

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA FORESTAL**

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y  
ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y FACTIBILIDAD  
ECONÓMICA DE *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham EN  
VIVERO”**

**Autor : Bach. Lery Milena Rojas Guiop**

**Asesor : Ing. Wilson Ricardo Guerrero Requejo**

**Co-asesor : Ing. Tito Sánchez Santillán**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2023**



### ANEXO 3-H

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Rojas Guioq Lery Milena  
 DNI N°: 48279335  
 Correo electrónico: 4827933572@untrm.edu.pe  
 Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias  
 Escuela Profesional: Ingeniería Forestal

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
 DNI N°: \_\_\_\_\_  
 Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
 Facultad: \_\_\_\_\_  
 Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

"Efecto de la fertilización química y orgánica en el crecimiento y factibilidad económica de Pinus patula Schiede ex Schltdl. & Cham en vivero"

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Guerrero Requejo Wilson Ricardo  
 DNI, Pasaporte, C.E N°: 27753563  
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0009-0006-6758-3636

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Sanchez Santillan Tito  
 DNI, Pasaporte, C.E N°: 73103700  
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-3352-341X

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
Ciencias Agrarias / Agrícolas, Silvicultura y Pesca-forestal

#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 24 / mayo / 2020

Firma del autor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

A mi hija Emmy Ariadne Perez Rojas, por ser el motivo de mi felicidad por quien debo salir adelante, superarme cada día y poder concluir con mi investigación.

A mis padres Victor Rojas Horna y Ena Maria Guiop Huaman y hermanos Richard, Sarita, Kerly por la confianza y apoyo que me brindaron durante mi vida de estudiante, sus consejos para poder superarme y concluir con la carrera universitaria. Gracias por creer y darme la oportunidad de confiar en mi para alcanzar mis metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por guiar mi camino con sus bendiciones divinas he logrado un éxito más en mi vida.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y la escuela profesional de Ingeniería Forestal, por haberme dado esa oportunidad de formar parte de ella y poder así finalizar mis estudios.

A mi asesor Ing. M.Sc. Wilson Ricardo Guerrero Requejo, por su apoyo en el asesoramiento científico durante la ideación y ejecución del trabajo de investigación.

A mi co-asesor Ing. Tito Sánchez Santillán, por su apoyo con el asesoramiento y con materiales a través de la empresa Servicios Generales Jucusbamba EIRL, el cual hizo posible la ejecución de mi trabajo de tesis.

**Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA**

*Rector*

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

*Vicerrector Académico*

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA**

*Vicerrectora de Investigación*

**Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA**

*Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias*

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "Efecto de la fertilización química y orgánica en el crecimiento y factibilidad económica de plántulas de *Patola Shiede ex Schtdl. & Cham* en vivero" del egresado Lery Milena Rojas Guinap de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

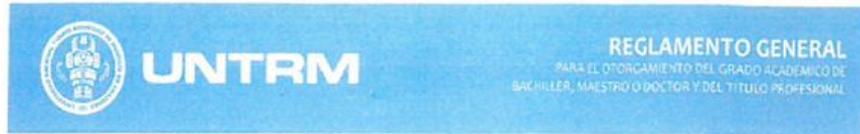
Chachapoyas, 08 de marzo de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Wilson R. Guerrero Reguejo



## VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS



### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ( )/Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "Efecto de la fertilización Química y Orgánica en el crecimiento y factabilidad económica de pizas Patata Shiede ex Schödl. & Cham en viuers"; del egresado Lery Milena Rojas Guinap de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 08 de marzo de 2023

  
Firma y nombre completo del Asesor  
Tito Sanchez Santillan

---

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



---

Ing. Mg. Sc. Elí Pariente Mondragón

**PRESIDENTE**



---

Ing. Mg. Sc. Ingrid Aracelli Cassana Huamán

**SECRETARIO**



---

Ing. Ms. C. César Guevara Hoyos

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y FACTIBILIDAD  
ECONÓMICA DE Pinos Patata Schiede ex Schltdl. d Cham en vivero

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) Lery Hilena Rojas Guap

de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal

con correo electrónico institucional 4P27932572@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 2.3 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 02 de mayo del 2023

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-5

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 16 de mayo del año 2023, siendo las 4:00 horas, el aspirante: Lery Milena Rojas Guioq, asesorado por Ing. Wilson Ricardo Guerrero Peguejo defiende en sesión pública presencial () / a distancia ( ) la Tesis titulada: Efecto de la fertilización química y orgánica en el crecimiento y factibilidad económica de Pinus patula Schiede ex Schildt & Cham en vivero, para obtener el Título Profesional de Ingeniera Forestal a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Mg. Sc. Eli Parente Mondragón

Secretario: Ing. Mg. Sc. Ingrid Anzulli Casero Huamán

Vocal: Ing. Ms. C. Cesar Guerrero Hoyos

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad ( ) / Mayoría () Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 5:13 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

## INDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE LA TESIS .....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS .....	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS .....	x
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	18
2.1. Área de Estudio .....	18
2.2. Población y Muestra .....	19
2.3. Variables de Estudio .....	19
2.4. Diseño de la investigación .....	22
2.5. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	23
2.6. Análisis Estadístico de los Datos.....	26
III. RESULTADOS .....	27
IV. DISCUSIÓN .....	33
V. CONCLUSIONES .....	35
VI. RECOMENDACIONES .....	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
ANEXOS.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables.....	20
<b>Tabla 2.</b> Descripción de tratamientos de estudio .....	22
<b>Tabla 3.</b> Cuadro ANOVA y análisis estadístico .....	26
<b>Tabla 4.</b> ANOVA para la altura de planta de pino bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	27
<b>Tabla 5.</b> ANOVA para el diámetro de tallo de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	28
<b>Tabla 6.</b> ANOVA para el tamaño radicular de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	29
<b>Tabla 7.</b> ANOVA para la biomasa foliar de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	30
<b>Tabla 8.</b> ANOVA para la biomasa radicular de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	31
<b>Tabla 9.</b> Evaluación económica de la producción de pino con fertilizantes químicos y orgánicos.....	32
<b>Tabla 10.</b> Base de datos para análisis estadístico .....	40
<b>Tabla 11.</b> Base de datos de costo de producción .....	41
<b>Tabla 12.</b> Resultado de análisis de suelo: caracterización .....	42
<b>Tabla 13.</b> Resultado de los análisis de los abonos orgánicos.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio en el distrito de Conila, Luya. ....	18
<b>Figura 2.</b> Diseño de la investigación, distribución de Tratamientos en Vivero.....	22
<b>Figura 3.</b> Test de Tukey (1%) para altura de la planta de lechuga bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos .....	27
<b>Figura 4.</b> Test de Tukey (1%) para el diámetro de tallo, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	28
<b>Figura 5.</b> Test de Tukey (1%) para tamaño de raíz de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	29
<b>Figura 6.</b> Test de Tukey (1%) para biomasa foliar de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	30
<b>Figura 7.</b> Test de Tukey (1%) para biomasa foliar de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.....	31
<b>Figura 8.</b> Instalación del germinador .....	43
<b>Figura 9.</b> Siembra de semilla en arena estéril .....	43
<b>Figura 10.</b> Germinación de pino a 15 días .....	44
<b>Figura 11.</b> Llenado de bolsa 4" x 8" .....	44
<b>Figura 12.</b> Colecta de abono químico y orgánicos, A (fosfato diamónico), B (Humus de lombriz), C(gallinaza), D (Compost).....	45
<b>Figura 13.</b> Diseño de la investigación en vivero.....	45
<b>Figura 14.</b> Selección de plántulas para el repicado en sustrato .....	46
<b>Figura 15.</b> Evaluación de biometría foliar de pino en vivero – 30 días de repicado .....	46
<b>Figura 16.</b> Evaluación de la biometría radicular de pino en vivero - testigo.....	47
<b>Figura 17.</b> Medición de la longitud radicular de los plantones de pino .....	47
<b>Figura 18.</b> Medición de diámetro de tallo de plantas de pino .....	48
<b>Figura 19.</b> Medición de diámetro de tallo de plantas de pino .....	48
<b>Figura 20.</b> Muestras radiculares .....	49

