

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



EFFECTO 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 PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

ELVIS GREGORIO LUQUE QUILLA

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de Octubre de 2019, a horas 12:10 p.m. en la Sala del Gabinete de Meteorología y Climatología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la Tesis titulada:

EFFECTO DE SUSTRATOS Y ABONOS ORGÁNICOS EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE *Pinus tecunumanii* & J.P. Perry “PINO ROJO” EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y VIVERO”

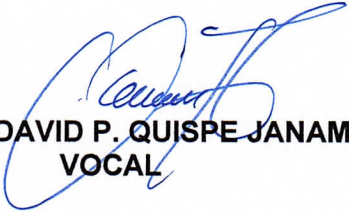
Presentado por el Bachiller, **Elvis Gregorio LUQUE QUILLA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara APROBADA con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 08 de Noviembre de 2019


Ing. MSc. RICARDO OCHOA CUYA
PRESIDENTE


Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
VOCAL


Ing. MSc. DAVID P. QUISPE JANAMPA
VOCAL


Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
ASESOR


Ing. FRITS PALOMINO VERA
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



EFFECTO 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

Autor	:	LUQUE QUILLA, Elvis Gregorio
Asesor	:	Ing. ARAUJO TORRES, Raúl Ing. PALOMINO VERA, Frits
Programa	:	Gestión de bosques y plantaciones forestales
Línea de Investigación	:	Silvicultura, manejo y ordenación de bosques
Eje temático	:	Instalación, producción y manejo de viveros forestales
Lugar de ejecución	:	Laboratorio de Certificación de Semillas de la FRNR – UNAS – Tingo María
Duración del trabajo	:	Fecha de inicio : Febrero del 2019 Término : Septiembre del 2019
Financiamiento	:	S/ 5240.00 Propio : Sí

DEDICATORIA

¡Bendito sea Dios todopoderoso que no desvió en mi suplica ni apartó en mí su amor incondicional!

A mis padres: don Gregorio Luque Apaza y doña Carmen Bernardina Quilla de Luque, por brindarme el apoyo moral e incondicional que son el pilar fundamental en mi vida.

A mis queridas hermanas Zaima Yurid Luque Quilla, Fati Mayra Luque Quilla, quienes fueron el soporte moral para continuar en alcanzar mis metas.

A mis queridos abuelos: Genaro Quilla Quilla, Carmen Apaza de Luque y mi querida hermana Tania Luque Quilla, que desde el cielo iluminan el camino de mi vida.

A mis amigos por estar en los momentos buenos y malos.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater, el cual me albergó durante el proceso de aprendizaje como parte de la formación profesional.
- ✓ Al ingeniero Eliseo Palomino Carhuamaca que me permitió ejecutar parte de la tesis en sus instalaciones del vivero Agrokumi, además mis más sinceros agradecimientos al viverista Don Carlos Gamarra.
- ✓ A mis asesores de la presente tesis, los ingenieros Raúl Araujo Torres y Frits Palomino Vera, por el tiempo brindado en la ejecución del trabajo de investigación.
- ✓ A todas aquellas personas que intervinieron directa o indirectamente colaborando en la ejecución del trabajo de tesis con fines de lograr una meta más en mi vida.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. El <i>Pinus tecunumanii</i> Eguluz & J. P. Perry “pino rojo”	4
2.1.1. Taxonomía.....	4
2.1.2. Descripción botánica	5
2.1.3. Ventajas y desventajas.....	6
2.1.4. Calidad física y germinación	8
2.1.5. Almacenamiento	8
2.1.6. Experiencias con <i>P. tecunumanii</i>	9
2.2. El sustrato	10
2.2.1. Propiedades de los sustratos	12
2.2.2. Micorrizas	14
2.3. Germinación.....	15
2.3.1. Fase de hidratación	15
2.3.2. Fase de germinación	16
2.3.3. Fase de crecimiento	16
2.3.4. Germinación de <i>Pinus tecunumanii</i>	17
2.4. Crecimiento de la planta.....	17

2.4.1. Evaluación de plántulas.....	18
2.4.2. Crecimiento del <i>Pinus tecunumanii</i>	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Lugar de ejecución.....	20
3.2. Materiales, equipos y herramientas	21
3.2.1. Material biológico.....	21
3.2.2. Materiales y equipos	22
3.2.3. Insumos	22
3.3. Metodología	22
3.3.1. Fase de gabinete	23
3.3.2. Fase de instalación.....	27
3.3.3. Fase de evaluación.....	30
IV. RESULTADOS	33
4.1. Tiempo de germinación, poder y energía germinativa de las semillas de <i>P. tecunumanii</i> “pino rojo” en condiciones de laboratorio	33
4.2. Longitud aérea, radicular y la producción de biomasa de los plantones de <i>P. tecunumanii</i> “pino rojo” bajo diferentes sustratos y abonos orgánicos en dos viveros forestales	35
4.2.1. Longitud aérea.....	35
4.2.2. Longitud radicular	41

4.2.3. Producción de biomasa	48
V. DISCUSIÓN.....	56
5.1. Sobre el tiempo de germinación, poder germinativo y energía germinativa de las semillas de <i>P. tecunumanii</i> “pino rojo” en condiciones de laboratorio	56
5.2. Sobre la longitud aérea, radicular y la producción de biomasa de los plántones de <i>P. tecunumanii</i> “pino rojo” bajo diferentes sustratos y abonos orgánicos en dos viveros forestales.....	57
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
VIII. ABSTRACT.....	61
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXO	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Principales propiedades físicas y químicas del sustrato.....	12
2. Descripción de los tratamientos en estudio.	24
3. Esquema del análisis de varianza (ANVA) utilizado.	26
4. Tiempo de germinación, poder y energía germinativa de <i>Pinus tecunumanii</i>	33
5. ANVA para la longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en dos viveros forestales.	38
6. Comparación de medias para la longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo sustratos en dos viveros forestales.	38
7. Comparación de medias para la longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo abonos orgánicos en dos viveros forestales.	39
8. Prueba t para la longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en dos viveros forestales.	40
9. ANVA para la longitud radicular de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en dos viveros forestales.	43
10. Comparación de medias para la longitud radicular de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo sustratos en dos viveros forestales.	44

