	2	2.23	2.31	1.81	2.13	2.11	1.93	2.24
	3	2.31	2.22	1.93	2.00	2.12	2.00	2.31
	4	2.11	2.23	2.21	2.00	2.00	1.94	2.32
	5	2.30	2.14	2.00	2.12	1.92	2.00	2.22
	6	2.11	2.13	1.82	2.20	2.00	2.11	2.42
	7	2.31	2.00	1.93	2.11	1.32	1.92	2.23
	8	2.41	2.41	2.13	2.12	2.21	2.00	2.42
	9	2.00	2.31	1.92	2.21	1.83	2.21	2.43
	10	1.92	2.00	1.92	2.23	1.82	2.00	2.14
Promedio		2.19	2.21	1.97	2.12	1.95	2.02	2.31
III	1	2.00	2.31	1.82	2.21	2.00	2.00	2.52
	2	2.14	2.34	2.11	2.13	2.00	1.92	2.31
	3	2.41	2.34	1.92	2.12	2.13	2.13	2.12
	4	2.00	2.14	1.32	2.24	2.00	1.91	2.31
	5	1.83	2.13	1.93	2.21	1.93	1.93	2.51
	6	2.42	2.31	1.62	2.31	1.92	1.82	2.32
	7	2.14	2.32	2.00	2.32	2.21	2.00	2.13
	8	2.43	2.41	2.23	2.22	2.20	2.13	2.00
	9	2.31	2.33	2.21	2.13	1.92	2.00	2.30
	10	2.23	2.42	2.00	2.22	1.82	1.82	2.00
Promedio		2.19	2.31	1.92	2.21	2.01	1.97	2.25
IV	1	2.21	2.24	2.11	2.21	1.92	2.00	2.51
	2	2.13	2.13	2.00	2.00	1.82	2.00	2.23
	3	2.21	2.21	2.13	2.00	1.81	2.13	2.14
	4	2.42	2.00	1.92	2.21	2.00	2.00	2.13
	5	2.43	1.93	2.13	1.82	1.74	2.00	2.51
	6	2.00	1.92	2.22	1.83	1.82	2.11	2.53
	7	1.92	2.21	2.24	1.92	2.11	1.82	2.41
	8	2.14	2.43	2.13	2.21	2.12	2.20	2.00
	9	2.23	2.31	1.82	2.13	2.11	2.11	1.93
	10	2.41	2.00	1.83	2.32	2.21	2.23	2.43
Promedio		2.21	2.14	2.05	2.07	1.97	2.06	2.28

Diámetro de tallo a los 150 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	3.14	2.8	2.6	2.71	2.63	2.74	3.01
	2	2.84	2.91	2.44	2.91	2.83	2.63	3.03
	3	3.05	2.84	2.5	2.84	2.71	2.83	2.91
	4	2.91	2.91	2.44	2.81	2.74	2.81	3.03
	5	2.74	3.04	2.43	2.61	2.73	2.64	2.44
	6	2.93	3.01	2.5	2.84	2.64	2.43	2.84
	7	2.94	2.8	2.74	2.83	2.81	2.84	2.84
	8	2.92	2.84	2.81	2.71	2.83	2.83	2.93
	9	3.04	2.95	2.43	2.42	2.6	2.81	2.7
	10	3.02	3.03	2.42	2.62	2.71	2.74	2.83
Promedio		2.95	2.91	2.53	2.73	2.72	2.73	2.86
II	1	2.91	3.01	2.6	2.71	2.74	2.74	2.81
	2	2.81	2.84	2.43	2.82	2.81	2.43	2.84
	3	2.83	2.91	2.44	2.74	2.74	2.71	3.03
	4	2.84	2.84	2.91	2.5	2.5	2.63	2.74
	5	2.83	2.93	2.5	2.84	2.5	2.74	2.84
	6	2.74	3.01	2.44	2.71	2.54	2.64	2.81
	7	2.71	2.8	2.5	2.71	2.84	2.81	2.92
	8	3.02	2.92	2.82	2.63	2.81	2.5	2.93
	9	2.93	3.03	2.42	2.83	2.41	2.73	2.6
	10	2.64	2.9	2.5	2.84	2.5	2.64	2.7
Promedio		2.83	2.92	2.56	2.73	2.64	2.66	2.82
III	1	2.93	3.14	2.43	2.74	2.61	2.64	2.5
	2	3.04	2.84	2.81	2.74	2.63	2.5	2.84
	3	2.93	2.94	2.6	2.7	2.74	2.74	2.94
	4	2.84	3.03	2.81	2.81	2.5	2.44	3.01
	5	2.81	3.14	2.5	2.74	2.54	2.5	2.74
	6	2.93	3.04	2.33	2.81	2.43	2.44	3.03
	7	2.84	2.81	2.5	2.83	2.04	2.71	2.84
	8	2.93	2.73	2.74	2.91	2.72	2.73	2.93
	9	2.94	2.93	2.74	2.74	2.5	2.6	2.91
	10	3	2.74	2.5	2.83	2.43	2.43	2.81
Promedio		2.92	2.93	2.6	2.79	2.51	2.57	2.86
IV	1	2.83	3.04	2.64	2.74	2.62	2.5	2.84
	2	2.84	2.91	2.73	2.6	2.41	2.74	2.73
	3	2.94	2.83	2.64	2.63	2.34	2.72	2.91
	4	2.73	2.84	2.5	2.72	2.71	2.71	2.93
	5	2.74	3.11	2.74	2.43	2.41	2.5	2.94
	6	2.7	3.03	2.74	2.5	2.6	2.63	2.74
	7	2.93	3.01	2.83	2.7	2.71	2.7	2.74
	8	2.81	2.6	2.83	2.84	2.64	2.73	2.81
	9	2.93	2.63	2.44	2.74	2.73	2.64	2.92
	10	2.74	3.03	2.41	2.84	2.81	2.71	2.92
Promedio		2.82	2.9	2.65	2.67	2.6	2.66	2.85