## RESUMEN

El trabajo se ejecutó con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica en el crecimiento y factibilidad económica de *Pinus patula* schiede ex schldl. & cham en vivero. Se realizó bajo un diseño completo al azar con 4 tratamientos a base de fertilizante químico y orgánico (T1: fosfato diamónico, T2: humus de lombriz, T3: gallinaza y T4: compost) y un testigo (T0). El material biológico se obtuvo mediante la germinación de semillas en arena limpia en micro túnel. El sustrato complementario fue obtenido de una parcela agrícola del anexo Tingo, distrito Conila. Paso por un proceso de zarandeo y se mezcló con el fertilizante químico (3 g/planta) y con los abonos orgánicos (40 g/planta). La mezcla resultante se llenó en bolsa de polietileno con dimensiones de 4" x 8". Como resultados obtenidos, el tratamiento T1 (Fosfato diamónico) y T2 (Humus de lombriz) favorecieron significativamente en tamaño de planta (15,1 cm; 14,13 cm), diámetro de tallo (2,6 mm; 1,9 mm), tamaño de raíz (8,9 cm; 8,07 cm), biomasa foliar (1,58 gr; 1,1 g) y biomasa radicular (1,37 g; 0,91 g), todos superaron al testigo. En cuanto a la factibilidad económica, se encontró que, el T1 alcanzó mayor relación beneficio/costo (0,57), mientras que, el T2 se alcanzó 0,40 de relación B/C. Concluyendo que, las plantas de pino, responden positivamente a la fertilización química y orgánica, así mismo, muestran una buena factibilidad económica, lo que sugiere invertir en la producción de plántones de pino a nivel de vivero.

**Palabras claves:** Abono orgánico, Pino, factibilidad económica, fertilizantes

## ABSTRACT

The work was carried out with the objective of evaluating the effect of chemical and organic fertilization on the growth and economic feasibility of *Pinus patula schiede ex schlttdl. & cham* in nursery. It was carried out under a completely randomized design with 4 treatments based on chemical and organic fertilizer (T1: diammonium phosphate, T2: earthworm humus, T3: chicken manure and T4: compost) and a control (T0). The biological material was obtained by seed germination in clean sand in a micro tunnel. The complementary substrate was obtained from an agricultural plot of the Tingo annex, Conila district. It went through a shaking process and was mixed with chemical fertilizer (3 g/plant) and with organic fertilizers (40 g/plant). The resulting mixture was filled in a polyethylene bag with dimensions of 4" x 8". As results obtained, the treatment T1 (diammonium phosphate) and T2 (worm humus) significantly favored plant size (15.1 cm; 14.13 cm), stem diameter (2.6 mm; 1.9 mm) , root size (8.9 cm; 8.07 cm), leaf biomass (1.58 gr; 1.1 g) and root biomass (1.37 g; 0.91 g), all exceeded the control. Regarding economic feasibility, it was found that T1 reached a higher benefit/cost ratio (0.57), while T2 reached 0.40 B/C ratio. Concluding that pine plants respond positively to chemical and organic fertilization, likewise, they show a good economic feasibility, which suggests investing in the production of pine seedlings at the nursery level.

**Keywords:** Organic fertilizer, Pine, economic feasibility, fertilizers

## I. INTRODUCCIÓN

Bernaola *et al.* (2016), evaluaron la calidad de plantas en diferentes especies de pino (*Pinus douglasiana* y *Pinus devoniana*) con un sistema de doble-trasplante y la aplicación en diferentes volúmenes de fertilizantes, encontrando que, el sistema de doble-trasplante incrementó la tasa de crecimiento lo que favoreció la supervivencia en campo. En cuanto al volumen de fertilizantes aplicaron las siguientes dosis de sustrato conformado por la mezcla de peat moss (30 %) y corteza de pino (70 %), estas muestras fueron detallados en el Laboratorio de Física de Suelos, reportaron que con una adecuada concentración de nitrógeno y cobre en las acículas obtuvieron efectos positivos en el crecimiento en altura 0,564 cm, esto debido a que el nitrógeno tiene componentes importantes como es proteínas y ácidos nucleico. El cobre participa en el metabolismo de los compuestos secundarios, lo cual tuvo efectos positivos en el desarrollo de la biomasa de la especie forestal del pino. Mientras que, el magnesio favorece el peso foliar y índice de contenedor de raíz (0,562 g).

León *et al.* (2016), realizaron estudios sobre la reacción de la fertilización mineral a largo plazo, lo cual fue aplicado de forma fraccionada en plantaciones de *Pinus caribaea*. Los resultados fueron óptimos con las dosis adecuadas de NPK y con un régimen adecuado de aplicación. En cuanto a las edades, (35 y 41 años), fueron los que lograron mayor diámetro de tallo, empleando dosis de fertilizante 800 kg ha<sup>-1</sup> y 1000 kg ha<sup>-1</sup>.

Melgarejo (2017), probó distintos tipos de micorrización en la producción de plantones de *Pinus radiata* D. Don, logrando tamaño de planta de 25,20 cm, diámetro de tallo 4 mm, 41,40 hojas aciculares. En consecuencia, realizar un buen plan de fertilización y asociar con micorrizas, puede resultar beneficioso en el crecimiento de las plantas.

Anco (2019), investigó en plantones de pino, empleando micorrizal del hongo (*Boletus edulis*), obteniendo como resultados estadísticos que con el T1 (Micorriza Comercial), alcanzando porcentaje superior de sobrevivencia con 98,08%, y en altura de la plántula mostrando mayor valor con el tratamiento micorriza comercial, con un promedio de 45,97 cm por plántula. Respecto al diámetro, obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento micorriza comercial con un promedio de 4,55 milímetros y con el segundo mejor tratamiento seta del hongo fermentado obtuvieron un promedio de 3,88 milímetros.

Luna (2019), probó diferentes sustratos orgánicos con corteza de pino compostada, arena, aserrín y fertilizante químico de liberación lenta (N: P: K 18:5:9) en el desarrollo de *Pinus taeda* en vivero, de los 18 tratamientos, sólo en 16 lograron conseguir plantas con diámetro medio mayor a 6 mm. En la misma línea Luque (2019), menciona que, el uso de abonos orgánicos en pino a nivel de vivero es fundamental y ésta se repotencia con el uso de microorganismos benéficos, tales como los hongos micorrízicos, asu vez, aportan en el establecimiento de plantas en campo definitivo. El mismo autor, determinó que, con una adecuada dosis obtuvieron como resultados un buen soporte físico en crecimiento y desarrollo de las plantas. Por un lado, la germinación inició a los 9 días después del almácigado (porcentaje de germinación 74,75%) y su energía germinativa fue 68,5%. En tal sentido, concluyó que al utilizar 2 g de abonos orgánicos dentro de los dos meses después de repicado, se puede producir plantones de buena calidad. Esta afirmación, es corroborada por Incahuamán (2019), quien mencionó que la nutrición de las plantas en fase de vivero, deben realizarse con abonos orgánicos, ya que promueven mayor vigorosidad a la planta y que indirectamente pueden generar condiciones óptimas para la formación de micorrizas. Los resultados que obtuvo fue que el T2 logró un tamaño de planta 49,1 cm, superando a los demás tratamientos, a la misma vez que, el mismo tratamiento favoreció en el engrosamiento del tallo (2,13 mm). Similar menciona Lázaro (2020), donde con el uso de humus de lombriz, micorrizas y fitorreguladores obtuvieron resultados óptimos en el crecimiento de *Pinus radiata*. Reportando que, el tratamiento T2 (micorriza) obtuvo el valor más alto en altura de planta con un promedio de 18,87 cm.

Heras (2021), en su investigación, sugiere emplear adecuadamente los fertilizantes en la producción de plantas forestales en vivero, ya que contienen una relación apropiada de nutrientes y ayudan en el desarrollo de las plantas en campo. Sus resultados datan que, con la fertilización, las plantas de pino desarrollaron mejor que el testigo. Sugiriendo emplear 4 g de fertilizante por un periodo de 8 meses, para lograr plantones de pino con características deseadas.

Por lo descrito, el presente trabajo de investigación tuvo dos objetivos específicos, siendo el primero determinar el efecto de los abonos orgánicos y químico en el crecimiento inicial de pino y el segundo objetivo fue estimar la factibilidad económica de la producción de pino, bajo los efectos de la fertilización orgánica y química.