11. Comparación de medias para la longitud radicular de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo abonos orgánicos en dos viveros forestales.....	45
12. Prueba t para la longitud radicular de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en dos viveros forestales.	46
13. ANVA para la producción de biomasa de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en dos viveros forestales.	51
14. Comparación de medias para la producción de biomasa de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo sustratos en dos viveros forestales.....	52
15. Comparación de medias para la producción de biomasa de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo abonos orgánicos en dos viveros forestales.....	53
16. Prueba t para la producción de biomasa de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en dos viveros forestales.	54
17. Germinación de semillas de pino rojo.....	68
18. Datos registrados en el estudio.	70
19. Matriz de datos para su análisis.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Porcentaje de germinación media diaria en semillas de pino rojo.	34
2. Comportamiento de la germinación de semillas de <i>Pinus tecunumanii</i>	35
3. Longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en el vivero Forestal.	36
4. Longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en el vivero Agrokumi.	37
5. Longitud total de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo efecto de dos proporciones de sustrato y dos abonos en los dos viveros.	41
6. Longitud radicular de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en el vivero Forestal.	42
7. Longitud radicular de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en el vivero Agrokumi.	42
8. Longitud radicular de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo diferentes proporciones de sustrato y 2 abonos orgánicos en los dos viveros.	48
9. Producción de biomasa de los plántones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en el vivero Forestal.	49

10.	Producción de biomasa total de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo tratamientos en el vivero Agrokumi.	50
11.	Biomasa de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> bajo diferentes proporciones de sustrato y abonos orgánicos en los dos viveros.	55
12.	Semillas de <i>Pinus tecunumanii</i>	89
13.	Germinación de semillas de <i>Pinus tecunumanii</i>	89
14.	Acomodo de bolsas con sustrato para repicar pino rojo.....	90
15.	Plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> en el vivero Agrokumi.	90
16.	Selección de plantones para fase de laboratorio.....	91
17.	Plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> sin sustratos.	91
18.	Medición de la longitud total.	92
19.	Medición de la longitud radicular.	92
20.	Distribución de los plantones de <i>Pinus tecunumanii</i> en los viveros Forestal y Agrokumi.	93
21.	Mapa de ubicación del vivero Agrokumi. ¡Error! Marcador no definido.	
22.	Mapa de ubicación del vivero Forestal. ¡Error! Marcador no definido.	

RESUMEN

Debido a que se necesita buscar más especies para mitigar la demanda de la madera en áreas degradadas, se realizó el estudio con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos y abonos orgánicos en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry “pino rojo” en condiciones de laboratorio y vivero, se ejecutó en dos viveros ubicados en los distritos de Rupa Rupa y Daniel Alomia Robles, ambos en la jurisdicción de la provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Se utilizó proporciones de los sustratos: Tierra negra, arena media y aserrín (3:2:1), tierra negra, arena media y aserrín (2:3:1) y tierra negra, arena media y aserrín (3:1:1), a los cuales se les añadió 2 g de los abonos orgánicos: Sin abono, guano de isla, gallinaza y Mallki, generando 12 tratamientos que fueron distribuidos bajo un diseño completo al azar con arreglo factorial. Se midió la longitud total, longitud radicular y la biomasa. Como resultados se obtuvo que, la germinación inició a 9.0 días de almacigado, alcanzando 74.75% de germinación y su energía germinativa fue 68.5%, mientras que la longitud aérea, radicular así como la producción de biomasa no fueron influenciados por el uso de sustratos pero al considerar los abonos orgánicos se reportó plantones con mayor valores promedios de cada variable medido, se concluye que se puede producir plantones con mayor calidad al utilizar 2 g de abonos orgánicos a los dos meses de repicado.

I. INTRODUCCIÓN

La reforestación de las áreas boscosas que fueron deforestadas cobra cada día mayor relevancia en el Perú, destacando las plantaciones forestales como la principal actividad, sin embargo, el éxito de las mismas depende de muchos factores, tales como el manejo en vivero, la especie instalar, sustrato, el riego, etc.

En la actualidad, el inconveniente principal de los viveros forestales, es el bajo índice de rendimiento, productividad y calidad de plantas, a causa del mal manejo, uso de metodologías obsoletas y no tecnificadas; a esto no se encuentra ajena dicha problemática a causa de muy poca información respecto a los estudios de la especie de *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry “pino rojo” en condiciones ambientales del Perú.

Cada especie forestal requiere una proporción adecuada, por lo que la combinación y proporción de los materiales del sustrato debe ser cuidadosamente estudiada; similarmente para el suministro de abonos, debido que, el estado nutricional de la planta afecta procesos fisiológicos y morfológicos importantes, tales como la regulación para el crecimiento.

El *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry “pino rojo” es una especie sobresaliente por su rápido crecimiento y su fuste completamente

cilíndrico, estas características representan un gran potencial para la actividad de reforestación en las regiones tropicales y subtropicales. Las experiencias en la Selva Central del país, demostraron su buen comportamiento en plantaciones, sistemas agroforestales, linderos y recuperación de suelos degradados, por lo que, en zonas como en la cuenca media del Huallaga, daría buenos resultados, motivo por el cual, se formularon interrogantes como: ¿Cuál será el efecto de sustratos y abonos orgánicos en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry “pino rojo” en condiciones de laboratorio y vivero?.

Debido a que la provincia de Leoncio Prado cuenta con abundantes áreas deforestadas y bajo condiciones de sucesión primaria, se puede utilizar al *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry “pino rojo” como especie potencial para su recuperación y los resultados obtenidos por la presente tesis servirá como información primaria para facilitar la toma de decisiones y/o fortalecerá los antecedentes para futuras investigaciones con esta especie exótica.

Con el análisis de los resultados, se logró contrastar que la hipótesis concerniente en que “el efecto del sustrato y abonos orgánicos en diferentes dosis es significativo en base a su germinación, así como de su crecimiento aéreo, radicular y producción de biomasa”.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de sustratos y abonos orgánicos en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry “pino rojo” en condiciones de laboratorio y vivero.

Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de germinación, poder germinativo y energía germinativa de las semillas de *P. tecunumanii* “pino rojo” en condiciones de laboratorio.
- Determinar la longitud aérea, radicular y la producción de biomasa de los platones de *P. tecunumanii* “pino rojo” bajo diferentes sustratos y abonos orgánicos en dos viveros forestales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry “pino rojo”

El *Pinus tecunumanii* parece ser un descendiente genético próximo del *P. oocarpa* criterio basado en los resultados filogenéticos a partir de estudios con marcadores moleculares RAPD. La especie en estudio fue evolucionando en estaciones que son más fértiles y húmedas que aquéllas en que se encuentra normalmente el *P. oocarpa*. *P. tecunumanii* presenta una distribución geográfica que va desde las tierras altas del centro de Chiapas, en México, hasta la parte central de Nicaragua, con una distancia aproximada de 1.000 km. Varios taxonomistas sugieren que el *P. tecunumanii* se extiende por el oeste hasta Oaxaca y Guerrero en México, sin embargo, el examen del DNA de árboles de estas zonas, utilizando marcadores moleculares, indica que están emparentados con el *P. patula* y *P. herrerae* y no con *P. tecunumanii* (DVORAK *et al.*, 2001).

2.1.1. Taxonomía

La clasificación taxonómica para esta especie es básicamente propuesta por CRONQUIST (1981) y modificada en algunos aspectos por CATIE (2000), quedando de la siguiente manera:

Reino : PLANTAE

Sub reino	: EMBRYOBIONTA.
División	: PINOPHYTA
Subdivisión	: PINICAE
Clase	: PINOPSIDA
Subclase	: PINIDAE
Orden	: PINALES
Familia	: PINACEAE
Género	: <i>Pinus</i>
Especie	: <i>Pinus tecunumanii</i> Eguluz & J. P. Perry
Nombre común	: pino rojo, pino tecunumani

2.1.2. Descripción botánica

Las semillas son puntiagudas, pequeñas, de color café claro, jaspeadas, con un ala membranosa café claro, con rayas oscuras, muy quebradiza; Los conos maduran de enero a abril. Los frutos se recolectan del árbol con tijeras podadoras cuando están aún cerrados y su color es café verdoso (CATIE, 1997).

Los frutos son transportados en sacos de yute y se extienden a la sombra para que continúen madurando. Luego se secan al sol por 3 - 4 días a 3 - 4 horas por día. Cuando se abren, se golpean los conos para extraer las semillas, se separan sus alas, frotándolas con las manos o en un saquito de tela. Para almacenar, se expone al sol removiéndolas constantemente, las

semillas se almacenan por 5 - 10 años a temperaturas de 3°- 4 °C y humedad de 12% en recipientes herméticos. A temperatura ambiente, la semilla permanece viable por 1 - 2 meses (CATIE, 1997).

2.1.3. Ventajas y desventajas

DVORAK *et al.* (2001) consideran que el *P. tecunumanii* es una especie muy demandada debido a ciertas ventajas:

- Crece con rapidez en el vivero, muestra una mejor resistencia a la sequía que el *Pinus patula* en Sudáfrica, durante los años que siguen a su establecimiento tiene mejor productividad que el *Pinus oocarpa* y a veces el *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*, en la mayoría de las estaciones de las zonas tropicales en que el período de rotación es 16 años tiene una mayor productividad que el *Pinus patula*. En zonas con heladas poco frecuentes tiene mayor productividad que el *Pinus elliottii*.
- Tiene menor contenido de corteza por unidad de volumen que el *Pinus taeda*, posee menor porcentaje de extractos (aproximadamente el 4%) que algunos de los pinos del Sur de los Estados Unidos, tiene una mayor densidad de la madera que el *Pinus patula* en Colombia y Sudáfrica, su densidad de la madera es más uniforme dentro de los anillos anuales y entre ellos que en el caso del *Pinus elliottii*, *Pinus patula* y *Pinus taeda* en el continente Sudafricano.

- Más resistente a *Sphaeropsis sapinea* (Diplodia) que *Pinus patula* y *Pinus greggi* en el sur de Brasil, posee una tolerancia moderada a alta al *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* (chancro resinoso) en investigaciones con brinzales y se hibridiza fácilmente con varias especies de pino.

DVORAK *et al.* (2001) señalan que, la producción y reforestación con esta especie, también existe sus desventajas:

- El tamaño del envase de vivero influye mucho en la estructura del sistema radical, el sistema radical es propenso a ser tumbado por el viento. Se comporta mal en sitios húmedos y cuando hay una fuerte competencia de malezas, Poco resistente a la helada.
- La rotura de la parte alta del tallo es corriente a partir de 3 años de edad en la mayoría de los sitios, en algunos sitios, su copa ligera no consigue evitar totalmente la competencia de malezas y especies dominantes en el sotobosque, después de cerrarse las copas, lo que se traduce en el aumento de combustible y un mayor riesgo de incendios, no rebrota bien después de los incendios.
- Es moderadamente susceptible al *Pineus pini* (áfido lanudo) en Sudáfrica, susceptible a los ataques del *Cinara cronartii* (áfido negro) en el sur de África, moderadamente susceptible al *Cylindrocladium* spp.
- En zonas tropicales de tierras bajas, muy susceptible al coleóptero *Hylastes* sp. en la etapa de brinzal en el sur de África, muy

susceptible al *Cronartium quercuum* f. sp. *fusiforme* (pudrición fusiforme) en ensayos de investigación con brinzales.

2.1.4. Calidad física y germinación

Posee entre 50,000 a 70,000 semillas/kg y se reporta porcentajes de germinación desde 80% a 95% y en la pureza de 95 a 99%, el contenido de humedad inicial fluctúa entre 9.3 a 10.3%. La germinación es epigea e inicia a los siete días de la siembra y finaliza de 12 a 16 días después (CATIE, 2000).