Longitud de raíz

Longitud de raíz a los 150 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	9.3	18	6.7	11.4	9.8	10.2	8.4
	2	11.3	10	6.5	11.7	10.5	11	9.4
	3	8	10.5	6	9.3	13	8	9.6
	4	13.2	12	6	6.3	10.2	7.5	10.2
	5	10.8	9.7	7	7.6	8	8.6	10.3
	6	7.5	6	6.8	8.9	9.6	8.8	10.1
	7	11	9.3	6	10.3	10.2	9.2	9.8
	8	13.7	14.1	10	8.1	5	12.2	8.2
	9	12	16	8.5	8.7	10	8	9.8
	10	10	10.3	9	13.3	9	9.4	15.4
Promedio		10.68	11.59	7.25	9.56	9.53	9.29	10.12
II	1	10.3	16.7	8.6	7.8	13.3	8.2	11
	2	12	8	9.9	10.3	10.5	9	14.3
	3	19.3	13.3	7	7.6	8	6.8	13.6
	4	10	5.6	7.7	8.2	11.5	9.4	8.7
	5	9.3	10.5	8	11.1	8	13	6.8
	6	9.2	14	12	11.5	15	14.4	16
	7	10.7	17.7	8.5	9.6	9.8	8.6	14.7
	8	10.5	14.3	6.7	10.4	8.4	8.3	9.7
	9	12	9.5	9.7	13.7	8.3	9	14.3
	10	9.4	12	6.7	7.5	5	6.7	10.6
Promedio		11.27	12.16	8.48	9.77	9.78	9.34	11.97
III	1	15.5	10.7	8.5	16	10.8	7.8	14
	2	14.7	13.7	5	15	9.9	8.3	10.5
	3	11	17.9	10.6	11.9	10.4	10.5	10
	4	11.7	8.4	13.8	11	8.8	8.2	8.7
	5	9.5	14	9.7	8	6	10.4	10.4
	6	9.4	14.3	8.4	11	8.2	9.3	17
	7	12	11.7	10	15.7	7	7	15
	8	8.8	11.3	8	13	10.4	8.5	9
	9	9.7	11.5	8.7	6.7	9	6.5	8.5
	10	10.3	10.3	4.8	7	7.4	8	7
Promedio		11.26	12.38	8.75	11.53	8.79	8.45	11.01
IV	1	14	10.4	8.2	14	8	11.6	4.4
	2	11	14.7	8	13.5	7	12.5	7
	3	8.3	11.5	10	10	9.2	5	13.2
	4	11	13	10.3	10.6	11	10	16.8
	5	11.5	10.3	9	11.4	9.7	9.7	11.2
	6	8.5	17.5	7	9	8.4	12	12.3
	7	14	11.5	8.2	8.7	6.2	6.5	14.4
	8	16.4	12.3	6.2	10.2	8	4	9
	9	15.2	10.9	9	8.2	9.5	6.5	10.5
	10	8.5	6.8	7	9.6	10.5	7.7	14.9
Promedio		11.84	11.89	8.29	10.52	8.75	8.55	11.37