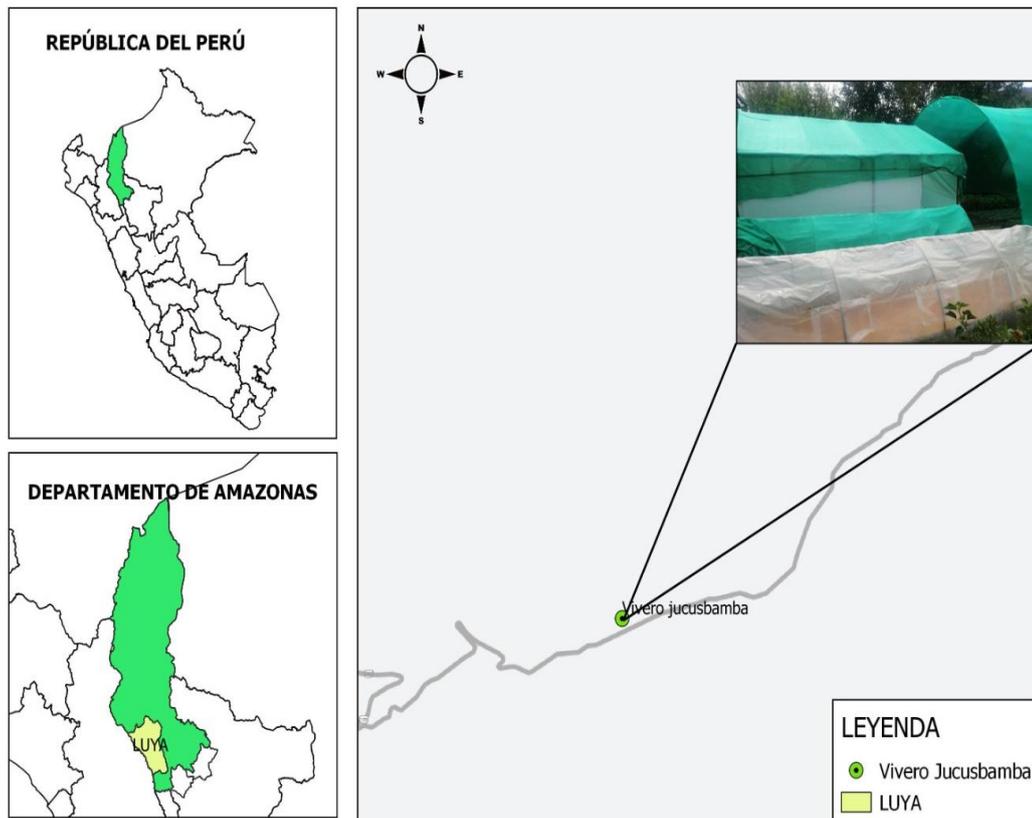
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudio

El trabajo de investigación se ejecutó en el Anexo el Tingo, distrito Conila, provincia Luya, región Amazonas, en el centro experimental (vivero) de la empresa Servicios Generales Jucusbamba E.I.R.L. Geográficamente, se encuentra en las coordenadas Latitud  $6^{\circ} 11' 28,48''$ , longitud S  $77^{\circ} 59' 4,71''$  W y altitud de 2 341 m s.n.m; durante el periodo de seis meses.

#### Figura 1

*Mapa ubicación del área de estudio en el distrito de Conila, Luya.*



**Nota.** ubicación del vivero de la empresa servicios generales Jucusbamba E.I.R.L.

**Fuente:** elaboración propia

## **2.2. Población y Muestra**

La población estuvo conformada por 240 plantas de pino en vivero. La muestra se consideró igual a la población puesto que fue pequeño y finito, a la misma vez, por la naturaleza de la investigación siendo de tipo experimental.

## **2.3. Variables de Estudio**

### **Variable Independiente**

- Abono orgánico (humus de lombriz, gallinaza, compost)
- Fertilizante químico (fosfato diamónico).

### **Variable Dependiente**

- Crecimiento de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham.
- Factibilidad económica.

**Tabla 1.**

*Operacionalización de las variables.*

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad</b>	<b>Instrumento</b>
<b>v. independiente.</b>	<b>humus de lombriz.</b> - procesos desarrollado mediante la digestión de la lombriz de cualquier sustancia orgánica (Tenecela 2012).				
<b>abono orgánico</b>	<b>gallinaza.</b> - son las excretas de las gallinas, presenta un alto contenido de nutrientes y minerales que aportan para el crecimiento de plantas (FENAVI-FONAV. 2022).	se utilizó fertilizante orgánico y químico para mejorar el desarrollo de las plantas de pino	cantidad de abono orgánico	g	observación directa
	<b>compost.</b> - es un proceso biológico mediante el cual se convierte todo residuo orgánico en materia compostada (Tenecela 2012).				
<b>abono químico</b>	<b>fosfato diamónico.</b> - Sus excelentes propiedades físico-químicas y alto nivel de análisis han llevado a una buena producción de plantas (Castro <i>et al.</i> , 2005).		cantidad de abono químico	g	
<b>v. dependiente</b>			altura de planta	cm	Regla milimétrica

		Biometría foliar	diámetro tallo	de	mm	Vernier digital
<b>Crecimiento de plántulas de pino.</b>	Incremento cuantitativo en de los órganos de una planta bajo los efectos de ciertos tratamientos.	- biometría radicular	biomasa foliar	seca	g	Balanza analítica
			biomasa radicular	seca	g	
			tamaño radicular		cm	
			velocidad de crecimiento	de	%	
			sobrevivencia		%	
			Flujo de cajas			
<b>Factibilidad económica</b>	Referida al análisis de ingreso y egresos para determinar la viabilidad de la inversión de un proyecto.	Rentabilidad	Relación costo/beneficio	costo/	Soles	Programa Excel/ Hoja de calculo

**Nota.** Elaboración propia.

## 2.4. Diseño de la investigación

El trabajo de investigación se realizó mediante el uso de diseño experimental Completamente al Azar (DCA). Se asignaron cuatro tratamientos más un testigo con tres repeticiones dando 15 unidades experimentales; haciendo un total de 240 unidades experimentales.

**Tabla 2.**

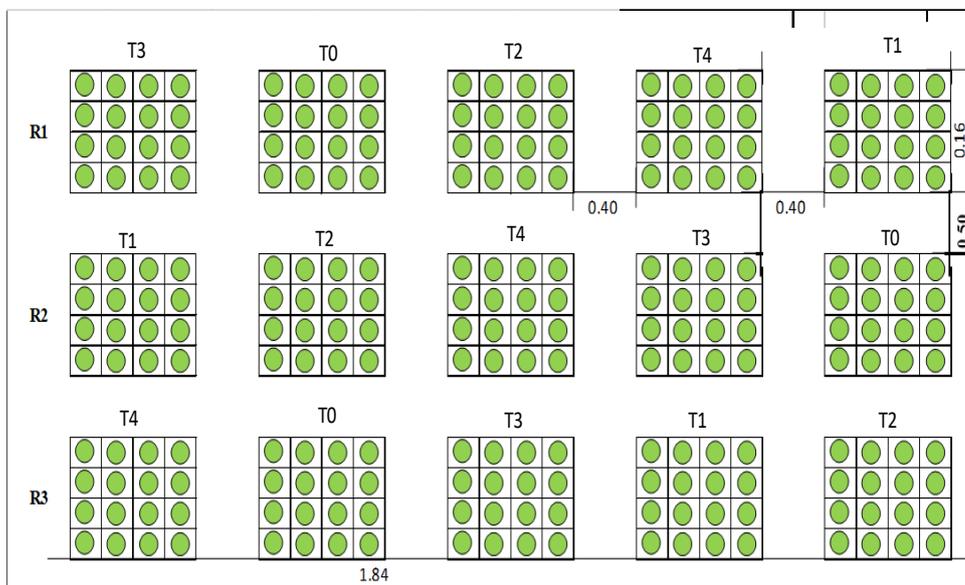
*Descripción de tratamientos de estudio.*

Tratamiento	Descripción	Dosis/Planta
T0	Sin fertilización	-
T1	Fosfato Diamónico	3 gr
T2	Humus de lombriz	40 gr
T3	gallinaza	40 gr
T4	Compost	40 gr

**Nota.** Elaboración propia.

**Figura 2**

*Diseño de la investigación, distribución de tratamientos en vivero.*



**Nota.** Elaboración propia.

## 2.5. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La metodología se dividió por objetivos específicos, siendo el **OE I**: *Determinar el efecto de abonos orgánicos y químico en el crecimiento inicial de Pinus patula Schiede ex Schltdl. & Cham en vivero* y **OE II**: *estimar la factibilidad económica de la producción de plántulas de pino bajo la fertilización química y orgánica*, que corresponden a los objetivos específicos.