Como tratamiento pregerminativo, se sugiere sumergir las semillas en agua por 12 horas antes de la siembra con sustrato de arena para trasplante posterior o directamente en bolsas. La germinación ocurre entre los 8 - 17 días; el repique debe hacerse cuando las plántulas alcancen de 3 a 4 cm. Para las bolsas, se recomiendan sustratos moderadamente ácidos (pH 5.5 – 6.0) y se proporcionan sombra durante los primeros días después del trasplante o de la germinación, en caso de siembra directa. En viveros recién instalados o si se planta en sitios donde la especie no es nativa, es importante la inoculación del sustrato con micorrizas, ya que de lo contrario las plántulas se tornaran amarillentas y débiles. Se requieren entre 4 a 6 meses en vivero para endurecer las plantitas y alcanzaran los 25 - 30 cm de altura (CATIE, 1997).

2.1.5. Almacenamiento

Las semillas se almacenan después de la cosecha por periodos variables de tiempo. La viabilidad al término del periodo de almacenamiento es

resultado de (a) la viabilidad inicial de la cosecha, determinada por factores de producción y métodos de manejo y (b) la tasa a que se efectúa la determinación esta tasa está asociada con la clase de semilla y con las condiciones ambientales de almacenamiento, primordialmente temperatura y humedad (HARTMAN y KESTLER, 1988).

Las semillas son ortodoxas y son almacenadas hasta por periodos de 5 a 10 años sin que pierda significativamente su viabilidad, manteniéndola a temperaturas entre 3 y 4 °C y con contenidos de humedad de 6 a 8%, en bolsas de plástico herméticamente selladas. Conserva su viabilidad de 5 a 10 años, en condiciones ambientales no controladas la semilla puede permanecer viables por espacio de 5 a 7 semanas (CATIE, 2000).

2.1.6. Experiencias con *P. tecunumanii*

Jongsma (1997), citado por ERAZO (2010) manifiesta que el pino rojo prefiere suelos con textura franco arenoso, con buen drenaje y con una disponibilidad de nutrientes promedio. Cuando el contenido de calcio (Ca) es suficiente y en sitios apropiados las hojas se descomponen bien. Crecimientos malos fueron reportados por deficiencia de fósforo y zinc. También se reportaron malos crecimientos por deficiencia de boro en suelos andinos. Las investigaciones muestran que fertilizando con fósforo y boro se elimina el problema y mejora el crecimiento significativamente.

P. tecunumanii ha sido plantado en muchos países de los trópicos y subtrópicos, originalmente en ensayos de adaptación y evaluación de

procedencias y progenies y luego se han establecido grandes plantaciones. Los países con los mayores programas de evaluación son Australia, Brasil, Colombia, Malawi, Swazilandia, Venezuela y Zimbabwe (FAO, 2005). Cozzco (1976), citado por ERAZO (2010) manifiesta que, el pino rojo crece mejor en suelos sueltos, profundos, bien drenados y ricos. No tolera los suelos encharcados, prefiere suelos bien drenados, de textura franco-arenosa y algo ácidos, situados preferentemente sobre terrenos pendientes. Por lo tanto, no se adaptan a suelos compactos, muy arcillosos, mal drenados y superficiales, pero si tolera los moderadamente pedregosos.

En el Perú durante los años 1980 - 1982 con el apoyo de la GTZ (Gobierno Alemán), se hicieron ensayos experimentales con diferentes pinos, eucaliptos y cipreses (BOCKOR, 1986), obteniendo buenos resultados con el *Pinus tecunumanii* (PALOMINO *et al.*, 1991), es por ello que FONDEBOSQUE fue promocionando la reforestación con esta especie originaria de Nicaragua.

2.2. El sustrato

El sustrato es todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ, que colocado en un contenedor -en forma pura o en mezcla- permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta (Blanc, 1987; Abad, 1991; Abad y Noguera, 1998; citados por TERÉS, 2001). El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada (QUIROZ *et al.*, 2009).

El sustrato funciona como un medio para el almacenamiento de agua, intercambio gaseoso, reservorio de nutrientes, permite el anclaje de la plántula en el contenedor y mantenerla en una posición vertical. Este soporte es una función de la densidad (peso relativo) y de la rigidez del sustrato (LANDIS *et al.*, 1990). Uno de los aspectos más importantes en la producción de plántulas en contenedor es la calidad del sustrato, dada su función proporcionar un medio adecuado de crecimiento a las plántulas (Styer y Koransky, 1997; citado por RODRÍGUEZ *et al.*, 2010).

El sustrato es un sistema de tres fracciones cada una con una función propia: la fracción sólida asegura el mantenimiento mecánico del sistema radicular y la estabilidad de la planta, la fracción líquida aporta a la planta el agua y por interacción con la fracción sólida, los nutrientes necesarios. Por último, la fracción gaseosa asegura las transferencias de oxígeno y CO₂ del entorno radicular (Lemaire *et al.*, 2005; citado por ZÁRATE, 2007).

GUERRINI y TRIGUEIRO (2004) mencionan que, los sustratos para la producción de plántulas son definidos como el medio adecuado para sustentación de plantas y deben presentar propiedades que permitan la retención de cantidades suficientes y necesarias de agua, oxígeno y nutrientes, además de ofrecer pH compatible con la especie vegetal, ausencia de elementos químicos en niveles tóxicos y conductividad eléctrica adecuada. La fase sólida de sustrato debe ser constituida por una mezcla de partículas minerales y orgánicas. El estudio de la disposición porcentual de estos componentes es importante, ya que ellos pueden ser fuente de nutrientes y

actuaran directamente sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por lo tanto, en concordancia con la disposición cuantitativa y cualitativa de los materiales minerales y orgánicos empleados, las plántulas serán influenciadas por carencia de nutrientes y por disponibilidad de agua y oxígeno.

Cuadro 1. Principales propiedades físicas y químicas del sustrato.

Propiedades físicas	Propiedades químicas
Capacidad de retención de agua	Reacción del sustrato o pH
Capacidad de aireación	Salinidad
Espacio poroso total o porosidad total	Contenido de nutrientes solubles
Contenido de humedad	Capacidad de intercambio catiónico
Densidad del sustrato o aparente	Contenido de materia orgánica
Densidad real o de partícula	
Conductividad hidráulica saturada y no saturada	
Granulometría (tamaño de partículas)	
Agua difícilmente disponible	
Agua de reserva	
Agua fácilmente disponible	

Fuente: ZÁRATE (2007).