Número de raíces

Número de raíces a los 150 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I	1	8	8	4	6	4	4	6
	2	6	6	5	7	4	6	8
	3	7	8	6	9	6	5	5
	4	8	6	7	4	7	5	8
	5	5	7	5	7	5	6	7
	6	9	8	8	7	4	6	7
	7	8	7	5	6	5	4	8
	8	7	9	6	7	4	4	7
	9	8	7	6	8	7	5	6
	10	7	10	4	5	9	4	8
Promedio		7.3	7.6	5.6	6.6	5.5	4.9	7
II	1	8	9	7	7	6	5	7
	2	6	6	6	6	6	6	8
	3	6	8	6	5	6	4	9
	4	9	6	6	5	4	7	7
	5	5	7	4	5	7	5	6
	6	7	9	7	6	5	4	8
	7	5	8	6	8	4	7	9
	8	7	5	5	7	5	5	9
	9	9	7	7	7	5	6	7
	10	7	7	7	5	4	5	6
Promedio		6.9	7.2	6.1	6.1	5.2	5.4	7.6
III	1	5	7	7	7	5	5	6
	2	6	7	5	6	5	3	9
	3	9	9	8	4	4	4	8
	4	7	7	6	6	5	6	4
	5	5	8	6	9	6	5	6
	6	8	10	4	6	4	6	7
	7	10	7	5	6	6	5	7
	8	7	8	4	4	5	4	8
	9	7	7	5	5	5	3	6
	10	8	8	6	5	3	6	8
Promedio		7.2	7.8	5.6	5.8	4.8	4.7	6.9
IV	1	8	7	6	6	5	5	6
	2	9	10	5	5	4	5	7
	3	6	7	4	5	6	4	7
	4	7	9	4	7	4	5	5
	5	9	5	5	6	5	5	11
	6	8	6	7	5	5	7	5
	7	8	7	5	5	6	4	6
	8	6	9	6	4	6	5	9
	9	9	6	4	6	4	6	7
	10	7	9	6	4	6	5	8
Promedio		7.7	7.5	5.2	5.3	5.1	5.1	7.1

Peso fresco

Peso fresco a los 150 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I								
Promedio		24.85	25.9	12.5	15.9	17.85	12.3	19.5
II								
Promedio		23.45	31.7	14.35	19.1	17.25	17.5	22.25
III								
Promedio		27.86	27.86	15.1	20.27	16.54	15.8	21.84
IV								
Promedio		24.8	24.8	14.38	19.9	16.62	15.85	20.23

Peso seco

Peso seco a los 150 días								
Bloques	Repeticiones	Tratamientos						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	Testigo
I								
Promedio		1.50	1.48	1.15	1.29	1.26	1.26	1.37
II								
Promedio		1.46	1.56	1.02	1.27	1.25	1.22	1.34
III								
Promedio		1.45	1.60	1.21	1.36	1.18	1.19	1.46
IV								
Promedio		1.41	1.47	1.13	1.35	1.29	1.18	1.29

ANEXO 3

Costo de producción

Tratamiento T1 humus con micorriza comercial A1B1

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	181/30m2	1.5	271.5	
Ingreso bruto	s/ m2				271.5
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 14	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas mas 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plástico 1.50m de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				68.57	25.03
Almacigo de pino	millar	2	30	8.57	1.22
Foliar Aminovigor	Litro	1	35	5	0.71
Formol	Litro	1	10	1.43	0.2
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	8.57	1.22
Micorriza <i>Boletus edulis</i>	Kilo	1	15	5	1.67
Humuz de lombriz	Kilo	20	2	40	20
Tierra agricola	Kilo	20	0	0	0
c) Mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Forrado y colocación de las mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recoleccion de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1138.07	263.53
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos de Administrativos (5%)	global			56.9	8.13
total costo indirecto				8.13	8.13
COSTO TOTAL					
COSTO TOTAL	s/m2			1146.2	271.66
Ingreso neto	s/m2				-0.16
TIR económico	%				-0.06

Tratamiento T2 humus con tierra micorrizada A1B2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	186 /30m2	1.5	279	
Ingreso bruto	s/ m2				279
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 14"	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas mas 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plástico 1.50m de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				98.57	28.37
Almacigo de pino	millar	2	30	8.57	1.22
Foliar Aminovigor	Litro	1/4	35	40	5.71
Formol	Litro	1	10	1.43	0.2
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	8.57	1.22
Humuz de lombriz	Kilo	20	2	40	20
Suelo con micorriza	Kilo	10	0	0	0
Tierra agricola	Kilo	20	0	0	0
c) Mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Forrado y colocación de las mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recolección de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1168.07	266.87
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos de Administrativos (5%)	global			58.4	8.34
Total costo indirecto				58.4	8.34
COSTO TOTAL					
COSTO TOTAL	s/m2			1226.48	275.21
Ingreso neto	s/m2				3.79
TIR económico	%				1.38