### ***Preparación de germinador***

La instalación de las camas de germinación son infraestructuras importantes para la producción de plántulas, es considerado como un área muy fundamental en los viveros, las cuales van albergar las semillas, para su germinación. Este espacio está compuesto por arena previamente desinfectada, sustrato que tiene una facilidad en el manejo de la porosidad y buen drenaje del agua (Oliva *et al.*, 2014).

Se construyó un micro túnel empleando tubo pvc ½", mismos que fueron colocadas en forma media luna (90 cm de altura), sobre el piso, sostenidas con un alambre galvanizado. Sobre éste se colocó un plástico transparente (agrofilm); en el piso se colocarán tablas de 20 cm de espesor en forma de cajón, con dimensión de 2 m x 1 m. El cajón, contó con plástico como base y sobre éste, se colocó arena esterilizada. Posteriormente se aplicó un fungicida a base de captan, 2 mg/L, con una aplicación en drench y se dejó por un día antes de poner la semilla.

### ***Siembra y germinación de semillas***

Las semillas de pino previamente fueron tratadas con agua fría por 12 horas, luego secadas a temperatura ambiente. Posteriormente fueron sembradas en el germinador, al voleo. Luego se cubrió con arena a un espesor aproximado del doble del tamaño de la semilla, haciendo una pequeña presión con un rodillo de plástico, para poner en contacto con el sustrato y no dejar cámaras de aire. Finalmente se aplicó riego pulverizado con una mochila mecánica para humedecer el sustrato y evitar extraer la semilla.

Para el pino, es importante hacer un almácigado, para obtener plántulas vigorosas y con buen sistema radicular, a su vez, esto ayudará a obtener plantas óptimas para campo (Rodríguez, 2010).

### ***Llenado de bolsas y fertilización***

Es una actividad, dónde se hace el llenado de las bolsas de polietileno con el sustrato preparado. El sustrato a emplear debe ser limpio y presentar una buena fertilidad. Durante el llenado de bolsas, se debe hacer de manera adecuada, haciendo presión del sustrato, para evitar la formación de espacios vacíos y posteriormente genere encharcamientos (Oliva *et al.*, 2014).

Se empleó sustrato colectado en el anexo Tingo, extraído de 20 cm de suelo (capa arable). Luego pasó por un proceso de desinfección con formol agrícola al 20%, aplicados con mochila y cubiertas con plástico transparente. Luego de 5 días se retiró el cobertor, para eliminar la humedad. Se pasó por una malla metálica 3/8", para el tamizado y eliminación de partículas gruesas. Luego se combinó con los abonos orgánicos (humus de lombriz, gallinaza y compost proporción 14:1) y fosfato diamónico 3 gramos por planta. Las bolsas empleadas fueron de polietileno (negro) de tamaño 5" x 8" x 1,5 mm.

### ***Repicado de plántulas***

Los plantines obtenidos en germinador, continúan con el proceso de repique. Éstos, son traspasadas a bolsas de polietileno con sustrato. Mismo que será su fuente de nutrientes y medio para que puedan desarrollarse las plantas, hasta llegar a un tamaño óptimo para campo definitivo (Oliva *et al.*, 2014).

Las plántulas obtenidas en el germinador, tuvieron un tamaño de 5 cm, para ello se consideró que, las raíces tengan un tamaño adecuado y con presencia de las primeras raíces secundarias; esto permitirá que las plantas crezcan muy vigorosas y no exista alta mortalidad. El repicado, se realizó en horarios de la tarde, para ello, sobre un recipiente con agua se colocaron las plántulas extraídas del germinador, luego se preparó una solución de auxinas Root-Hor ( 0,4% ácido alfa naftalen acético + 0,1% ácido indol butírico) a una concentración de 5 ml/L de agua, donde fueron sumergidas las raíces por 10 minutos y posteriormente fueron repicadas en las bolsas, según el tratamiento en estudio.

### ***Labores culturales***

Consiste en, realizar diversas actividades, que van desde riegos, deshierbo, remoción, aclareo, de las plantas, con la finalidad de que el crecimiento, sea uniforme y no

tengan limitaciones o factores de competencia con algunas malezas. Con esto se evitará el raquitismo de las plantas y/o la mortalidad (Rivero, 2015).

Se realizó un deshierbo permanente de las plantas en investigación principalmente, un desmalezado en el ambiente y sobre los sustratos, retirando líquenes y algas. Así mismo, se aplicó un riego permanente, durante toda la investigación, teniendo en cuenta la evaluación del requerimiento hídrico.

### ***Evaluación de variables***

La evaluación de las variables del objetivo específico 1, fue de tipo transversal, por lo que, los datos fueron recopilados en los dos últimos meses de la investigación. La investigación tuvo una duración de 5 meses en fase de crecimiento, siendo la fecha de instalación y/o repicado el 07/09/2022 y fecha última de evaluación el 15/02/2023. Para la evaluación del objetivo específico 2, se valoraron mediante los costos de producción y egresos en un flujo de cajas en Excel. Se consideró como una población total 4000 plantones de pino y con un precio de venta de S/. 1.00 por planta como máximo.

### ***Altura de planta***

Las plantas fueron medidas con ayuda de una regla milimetrada al finalizar la investigación. Los datos fueron tomados desde a base de la planta hasta el ápice. Los datos se registraron en un cuaderno de campo y luego sistematizados en una plantilla digital Excel.

### ***Diámetro de tallo***

Con un vernier digital se tomaron medidas en el tallo de los plantones a 1 cm de altura desde el cuello de la planta.

### ***Biomasa seca foliar, biomasa seca radicular***

Para evaluar este indicador se dividió la parte foliar y radicular de las plantas, los cuales fueron colocados por 72 horas a temperatura ambiente. Al culminar esta fase se determinó el peso en una balanza analítica a nivel de laboratorio.

### ***Tamaño radicular***

Para determinar la longitud de la raíz, se realizó tres medidas, una medida fue de las raíces primarias, luego las raíces secundarias y finalmente las raíces terciarias. Los datos se tomaron con un vernier, desde la base de la raíz hasta el ápice.

## 2.6. Análisis Estadístico de los Datos

Los datos obtenidos durante la evaluación fueron anotados en un cuaderno de campo y organizados en una matriz general en Excel (Tabla 10). Los datos correspondientes a las variables del objetivo 1, tomaron un comportamiento normal y con varianzas homogéneas, por lo que se ejecutó el análisis de varianza ( $P < 0,01$ ) y comparación múltiple de Tukey ( $\alpha = 1\%$ ). Se trabajó con el software estadístico InfoStat versión 2019. Los datos del objetivo específico 2, se analizaron empleando herramientas financieras en Excel, alcanzando finalmente la rentabilidad económica.

**Tabla 3.**

*Cuadro ANOVA y análisis estadístico.*

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Varianza	Fcal
Entre los Tratamientos	$SS_{lab} = \sum_{k=1}^K n_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2$	$K - 1$	$MS_{lab} = \frac{SS_{lab}}{K - 1}$	
Error (dentro de los tratamientos)	$SS_R = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} (x_{kj} - \bar{x}_k)^2$	$N - K$	$MS_R = \frac{SS_R}{N - K}$	$F = \frac{MS_{lab}}{MS_R}$
Total	$SS_T = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} (x_{kj} - \bar{x})^2$	$N - 1$	$MS_T = \frac{SS_T}{N - 1}$	

**Fuente:** Massart, 1997.

### III. RESULTADOS

#### OE 1: efecto de abonos orgánicos y químico en el crecimiento inicial de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham en vivero

##### Altura de planta

**Tabla 4**

ANOVA para la altura de planta de pino bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.