2.2.1. Propiedades de los sustratos

2.2.1.1. Físicas

Las propiedades físicas de los sustratos son de gran importancia para el normal desarrollo de la planta, pues determinan la disponibilidad de

oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz (QUIROZ *et al.*, 2009). Las propiedades físicas tienen una característica importante, debido a que una vez colocada el sustrato en el contenedor, dichas propiedades resultan prácticamente imposible modificarla (PASTOR, 1999).

Las propiedades físicas de un sustrato incluyen: la porosidad, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, estabilidad estructural, entre otras. El sustrato es necesario que tenga buena porosidad para permitir que la raíz de la plántula tenga suficiente oxígeno, un contenido de oxígeno debajo de 12% en un sustrato puede obstruir el crecimiento de nuevas raíces (LANDIS *et al.*, 1990).

Las relaciones aire-agua en el sustrato son consecuencia directa de la distribución del tamaño de poro, así como la forma, tamaño y distribución de los poros condiciona las propiedades hídricas del sustrato, y por lo tanto el manejo del agua de riego (TERÉS, 2001). Si la disponibilidad de agua es baja, la planta encuentra dificultades para su adecuada nutrición hídrica afectando su desarrollo (TERÉS & BEUNZA, 1997).

2.2.1.2. Químicas

Influyen en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la plántula (QUIROZ *et al.*, 2009). También influyen en el suministro de nutrientes a través de la Capacidad de Intercambio Catiónico, la cual depende a su vez, en gran medida de la acidez del sustrato (Ansorena, 1994; citado por LITTLETON, 2000). Entre las características químicas de los

sustratos destacan: Fertilidad, Capacidad de Intercambio Catiónico, pH, capacidad tampón, Relación C/N. La fertilidad depende en la cantidad de nutrientes en el sustrato. Los nutrientes básicos que la plántula requiere en gran cantidad son nitrógeno, fósforo y potasio.

Para la producción de plántulas en viveros y en contenedores se recomienda mantener un pH dentro del intervalo de 5.5, ligeramente ácido, a 6.5 (LANDIS *et al.*, 1990); Cuando el sustrato es muy ácido (pH < 5.0) o alcalino (pH >7.5) suelen aparecer síntomas de deficiencia de nutrientes, no debidos a su escasez en el medio de crecimiento sino por hallarse en formas químicas no disponibles para la planta (VALENZUELA y GALLARDO, 2005).

2.2.1.3. Biológicas

Estas propiedades evalúan la estabilidad biológica del material, así como la presencia de componentes que pueden actuar como estimuladores o inhibidores del crecimiento vegetal (TERÉS, 2001).

2.2.2. Micorrizas

Las micorrizas representan la asociación entre algunos hongos (micobiontes) y las raíces de las plantas (fitobiontes). El término "micorriza" fue acuñado por Frank, patólogo forestal alemán, en 1877, al estudiar las raíces de algunos árboles forestales. Para 1900, el botánico francés Bernard resaltó su importancia al estudiar las orquídeas. Se define a las micorrizas en términos funcionales y estructurales, como "órganos de absorción dobles que se forman

cuando los hongos simbiotes viven dentro de los órganos de absorción sanos (raíces, rizomas o talos) de las plantas terrestres, acuáticas o epífitas". En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos y un microhábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrientes minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos. Ambos, hongo y planta, salen mutuamente beneficiados, por lo que la asociación se considera como un "mutualismo" (LANDIS, 1989).

2.3. Germinación

La germinación es un proceso que consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla (BIDWELL, 1990). Matilla (2003), citado por LALLANA (2005) indica que, la germinación como el conjunto de procesos metabólicos y morfogénicos que tienen como resultado la transformación de un embrión en una plántula capaz de valerse por sí misma y transformarse en una planta fotosintéticamente competente. La germinación de una semilla es pues, uno de los procesos más vulnerables por los que atraviesa el ciclo vital de una planta ya que de ella depende el desarrollo de la nueva generación.

2.3.1. Fase de hidratación

Esta primera etapa corresponde con una intensa absorción de agua (imbibición) por los tejidos que forman la semilla. Por lo general, va acompañada de un incremento proporcional en la actividad respiratoria. La

hidratación de la semilla, es un proceso físico con una duración variable según la especie considerada. La hidratación de los diferentes tejidos de la semilla (especialmente los que forman el embrión) posibilita que se activen una serie de procesos metabólicos que son esenciales para que tengan lugar las siguientes fases del proceso de germinación (PÉREZ, 2006).

2.3.2. Fase de germinación

La segunda etapa se corresponde con el verdadero proceso de germinación. Durante esta fase tiene lugar en la semilla profundas transformaciones metabólicas que preparan el camino para la fase siguiente de crecimiento y son, por tanto, imprescindibles para el normal desarrollo de la plántula. En esta fase, se reduce considerablemente la absorción de agua por la semilla y se estabiliza el consumo de oxígeno (PÉREZ, 2006).

2.3.3. Fase de crecimiento

Representa la última etapa del proceso de germinación y se corresponde con el inicio de la semilla de cambios morfológicos visibles, en concreto con la elongación de la radícula. Fisiológicamente, esta fase se caracteriza por un constante incremento de la absorción de agua y de la actividad respiratoria. Mientras que hasta la segunda fase de la germinación los procesos son en gran parte reversibles, a partir de esta fase se entra en una situación fisiológica irreversible (PÉREZ, 2006). En general, un periodo de tiempo corto entre el comienzo de la rehidratación y la emergencia de la radícula, se suele considerar como un carácter adaptativo favorable para la

semilla. Una vez que la radícula ha roto las cubiertas seminales, se inicia el desarrollo de la plántula, proceso complejo y variable según la especie, que implica un elevado gasto energético, en sus primeras etapas, mediante las reservas nutritivas que presentan las semillas (PÉREZ, 2006).