Tratamiento T3 compost con micorriza comercial A2B1

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	157/30m2	1.5	235.5	
Ingreso bruto	s/ m2				235.5
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 16	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas mas 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plástico 1.50 de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				32.32	8.25
Almacigo de pino	millar	2	30	8.57	1.22
Foliar Aminovigor	Litro	1/4	35	1.25	0.18
Formol	Litro	1	10	1.43	0.2
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	8.57	1.22
Micorriza <i>Boletus edulis</i>	Kilo	1	15	5	1.67
Compost	Kilo	15	1	7.5	3.75
Tierra agrícola	Kilo	20	0	0	0
c) Mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Colocación de mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recolección de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Lavado y desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1101.82	246.75
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos de Administrativos (5%)	global			55.09	7.87
Total costo indirecto				7.87	7.87
COSTO TOTAL	s/m2			1109.69	254.62
Ingreso neto	s/m2				-19.12
TIR económico	%				-7.51

Tratamiento T4 compost con tierra micorrizada A2B2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	160/30m2	1.5	240	
Ingreso bruto	s/ m2				240
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 16	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas mas 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plástico 1.50 de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				27.32	6.58
Almacigo de pino	millar	2	30	8.57	1.22
Foliar Aminovigor	Litro	1/4	35	1.25	0.18
Formol	Litro	1	10	1.43	0.2
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	8.57	1.22
Compost	Kilo	15	1	7.5	3.75
Suelo con micorriza	Kilo	10	0	0	0
Tierra agrícola	Kilo	20	0	0	0
c) Mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Colocación de mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recolección de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Lavado y desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1096.82	245.08
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos de Administrativos (5%)	global			54.84	7.83
Total costo indirecto				7.83	7.83
COSTO TOTAL					
COSTO TOTAL	s/m2			1104.66	252.92
Ingreso neto	s/m2				-12.92
TIR económico	%				-5.11

Tratamiento T5 biosolido con micorriza comercial A3B1

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	144/30m2	1.5	216	
Ingreso bruto	s/ m2			216	216
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 16	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas más 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plástico 1.50 de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				135.75	26.54
Almacigo de pino	millar	2	15	30	4.29
Foliar Aminovigor	Litro	1/4	35	8.75	1.25
Formol	Litro	1	10	10	1.43
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	60	8.57
Micorriza <i>Boletus edulis</i>	Kilo	1	15	15	5
Biosolido tipo A	Kilo	15	0.8	12	6
Tierra agrícola	Kilo	20	0	0	0
c) Mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y Cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Colocación de mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recolección de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1205.25	265.04
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos administrativos (5%)	global			60.2625	8.61
Total costo indirecto				8.61	8.61
COSTO TOTAL	s/m2			1265.51	273.64
Ingreso neto	s/m2				-57.64
TIR económico	%				-21.07

Tratamiento T6 biosolido con tierra micorrizada A3B2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	147/30m2	1.5	220.5	
Ingreso bruto	s/ m2			220.5	220.5
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 16	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas más 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plástico 1.50 de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				120.75	19.54
Almacigo de pino	millar	2	15	30	4.29
Foliar Aminovigor	Litro	1/4	35	8.75	1.25
Formol	Litro	1	10	10	1.43
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	60	8.57
Biosolido de tipo A	Kilo	15	0.8	12	4
Suelo con micorriza	Kilo	10	0	0	0
Tierra agrícola	Kilo	20	0	0	0
c) Mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y Cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Colocación de mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recolección de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1190.25	258.04
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos administrativos (5%)	global			59.5125	8.5
Total costo indirecto				8.5	8.5
COSTO TOTAL	s/m2			1198.75	266.54
Ingreso neto	s/m2				-46.04
TIR económico	%				-17.27