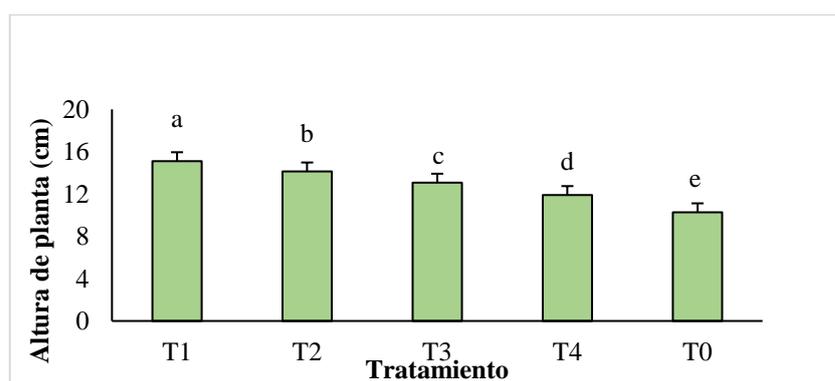
F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	42,94	4	11	112	< 0,0001**
Error experimental	0,96	10	0		
Total	43,93	14			

**Nota.** \*\*=altamente significativo ( $P$ -valor < 0,01); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Tabla 4 muestra el análisis de varianza ANOVA ( $P < 0,01$ ), referente a la altura de la planta durante los 90 días posterior del repique, indica que se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

**Figura 3**

Test de Tukey (1%) para altura de la planta de pino bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.



En la Figura 3, muestra el test post hoc de Tukey ( $\alpha = 0,01$ ), donde el T1 (Fosfato diamónico) benefició la altura de las plantas de manera altamente significativa frente a los diferentes tratamientos y al testigo.

## Diámetro de tallo

**Tabla 5**

ANOVA para el diámetro de tallo de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.

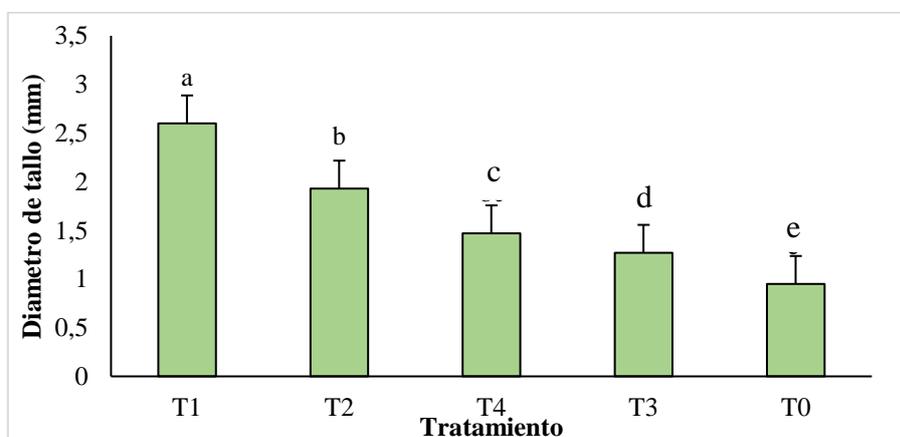
F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	4,95	4	1	32	< 0,0001**
Error experimental	0,39	10	0		
Total	5,33	14			

**Nota.** \*\*=altamente significativo ( $P$ -valor < 0,01); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Tabla 5, análisis de varianza ANOVA ( $P$  < 0,01), referente al diámetro de tallo, indica diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

**Figura 4**

Test de Tukey (1%) referente el diámetro de tallo, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.



En la Figura 4, se muestra el test post hoc de Tukey ( $\alpha = 0,01$ ), donde T1 (Fosfato diamónico) fue beneficioso en diámetro del tallo alcanzando 2,6 mm y estadísticamente significativa obteniendo hasta 1,65 mm más que al testigo.

## Tamaño radicular

**Tabla 6**

ANOVA para el tamaño radicular de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.

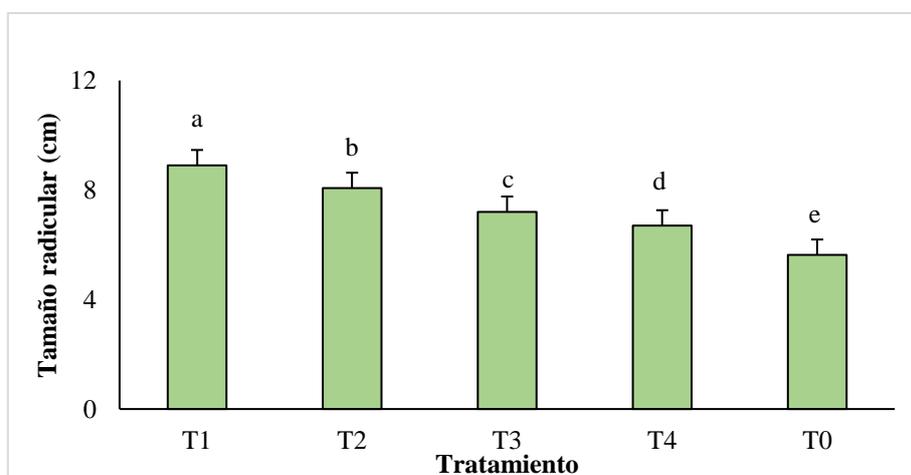
F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	18,89	4	5	151	< 0,0001**
Error experimental	0,31	10	0		
Total	19,2	14			

**Nota.** \*\*=altamente significativo ( $P$ -valor < 0,01); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Tabla 6, el análisis de varianza ANOVA ( $P < 0,01$ ), referente al tamaño radicular, indica que se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

**Figura 5**

Test de Tukey (1%) para tamaño de raíz de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.



En la Figura 5, se muestra el test post hoc de Tukey ( $\alpha = 0,01$ ), donde T1 (Fosfato diamónico) obtuvo diferencia significativa para el tamaño radicular obteniendo 8,9 cm, mientras que el testigo solo alcanzo 5,63 cm.

## ***Biomasa foliar***

**Tabla 7**

*ANOVA para la biomasa foliar de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.*

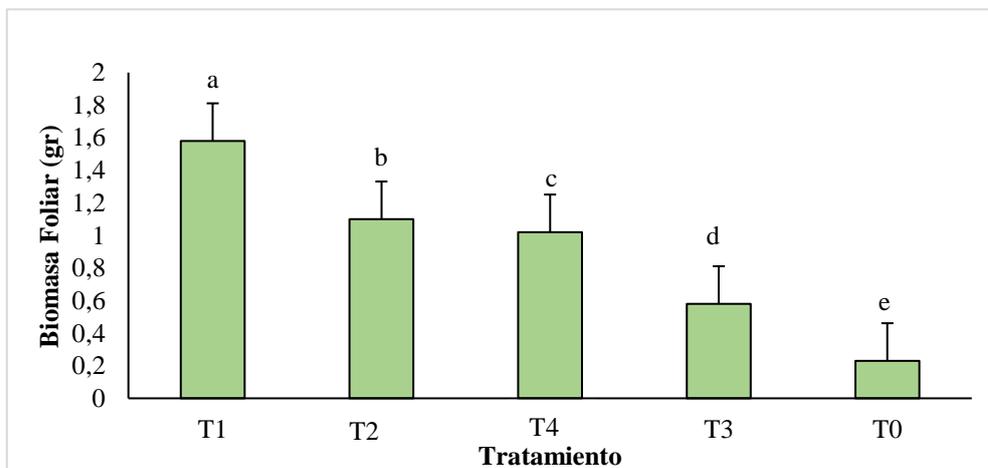
<b>F. V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Tratamiento	3,2	4	1	270	< 0,0001**
Error experimental	0,03	10	0		
Total	3,23	14			

**Nota.** \*\*=altamente significativo ( $P$ -valor < 0,01); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Tabla 7, se muestra que el análisis de varianza ANOVA ( $P < 0,01$ ), para materia seca foliar, reportando diferencias altamente significativas entre tratamientos.

**Figura 6**

*Test de Tukey (1%) referente a biomasa foliar de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.*



En la Figura 6, se muestra el test post hoc de Tukey ( $\alpha = 0,01$ ), donde T1 (Fosfato diamónico) benefició la biomasa foliar con 1,58 g alcanzando una diferencia significativa, mientras que el testigo alcanzo un promedio de 0,23 g.

## Biomasa radicular

**Tabla 8**

ANOVA para la biomasa radicular de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.