2.3.4. Germinación de *Pinus tecunumanii*

En el distrito de San Ramón, JUAN DE DIOS (2015) mediante siembra directa en tubetes de 53 cc y utilizando sustratos comerciales Sunshine Pre Mix #8 y MecPlant 3C en proporciones de cada 50%, registró que hubo 354 semillas germinadas (98.13%), luego murieron solo 8 plántulas del total germinadas (8.15%), mientras que en caso de utilizar otros sustratos encontró mayor mortalidad de plántulas. En caso de considerar diferentes niveles de altitud, MENDEZ (2017) reporta que las semillas de *P. tecunumanii* procedentes de Yucul, Nicaragua inicia la germinación a los 7 días a 700 msnm y 15 días a los 2200 msnm; con una variación de poder germinativo de 63.40% en 2200 msnm a 81.07% a 1200 msnm; además, existe una variación de supervivencia entre pisos altitudinales, que va desde 61% a 2200 msnm y 83% a una altitud de 700 msnm, se observa también que en los primeras tres semanas la mortalidad es mayor al 10%, obteniendo mayor supervivencia en el piso inferior y va decreciendo a mayor altitud.

2.4. Crecimiento de la planta

El crecimiento se define como un incremento irreversible en tamaño o volumen. Esto significa que el crecimiento de las plantas se produce,

fundamentalmente, a través del alargamiento o expansión celular, es correcto considerar entonces, que el crecimiento incluye tanto la división como la expansión de las células (SEGURA, 2008).

2.4.1. Evaluación de plántulas

La medida del vigor por medio de la plántula es un importante aspecto a considerar para lograr una rápida y eficiente implantación de un cultivo. El vigor de plántula tiene en diversas especies una asociación positiva con el tamaño o peso de semilla (COVAS, 1980). Esta prueba es utilizada como una prueba de vigor que consta de una evaluación de las plántulas obtenidas en la prueba en términos comparativos del desarrollo de las diferentes estructuras al final del periodo de ensayo (8 días) o bien en periodos anticipados (4-5 días). Este ensayo nos posibilita realizar una observación directa y la cuantificación de las plántulas que han evolucionado mostrando estructuras intactas y equilibradas y al mismo tiempo nos permite cuantificar a las plántulas con defectos de distintas naturaleza y que pueden agruparse en un nivel de vigor más bajo. Se evalúa el vigor de plántula medido por la producción de biomasa del sector aéreo, sobre longitudes del coleoptilo, lámina y vaina de la primera hoja, y sobre el diámetro de la plántula. Asimismo, el porcentaje de materia seca en distintos tratamientos (RUIZ *et al.*, 1993).

2.4.2. Crecimiento del *Pinus tecunumanii*

En el distrito de San Ramón, ubicado a 870 msnm, JUAN DE DIOS (2015) produjo *P. tecunumanii* en tubetes de 53 cc en donde al utilizar sustratos

comerciales combinados como Sunshine Pre Mix #8 y MecPlant 3C y al cabo de 3.5 meses (105 días) después de la germinación, encontró que los plantones presentaron características como 25.80 cm de altura total, 5.05 mm, 5.13 g/plantón de biomasa, con un 0.74 respecto al índice de calidad de Dickson, 5.11 de robustez y con 1.83 respecto a la relación biomasa de la parte aérea y la parte radicular.

MENDEZ (2017) estudió el crecimiento de *P. tecunumanii* en referencia a diferentes niveles de altitud sobre el nivel del mar, en donde a los 104 días (3.46 meses) después del repique la altura promedio fue diferente en los cuatro altitudes (9.19 cm a 2200 msnm, 10.5 cm a 1700 msnm, 15.48 cm a 1200 msnm y 13.29 cm a 700 msnm); la longitud de la raíz obtuvieron medias de 23.33 cm a 2200 msnm y 16.57 cm a 1700 msnm fueron similares, mientras que 23.98 cm a 1200 msnm y 24.93 cm a 700 msnm fueron estadísticamente iguales; en el peso seco se registró promedios de 0.15 g/cm a 2200 msnm, 0.23 g a 1700 msnm, 0.33 g a 1200 msnm y 0.55 g a 700 msnm que superó a los demás niveles; y finalmente se tiene en el diámetro de tallo que obtuvo medias de 1.20 mm a 2200 msnm, 1.13 mm a 1700 msnm, 1.36 mm a 1200 msnm y 1.25 mm a 700 msnm que fue superior a los demás niveles.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las actividades concerniente a la tesis se realizó en dos fases, la primera fase referida a la germinación de semillas fue ejecutada en el Laboratorio de Certificación de Semillas, mientras que una segunda fase correspondiente a la producción de plántones se llevó a cabo en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, distrito Rupa Rupa, así como en el vivero particular Agrokumi del distrito Daniel Alomía Robles, ambos pertenecientes a la provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Geográficamente, el Laboratorio de Certificación de Semillas se ubica en las coordenadas UTM:

Este : 390323
Norte : 8970765
Altitud : 660 msnm.

El vivero forestal se encuentra ubicado en coordenadas UTM:

Este : 390312
Norte : 8970774
Altitud : 660 msnm.

Geográficamente, el vivero Agrokumi se encuentra georreferenciado en las coordenadas UTM:

Este : 399536
Norte : 8983610
Altitud : 894 msnm.

Debido a que solo existe una estación meteorológica en la ciudad de Tingo María, las condiciones climáticas del vivero forestal son: temperatura máxima 30.05 °C, mínima 20.7 °C, y media 25.6 °C, precipitación promedio de 3758 mm, la humedad relativa 84 % y la altitud sobre el nivel del mar es 660 m. De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1987) el distrito de Rupa Rupa se encuentra ubicada en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh - PT). De acuerdo a las regiones naturales del Perú, Pulgar (1938), citado por SIFUENTES (1997) menciona que Leoncio Prado se encuentra en la Selva Alta o Rupa Rupa.

3.2. Materiales, equipos y herramientas

3.2.1. Material biológico

Se utilizó 100 gramos de semillas de *Pinus tecunumanii* "pino rojo" adquiridas mediante compra de la empresa SEMIFOR E.I.R.L., dicho negocio manifestó que las semillas procedieron de Costa Rica.