Testigo sustrato mecplant

+

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO s/.	PRECIO TOTAL s/.	COSTO POR TRATAMIENTO s/.
INGRESOS					
Rendimiento	plantas/ m2	174 /30m2	1.5	261	
Ingreso bruto	s/ m2				261
COSTOS					
1.- COSTOS DIRECTOS					
a) Materiales de acondicionamiento del vivero				549.5	164.21
Alambre galvanizado N° 16	Kilo	10	4	40	5.71
Malla raschel de 65 %	metros	30	5	150	21.43
Rollizos 4" x 3 m	unidad	6	15	90	12.86
Clavos de 2"	Kilo	1	4	4	0.57
Clavos de 1/2"	Kilo	1/2	5	5	0.71
Rafia rollo	cono	1	15	15	2.14
Triplay	unidad	3	25	75	10.71
Bandejas mas 96 tubetes	unidad	2	50	100	100
Manguera de 3/4	metros	20	0.8	16	2.29
Microaspersores	unidad	6	4	24	3.43
Llave de paso 3/4	unidad	1	5	5	0.71
Codo de manguera 3/4	unidad	1	8	8	1.14
Plastico 1.50 de altura	metros	7	2.5	17.5	2.5
b) INSUMOS				222.75	95.25
Almacigo de pino	millar	2	30	60	8.57
Foliar Aminovigor	Litro	1/4	35	8.75	1.25
Formol	Litro	1	10	10	1.43
Solución hidroponica la molina A	Litro	1	60	60	8.57
Sustrato preparado mecplant	Kilo	12	7	84	84
c) mano de obra no calificada				440	62.86
Apertura de hoyos y colocación de postes	Jornal	1	40	40	5.71
Tinglado de alambre y cosido de malla raschell	Jornal	1	40	40	5.71
Colocación de mezas de producción	Jornal	1	40	40	5.71
Zarandeo de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Recolección de suelo con micorriza	Jornal	1	40	40	5.71
Instalación de sistema de riego	Jornal	1	40	40	5.71
Desinfección de bandejas y tubetes	Jornal	2	40	80	11.43
Preparación de sustratos	Jornal	1	40	40	5.71
Llenado de tubetes con sustrato y repique de plántulas	Jornal	2	40	80	11.43
d) Labores culturales				80	11.43
Riego	Jornal	1	40	40	5.71
Control fitosanitario	Jornal	1	40	40	5.71
Total costo directo				1292.25	333.75
2.- COSTOS INDIRECTOS					
Gastos administrativos (5%)	global			64.6125	9.23
Total costo indirecto				9.23	9.23
COSTO TOTAL	s/m2			1301.48	342.98
Ingreso neto	s/m2				-81.98
TIR económico	%				-23.9

ANEXO 4

Análisis de fertilidad del biosólido

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. IERRERA" Av. De la Cultura N° 721 "Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : CENTRIFUGA, DESHIDRATADOR, BIOSOLIDO PTAR SAN JERONIMO-CUSCO

INSTITUCION SOLICITANTE : E.P.S. SEDA CUSCO S.A.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	meq/100 C.I.C.	% HUMEDAD	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	BIOSOLIDO	3.54	7.60	6.82	70.06	10.47	0.52	118.3	475

CUSCO-K'AYRA, 18 DE JULIO DEL 2,019..

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS
Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi
DIRECTOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS
Fajusto Yupuka Condori
ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

Fuente: EPS SEDACUSCO s.a. (2019)

Análisis de fertilidad de suelo del vivero agroforestal – K'ayra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD – FISICO MECANICO.

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : CENTRO AGRONOMIC K'AYRA SANJERONIMO – CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : WILI DARWIN ROMERO CARDENAS.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

N°	CLAVE	mmhos/cm. C.E.	PH	meq/100 Al ⁺⁺⁺	% M.ORG	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	CENTRO - VIVERO	1.62	8.00	0.00	2.89	0.14	53.9	1,542

ANALISIS DE CARACTERIZACION:

N°	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	CENTRO - VIVERO	33	49	18	FRANCO

CUSCO, 19 DE JUNIO DEL 2,020.

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO
Miguel Ángel Herrera Arivilica
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

ANEXO 5

Datos meteorológicos de K'ayra

AÑO	MESES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
		MAX	MEDIA	MIN		
2020	FEBRERO	19.87	14.43	8.98	79.81	5.29
2020	MARZO	21.08	14.52	7.95	73.64	4.46
2020	ABRIL	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2020	MAYO	21.17	11.87	2.56	74.24	0.91
2020	JUNIO	22.27	11.03	-0.21	68.10	0.00
2020	JULIO	22.59	11.14	-0.32	66.73	0.27
SUMA		106.99	62.98	18.96	362.53	10.92
PROMEDIO		21.40	12.60	3.79	72.51	2.18

Fuente: SENAMHI, (2020)