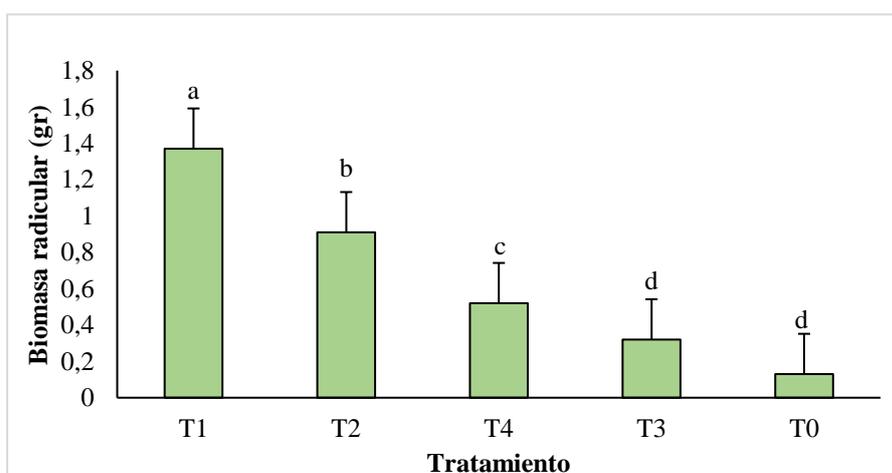
F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Tratamiento	3,2	4	1	270	< 0,0001**
Error experimental	0,03	10	0		
Total	3,23	14			

**Nota.** \*\*=altamente significativo ( $P$ -valor < 0,01); F.V.: fuente de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrados medio; F: Fisher

En la Tabla 8, se muestra que el análisis de varianza ANOVA ( $P < 0,01$ ), referente a biomasa radicular, indica que se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

**Figura 7**

Test de Tukey (1%) para biomasa radicular de pino, bajo el efecto de abonos orgánicos y químicos.



En la Figura 7, se muestra el test post hoc de Tukey ( $\alpha = 0,01$ ), donde T1 (Fosfato diamónico) fue benefició en el peso seco radicular con 1,37 g alcanzando una diferencia significativa, seguido de T2 (Humus de lombriz) mientras que el testigo alcanzo un promedio de 0,13 g.

**OE II: factibilidad económica de la producción de plántones de pino bajo la fertilización química y orgánica**

**Análisis económico de la producción de pino.**

En la Tabla 9, se demuestra el análisis de rentabilidad en la producción de pino con fertilizantes químicos orgánicos, observando que la producción de plántones de pino con fosfato diamónico con el 57%, seguido de abono orgánico el humus de lombriz con un 40%. Así mismo, para el T1 por cada sol invertido se logra tener una ganancia de S/. 0,57 y para T2 por cada sol invertido va tener una Ganancia de 0,40. Las plantas no fertilizadas no son rentables puesto que generan pérdidas en la producción de dos campañas por un año. Los abonos orgánico y químico han manifestado rentabilidad ya que ambos favorecen el tamaño de las plantas y además los costos por kilogramo son económicos.

**Tabla 9**

*Evaluación económica de la producción de pino con fertilizantes químicos y orgánicos.*

<b>Costo de producción</b>	<b>T0 (Testigo) (S/.)</b>	<b>T1 (fosfato di amónico) (S/.)</b>	<b>T2 (Humus de lombriz) (S/.)</b>	<b>T3 (Gallinaza) (S/.)</b>	<b>T4 (Compost) (S/.)</b>
<b>costos fijos</b>					
Infraestructura	800	800	800	800	800
Servicio de agua	45	45	45	45	45
Herramientas	300	300	300	300	300
<b>Subtotal de costos fijos</b>	<b>1145</b>	<b>1145</b>	<b>1145</b>	<b>1145</b>	<b>1145</b>
<b>Costos variables</b>					
Materiales e insumos	170.5	380	410	415	391
Recursos humanos	1440	1440	1440	1440	1440
<b>Subtotal de costos variables</b>	<b>1610.5</b>	<b>1820</b>	<b>1850</b>	<b>1855</b>	<b>1831</b>
<b>Costo de producción</b>	<b>2755.5</b>	<b>2965</b>	<b>2995</b>	<b>3000</b>	<b>2976</b>
<b>VBP (# plantas x precio)</b>	2720	4000	3740	3480	3152
<b>UN</b>	-35.5	1035	745	480	176
<b>B/C</b>	-0,02	0,57	0,40	0,26	0,10
<b>Rentabilidad</b>	-2%	57%	40%	26%	10%

Nota. El análisis económico corresponde a una base de producción de 4000 plantas por año. El precio de venta se estimó según el precio en el mercado y variando por el tamaño de planta obtenida por tratamiento. La diferencia de cantidades producidas, varió en función a la mortalidad. VBP, Valor bruto de producción se estimó multiplicando la cantidad de plantas producidas x precio de venta S/. 1.00), UN, costo de producción, B/C, costo, beneficio

#### IV. DISCUSIÓN

*La discusión de los resultados obtenidos se elaboró con las variables que se consideraron en el proyecto de investigación: Efecto de abonos orgánicos y químico en el crecimiento inicial de Pinus patula Schiede ex Schltdl. & Cham en vivero.*

Según los resultados obtenidos de la efectividad de abonos orgánicos en pino (*Pinus patula*), podemos afirmar que los fertilizantes químicos a base de fosfato diamónico con dosis de 3 g por planta tuvieron influencia positiva y favorecieron en la ganancia potencial de la biometría de pino. Los tratamientos sobresalientes fueron el T1 (Fosfato diamónico) se logró un tamaño de planta (15,1 cm), tamaño de raíz (8,9 cm) y biomasa seca radicular de 1,37 g.

El efecto de abonos orgánicos con dosis de 40 g por planta se encontró que con el T2 (Humus de lombriz) se alcanzó un tamaño de 14,1 cm, tamaño de raíz (8,07 cm) y biomasa radicular (0,91 g). Mientras que, en el diámetro de tallo y biomasa foliar se encontró que únicamente el T1 (Fosfato diamónico) fue más influyente con 2,6 mm y 1,58 g respectivamente. En contraste con los resultados reportados por Hernández & Rubilar (2012), indican que, la fertilización química provocó un incremento positivo en el crecimiento de las plantas entre 1,047 % y 1,294 %. Además, la concentración de nitrógeno muestra una relación directa con el crecimiento, conforme se incrementa la concentración de nitrógeno, va cambiando desde 4,5 cm con 0 mg L<sup>-1</sup> hasta 8,7 cm con 400 mg L<sup>-1</sup> de nitrógeno, alcanzado un incremento de 93 %. En concordancia, Bernaola et al. (2016), afirman que el uso controlado de fertilizantes (15 a 45 % de N, P, K), favorece en la calidad de plantas de *Pinus montezumae* Lamb, generando diámetros de tallo superior a 6 mm.

Por su parte, Castro et al. (2018), determinaron que, los sustratos y fertilizantes tienen gran influencia en las características morfológicas y fisiológicas de las plantas de *Pinus greggii* var. Lo altos niveles de N presentes en el sustrato y/o fertilizante, obtuvieron en el sustrato S1 (T2 y T8) y el menor porcentaje con S2 (T4 y T10). Los beneficios en crecimiento representaron un 63 % y 54 %, por cada sustrato.

Incahuamán (2019), probaron el efecto de abonos orgánicos en el crecimiento inicial de pino, donde las plantas tratadas con gallinaza, alcanzaron tamaños promedios de 49,1 cm, quien, además, favoreció en engrosamiento del diámetro de tallo.

Lázaro (2021), probó el efecto de humus de lombriz y micorrizas, destacando que, las plantas de pino tratadas con micorrizas, respondieron mejor en el crecimiento de planta (16,87 cm), diámetro de tallo (1,01 cm), número de hojas (73,43 unidades) y Tamaño de la raíz de 10,38 cm.

León *et al.* (2016), probaron la reacción de la fertilización mineral en plantaciones de *Pinus caribaea*, empleando dosis adecuadas de NPK, obteniendo incrementos considerables del diámetro de tallo con una dosis de 800 kg ha<sup>-1</sup> y 1000 kg ha<sup>-1</sup>. Luna (2019), probó diferentes sustratos orgánicos con corteza de pino compostada, arena, aserrín y fertilizante químico de liberación lenta (N: P: K 18:5:9) en plántones de *Pinus taeda.*, reportando un incremento del diámetro de tallo mayor a 6 mm.

Por su parte, Luque (2019), menciona que, el uso de abonos orgánicos en pino a nivel de vivero es fundamental, potenciando su efectividad al combinarse con micorrizas, sugiriendo emplear 2 g de abono orgánico, en los primeros meses de repicado el pino.