3.2.2. Materiales y equipos

Se utilizó una olla de cilindro para facilitar la desinfección del aserrín descompuesto mediante agua caliente, pala recta, pala cuchara, carretilla, malla metálica para zarandeo, regadera, mochila fumigadora Jacto XP-20, plástico doble transparente, rafia, listones de madera, letreros de triplay y madera, martillo, clavos, baldes, pintura esmalte (rojo y blanco), esponja, pincel, regla graduada, cubetas, bolsas de polietileno de 3.5" x 7" x 2 μm , balanza analítica H.W. Kessel modelo HR-250AL, termómetro Micron, cámara fotográfica Lumix DC VARIO, estufa eléctrica Binder modelo BIO 803-CI3, desecador, termohigrómetro BO4Q65 y luxómetro Anaheim Scientific H100.

3.2.3. Insumos

- Sustrato (tierra negra, arena media con diámetros de 0.0625 – 2.0 mm y aserrín descompuesto)
- Abonos orgánicos con elementos como el N - P₂O₅ - K₂O: guano de las islas (12-11-3.0), humus de gallinaza (15-10-4.0) y Mallki (2.0-2.0-3.0)
- Fungicidas pentacloro Saume, Rizolex y Para chupadera al 5%.

3.3. Metodología

Se utilizó las metodologías modificadas de AGÜERO (2010) en las proporciones los sustratos, ROJAS (2015) e ISLA (2013) para la dosis de los abonos orgánicos. La investigación se realizó en tres fases: Fase de gabinete, fase de instalación y fase de evaluación.

3.3.1. Fase de gabinete

Se realizó las coordinaciones con los encargados y/o jefes tanto del laboratorio como de los viveros, con la finalidad que se proporcione un área para la ejecución de la tesis y el permiso respectivo de acceder al área de trabajo. Además, se realizó la identificación de los factores en estudio, así como de sus respectivos niveles para generar los tratamientos:

3.3.1.1. Factor A: Tipos de sustratos (A)

Las proporciones de los sustratos se adecuaron a la metodología modificada de AGÜERO (2010):

a_1 = Sustrato 1 = Tierra negra, arena media y aserrín (3:2:1)

a_2 = Sustrato 2 = Tierra negra, arena media y aserrín (2:3:1)

a_3 = Sustrato 3 = Tierra negra, arena media y aserrín (3:1:1)

3.3.1.2. Factor B: Tipos de Abonos orgánicos (B)

Para las dosis de 2.0 g de los abonos orgánicos, se utilizó la base a la proporción modificada de ROJAS (2015) e ISLA (2013), siendo ello los siguientes niveles del factor abono orgánico:

b_1 = Testigo = Sin abono

b_2 = Abono 1 = Guano de isla 2 g/planta

b_3 = Abono 2 = Gallinaza 2 g/planta

b_4 = Abono 3 = Mallki 2 g/planta

3.3.1.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos considerados en el estudio (Cuadro 2), fueron generados por las combinaciones realizadas al usar cada uno de los niveles del sustrato (a_1 , a_2 , a_3) y abonos orgánicos (b_1 , b_2 , b_3 , b_4), haciendo un total de 12 tratamientos.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Trat.	Comb.	Descripción
T ₁	a_1b_1	Plantón de pino rojo en sustrato (3:2:1) sin abono
T ₂	a_1b_2	Plantón de pino rojo en sustrato (3:2:1) con 2 g de guano de isla
T ₃	a_1b_3	Plantón de pino rojo en sustrato (3:2:1) con 2 g de gallinaza
T ₄	a_1b_4	Plantón de pino rojo en sustrato (3:2:1) con 2 g de mallki
T ₅	a_2b_1	Plantón de pino rojo en sustrato (2:3:1) sin abono
T ₆	a_2b_2	Plantón de pino rojo en sustrato (2:3:1) con 2 g de guano de isla
T ₇	a_2b_3	Plantón de pino rojo en sustrato (2:3:1) con 2 g de gallinaza
T ₈	a_2b_4	Plantón de pino rojo en sustrato (2:3:1) con 2 g de mallki
T ₉	a_3b_1	Plantón de pino rojo en sustrato (3:1:1) sin abono
T ₁₀	a_3b_2	Plantón de pino rojo en sustrato (3:1:1) con 2 g de guano de isla
T ₁₁	a_3b_3	Plantón de pino rojo en sustrato (3:1:1) con 2 g de gallinaza
T ₁₂	a_3b_4	Plantón de pino rojo en sustrato (3:1:1) con 2 g de mallki

3.3.1.4. Diseño del experimento

El trabajo de investigación se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo combinatorio bifactorial de la forma 3A x 4B. Las características del experimento fueron las siguientes:

- Número total de repeticiones : dos por cada vivero
- Plantón / unidad experimental : 50 plantones
- Total de plantones del ensayo : 2400 para los dos viveros

3.3.1.5. Modelo aditivo lineal

El modelo matemático que expresó los efectos de los niveles en cada factor estudiado en las variables de los plantones presentó la forma siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Es la respuesta obtenida en la k-ésima repetición, a la cual se aplicó el i-ésimo sustrato con el j-ésimo abono.
- μ = Es el efecto de la media general.
- α_i = Es el efecto del i-ésimo sustrato.
- β_j = Es el efecto del j-ésimo abono.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción entre el i-ésimo sustrato con el j-ésimo abono.

E_{ijk} = Es el efecto aleatorio del error experimental obtenida en la k-ésima repetición, a la cual se aplicó el i-ésimo sustrato con el j-ésimo abono.

3.3.1.6. Unidad experimental

La investigación contó con 12 tratamientos con 4 repeticiones haciendo un total de 48 unidades experimentales; cada unidad experimental se encontró constituidos por 50 plantones de pino rojo (Sub-unidades experimentales) en sus respectivos sustratos y abonos.

3.3.1.7. Análisis estadístico

Debido a que el experimento contó con más de tres grupos o poblaciones, para la contrastación de la hipótesis se realizó el análisis de varianza con la prueba de Fisher (ANVA) a un nivel de $\alpha = 0.05$ y en caso de encontrar significancia se realizó la comparación de medias con el Test post hot de Tukey también a un nivel de $\alpha = 0.05$ (Cuadro 3).

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza (ANVA) utilizado.