#### ***Factibilidad económica de la producción de plántones de pino bajo la fertilización química y orgánica***

Según el análisis de factibilidad económica en la producción de pino, se reporta que, con el T1 (Fosfato diamónico), se alcanzó una rentabilidad del 57%, seguido por el tratamiento T2 (humus de lombriz) mostró 40%, mientras que el T3 (gallinaza) y T4 (compost) están por debajo del 30%. Por otra parte, las plantas producidas sin ningún tipo de abono genero pérdidas del 2%.

A lo que, Mendoza (2022), reportó que, en la producción de plántones de café a nivel de vivero, con la fertilización con fosfato di amónico la rentabilidad alcanzada fue de 56%. En cuanto a los abonos orgánicos, éstos muestran mayor rentabilidad respecto al testigo (-3%), pero fueron superados por el fertilizante químico. No obstante, Berrocal (2016), encontraron resultados contradictorios, ya que con abonos orgánicos (humus de lombriz, Gallinaza y estiércol vacuno), lograron mayor rentabilidad y una relación de B/C de 1,65. Si bien, los resultados difieren a otras investigaciones, sin embargo, es importante analizar que, la efectividad de los abonos va a diferir en función a las zonas y condiciones estudiadas. En efecto, para las zonas de luya, resulta más factible emplear un fertilizante sintético y de ser necesario combinar con humus, para dar mayor vigorosidad y sostenibilidad a las plantas de pino.

## V. CONCLUSIONES

Para el crecimiento inicial se concluye que, los plantones de pino tratados con fosfato diamónico y humus de lombriz, lograron un buen crecimiento y desarrollo en vivero. Por una parte, las plantas tratadas con T1 (fosfato diamónico), favoreció significativamente en la altura de planta (15,1 cm), mientras que, el T2 (humus de lombriz), logró tamaño promedio de 14,1 cm. En general, las plantas de pino, tratados con abonos y fertilizante sintético, manifestaron buena respuesta, superando ampliamente al testigo, que manifestó valores inferiores.

En cuanto a la factibilidad económica se concluye que, la producción de plantones de pino con fertilizantes químicos y orgánicos, generan una buena rentabilidad económica, principalmente cuando son fertilizados con fosfato diamónico (rentabilidad 57%), mientras que, el abonamiento con humus de lombriz, se logró una rentabilidad de 40 %. También se puede decir que, no fertilizar las plantas de pino, generan pérdidas considerables, a pesar de usar un sustrato procedente de parcelas agrícolas.

En general, con este estudio se destaca, que el pino, a pesar de ser una especie exótica y siendo la especie forestal con mayor producción a nivel de vivero en Amazonas. Siempre va presentar falencias en cuanto al crecimiento y calidad, afectados principalmente por la demanda nutricional, por lo que, este estudio, amplía un panorama más claro y deja entrever que, resulta indispensable, fertilizar con fosfato diamónico y para lograr la sostenibilidad, aplicar en combinación con humus de lombriz.

## VI. RECOMENDACIONES

Para la propagación masiva de pino a nivel de vivero, se recomienda utilizar Fosfato diamónico (baja dosis) combinado con humus de lombriz, fuente nutrición, lo que favorecerá el crecimiento y la factibilidad económica.

Se recomienda validar la investigación, empleando otras variedades de pino y usando tebetes, ya que, la disponibilidad de nutrientes podría tener variabilidad.

Se recomienda, replicar la investigación y adicionar otras variables, como el análisis químico foliar, para estimar en que proporción absorbe los nutrientes el pino.

Se recomienda, seguir investigando en la producción de plantones de *Pinus patula*, empleando fertilizantes combinados (químico y orgánico), para alcanzar una metodología eficiente y eficaz, con buena factibilidad económica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, M., Aldrete, A., Martínez, T., & Ordáz, M. (2016). Producción de *Pinus montezumae* Lamb. con diferentes sustratos y fertilizantes de liberación controlada. *Agrociencia*, 50(1), 107-118.
- Annco, Y. (2019). *Evaluación del Inoculo micorrizal del hongo (boletus edulis) en la producción de plántones de pino (Pinus radiata d. don) en Andahuaylas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5017>
- Bernaola, M., Zamora, F., Vargas, J., Cetina, M., Rodríguez, R., & Salcedo, E. (2016). Calidad de planta en etapa de vivero de dos especies de pino en sistema Doble-Trasplante. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7 (33), 74-93. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322016000100074&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322016000100074&script=sci_arttext)
- Castro, N., Melgar, J. (2005). *Fosfato*. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.unsam.edu.ar/publicaciones/tapas/cyted/parte2.pdf>
- Donoso et al. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. *Bosque (Valdivia)*, 29(1), 52–57. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002008000100006>
- FENAVI, *A gallinaza y su utilización*. Agrosavia.com. Recuperado el 12 de abril de 2016
- Heras Marcial, M. (2021). *Influencia de la fertilización en dos especies de pino en vivero y campo*. [Tesis de doctorado, Institución de Enseñanza en Investigación en Ciencias Agrícolas]. Repositorio institucional del Instituto de Enseñanza en Investigación en Ciencias Agrícolas <http://hdl.handle.net/10521/4640>
- Hernández, A., & Rubilar, R. (2012). Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el desarrollo y fenología de brotes de setos de *Pinus radiata*. *Bosque (Valdivia)*, 33(1), 53-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002012000100006>
- Incahuamán, R. (2019). *Efecto de abonos orgánicos en el crecimiento inicial de Pino (Pinus radiata), en vivero forestal de Kesari – Circa – Abancay*. [Tesis de pregrado, Universidad

Tecnológica de los Andes]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica de los Andes <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/169>

Lázaro, F. (2021). *Efectos del humus de lombriz y micorrizas en el crecimiento de plántulas de pino (Pinus radiata), distrito de Pillco Marca-Huánuco 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional de la Universidad de Huánuco <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2665>

Lázaro, O., Velázquez, J., Vargas, J., Gómez, A., Álvarez, E., & López, A. (2012). Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un latizal de *Pinus patula* Schl. et Cham. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 18(1), 33-42. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v18n1/v18n1a4.pdf>

León, A., Reyes, L., Herrero, G., & Pérez, E. (2016). Efecto de la fertilización sobre el crecimiento en diámetro y altura de *Pinus caribaea* en plantaciones del occidente de Cuba. *Madera y bosques*, 22(3), 87-101. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2231115>

Massart, D. L. (1997). BGM vandeginste, LMC Buydens, SD Jone, PJ Lewi, J. Smeyers. *Handbook Of Chemometrics and Qualimetrics, Part B, ElsevierScience*.

Melgarejo, R. (2017). *Producción de plantones de pino (Pinus radiata d. don) con cuatro tipos de micorrización, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, región Ancash*. [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui]. Repositorio institucional de la Universidad José Carlos Mariátegui <https://hdl.handle.net/20.500.12819/269>

Mendoza, M. (2022). *Efecto de la fertilización química y orgánica en plantones de café (Coffea arabica L.) en vivero, Luya Amazonas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3015>

Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tucto, A. (2017). Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú. <https://dokumen.tips/documents/manual-vivero-forestal-para-produccion-de->

Luque, E. (2019). *Efecto de sustratos y abonos orgánicos en la germinación y crecimiento inicial de Pinus tecunumanii Eguiluz & J. P. Perry “Pino Rojo” en condiciones de laboratorio y viveros*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Selva  
[https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1624/TS\\_EGLQ\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1624/TS_EGLQ_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rivero, M. (2015). *Guía para mantener un huerto orgánico y saludable*. Fundación alternativa – Bolivia.

Rodríguez, R. (2010). Área académica de ingeniería forestal instituto de ciencias agropecuarias. *Manuales de Ingeniería Forestal*.

Tenecela, X. (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. [Monografía previo a la obtención de título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional de la Universidad de Cuenca <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TESIS.pdf>

## ANEXOS

### Tablas.

**Tabla 10**

*Base de datos para análisis estadístico.*

<b>TT</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>Diámetro de tallo</b>	<b>Tamaño radicular</b>	<b>Biomasa Foliar</b>	<b>Biomasa Radicular</b>
T0	Testigo	10,0	0,95	5,5	0,25	0,10
T0	Testigo	11,0	1,01	6,0	0,23	0,12
T0	Testigo	9,8	0,90	5,4	0,20	0,18
T1	Fosfato diamónico	15,0	2,50	8,8	1,55	1,20
T1	Fosfato diamónico	15,2	2,70	9,0	1,60	1,50
T1	Fosfato diamónico	15,1	2,60	8,9	1,58	1,40
T2	Humus de lombriz	14,0	1,90	8,0	1,05	0,91
T2	Humus de lombriz	14,3	1,90	8,1	1,10	0,91
T2	Humus de lombriz	14,1	2,00	8,1	1,10	0,92
T3	gallinaza	13,1	1,30	7,2	1,15	0,30
T3	gallinaza	12,9	1,20	7,1	0,60	0,32
T3	gallinaza	13,2	1,30	7,3	0,65	0,33
T4	Compost	12,0	1,00	6,5	1,00	0,50
T4	Compost	11,9	1,60	6,8	0,96	0,53
T4	Compost	11,8	1,80	6,8	1,10	0,52

**Tabla 11***Base de datos de costos de producción.*

Tratamientos			T0	T1	T2	T3	T4	
Descripción	Medida	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)				
<b>Costos directos</b>			<b>1660,00</b>	<b>1690,00</b>	<b>1695,00</b>	<b>1671,00</b>	<b>1669,00</b>	
Tierra agrícola	m3	2,00	60,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Fosfato di amónico	Kg	6,00	5,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00
Humus de lombriz	kg	5,50	2,00	0,00	0,00	0,00	11,00	0,00
Gallinaza	kg	6,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00
compost	kg	5,00	7,00	0,00	0,00	35,00	0,00	0,00
Bolsa de polietileno 3 x 8	millar	4,00	15,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Semilla de pino	kg	1,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Jornal llenado de bolsas	jornal	4,00	40,00	160,00	160,00	160,00	160,00	160,00
Repicado de plantas	jornal	2,00	40,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Personal para cuidado	jornal	12,00	100,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00
<b>Costos indirectos</b>			<b>1235,00</b>	<b>1235,00</b>	<b>1235,00</b>	<b>1235,00</b>	<b>1235,00</b>	
Lampa	Unid.	50,00	1,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Pico	Unid.	50,00	1,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
palana	Unid.	50,00	1,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
mallá de tamizar	m	90,00	2,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
regadera	Unid.	60,00	1,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Construcción de vivero	módulo	800,00	1,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Servicio de agua	mes	15,00	3,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
<b>Costo total de producción (S/.)</b>			<b>2895,00</b>	<b>2925,00</b>	<b>2930,00</b>	<b>2906,00</b>	<b>2904,00</b>	

**Tabla 12***Resultado de análisis de suelo: caracterización.*

Número de muestra		C.E							Análisis Mecánico			clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
Lab	Muestra	PH	(1:1)	P	K	C	M.O	N	Arena	Limo	Arcilla	textura	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H*	de	de	Sat. De	
		(1:1)	Ds/m	Ppm	ppm	%	%	%	%	%	%							Cationes	Bases	Bases	
1007	CYTAYA	5,71	0,05	7,54	140,8	1,3	2,3	0,11	46	14	40	Fr.Ar.A.	17,6	5,17	0,5	0,21	0,21	0	6,14	6,14	35

**Fuente.** LABISAG, UNTRM-A.**Tabla 13***Resultado de los análisis de los abonos orgánicos.*

Muestra		pH	C.E	P	K	MO	N
Lab	muestra	(1:1)	(1:1) Ds/m	ppm		%	%
10,7	Compost	8,37	5,67	123,16	4561,34	74,29	3,34
10,8	Humus	8,41	16,73	160,58	25278,54	51,12	2,3
10,9	Gallinaza	8,46	8,56	151,45	9826,32	59,63	2,68

**Fuente.** LABISAG, UNTRM-A.

**Figuras.**

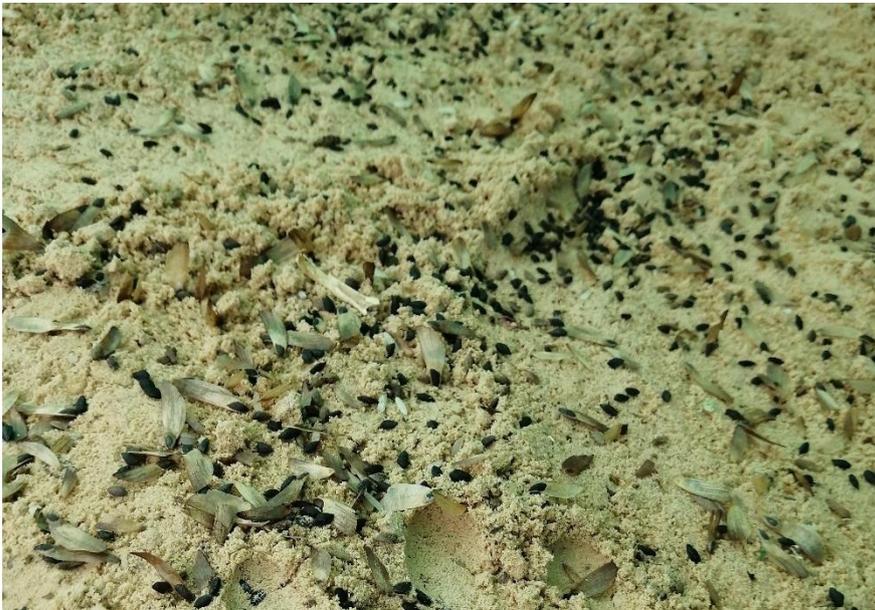
**Figura 8**

*Instalación del germinador.*



**Figura 9**

*Siembra de semilla en arena estéril.*



**Figura 10**

*Germinación de pino a 15 días.*



**Figura 11**

*Colecta de abono químico y orgánicos, A (fosfato diamónico), B (Humus de lombriz), C(gallinaza), D (Compost).*



**Figura 12**

*Llenado de bolsa 4" x 8", con su respectivo tratamiento.*



**Figura 13**

*Diseño de la investigación en vivero.*



**Figura 14**

*Selección de plántulas para el repicado en sustrato.*



**Figura 15**

*Evaluación de biometría foliar de pino en vivero – 30 días de repicado.*



**Figura 16**

*Evaluación de la biometría radicular de pino en vivero - testigo*



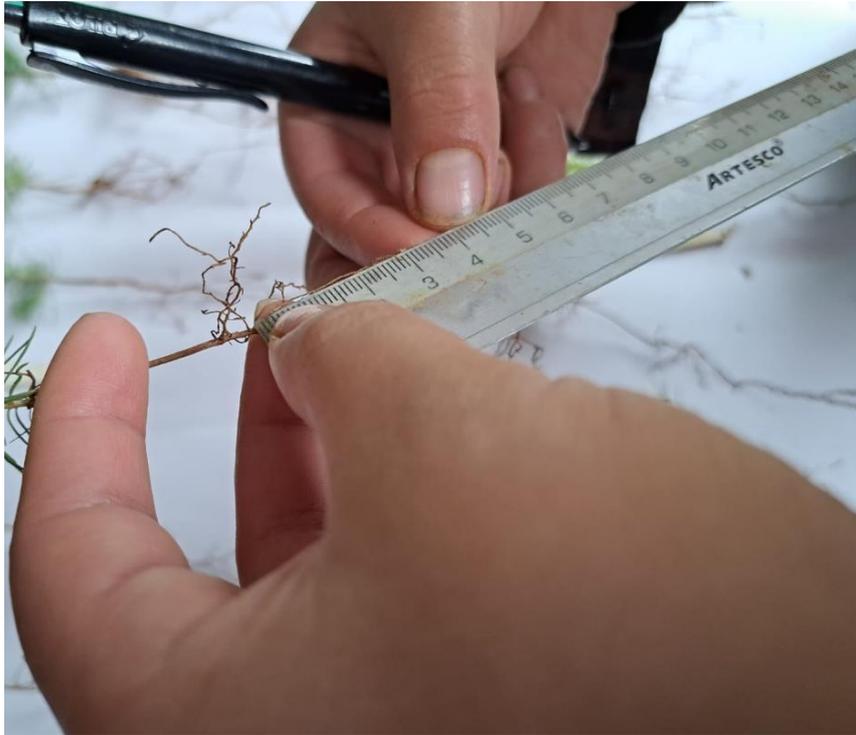
**Figura 17**

*Medición de la longitud radicular de los plantones de pino.*



**Figura 18**

*Medición de raíz secundarias.*



**Figura 19**

*Medición de diámetro de tallo de plantas de pino.*



**Figura 20**

*Muestras radiculares.*