FV	GL	SC	CM	Fc
Sustratos (A)	a-1	SC _A	SC _A / a-1	CM _A /CM _E
Abonos (B)	b-1	SC _B	SC _B / b-1	CM _B /CM _E
Interacción AxB	(a-1) (b-1)	SC _{AB}	SC _{AB} /(a-1) (b-1)	CM _{AB} /CM _E
Error	ab(p-1) -p+1	SC _E	SC _E / GL _E	
Total	abp - 1	SC _{Total}		

A y B: factores

3.3.2. Fase de instalación

3.3.2.1. Ensayo de germinación de semillas

Las semillas fueron adquiridas mediante la compra de 100 gramos de la empresa SEMIFOR EIRL. Se utilizó aserrín descompuesto con micorrizas, se puso la mezcla en 2 bandejas de cubetas con capacidad para sembrar 200 semillas, esta actividad se realizó en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales. Se sembró una semilla por cada espacio de la bandeja y se procedió a regarlo en periodos de cada tres días.

Las actividades concerniente al monitoreo de la germinación se realizó de manera diaria en horas de la mañana, en donde se consideró colocar un mondadiante al lado de las semillas que presentaban emisión de radícula (germinado) y se anotaba en un formato donde se encontraban los cuatro repeticiones considerados por el ISTA (2002).

3.3.2.2. Producción de plantones

Se consideró las actividades secuenciales siguientes:

Preparación del sustrato

Se realizó la compra de la tierra negra proveniente del sector Las Delicias, la arena lo trajeron de la playa en el distrito de Las Palmas y en caso del aserrín descompuesto se obtuvo de las microempresas cajoneras del distrito Padre Felipe Luyando, más conocido por el nombre de su capital

“Naranjillo”. Luego se procedió a zarandear un volumen de ocho (08) carretillas llenas de tierra negra, seis (06) carretillas de arena y tres (03) carretillas de aserrín descompuesto, dicha actividad consistió en separar partes de restos vegetales con mayor tamaño que dificultaría en adelante para las actividades como el embolsado.

Los componentes de los sustratos ya zarandeados fueron desinfectadas aplicando el fungicida pentacloro al 5%, para la cual se utilizó un promedio de 14.4 gramos por una mochila fumigadora de 20 litros de agua, se le aplicó en la parte superior de los componentes del sustrato, luego con una pala se removió la tierra negra y se siguió fumigándole hasta que finalmente se le llenó a un costal de plástico doble transparente, siendo amarrado con una rafia un extremo para que se desinfecte por un tiempo de 10 días, el mismo procedimiento se realizó para la arena media y el aserrín descompuesto.

Desinfectados los componentes del sustrato a elaborar, se mezcló la primera proporción 3-2-1 y se realizó la actividad del llenado en bolsas de polietileno cuyas medidas fueron de 3.5” x 7” x 2 μm ; se llenó un total de 800 bolsas; la segunda proporción fue de 2-3-1 y también se llenó un total de 800 bolsas y la tercera proporción correspondió a 3-1-1 llenándose un total de 800 bolsas.

Para acondicionar las camas de cría (parcela experimental), se realizó la limpieza de las malezas y terraplano de las camas en los dos viveros, en el vivero Agrokumi en una cama se acomodó 1200 bolsas llenas,

separadas en 2 repeticiones de 600 bolsas cada una, en ello se encontraban acomodadas los 12 tratamientos de 50 bolsas cada tratamiento (Figura 30 del Anexo), las otras 1200 bolsas se transportó en una furgoneta al vivero Forestal y se realizó la misma actividad en el acomodo de bolsas.

Inoculación de micorriza

Como parte del manejo, se realizó el zarandeo del aserrín descompuesto y se obtuvo tres (03) carretillas llenas, los cuales se introdujeron en una olla de cilindro, posteriormente se añadió agua de la quebrada (9 baldes de palmerola) y se desinfectó haciéndole hervir con leña a una temperatura de 95 °C, en las instalaciones del vivero Agrokumi, luego sobre un plástico cuya área abarcaba 2 m^2 se hizo orear el aserrín a temperatura ambiente, una vez oreada el aserrín, se mezcló con 1 kg de micorriza adquirida de la empresa Arborizaciones E.I.R.L. para luego hacer un hoyo en las bolsas con sustrato cuyas medidas son de 3 x 3 x 10 centímetros en donde se introdujo la mezcla de la micorriza con el aserrín, esta actividad se hizo en las 2400 bolsas para que posteriormente se realizó el repique de las plántulas del pino rojo.

Colocado de plástico debajo del tinglado

Una vez repicadas las plántulas, en los dos viveros se puso un techo de plástico transparente para evitar el excesivo acceso de agua por parte de las lluvias; además, se elaboró placas codificadas para el laboratorio y para el vivero con la finalidad de no equivocarse con la identificación de los tratamientos asignados.

Manejo de los plántones

En el vivero Agrokumi se aplicó tefón encima de las bolsas para el control de las hormigas ya que cerca al vivero se encontró hormigas. Para el control de la chupadera se utilizó una mochila fumigadora en la cual se llenó 10 litros de agua y se incorporó 7.2 gramos del fungicida Rizolex, se aplicó a los 30 días de haberse sembrado; luego de 30 días posteriores se aplicó el fungicida Para Chupadera, esta actividad se realizó en el Vivero Forestal y Vivero Agrokumi, el sistema de riego se realizó dos veces a la semana.

Aplicación de los abonos orgánicos

La aplicación de los abonos orgánicos se realizó a los dos meses posteriores al repique, según lo recomendado por ROJAS (2015) e ISLA (2013) se consideró aplicar dos (2) gramos por plantón.

3.3.3. Fase de evaluación

Se realizó una evaluación al finalizar la investigación, además de ello se realizó el monitoreo periódico para evitar el ataque de las plagas, enfermedades y/o hongos que pudieran alterar o cambiar el resultado de la investigación.

En la influencia de los factores se midió en su tiempo de germinación, poder germinativo y energía germinativa; y sus características biométricas de la planta tales como longitud de la parte aérea, longitud radicular y peso seco total (biomasa).

Las fórmulas propuestas por ISTA (2002) para determinar el poder germinativo (PG) y energía germinativa (EG) de las semillas estuvieron expresadas de la siguiente manera:

$$PG = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ Total de semillas sembradas}} \times 100$$

$$EG = \frac{N^{\circ} \text{ máximo de semillas germinadas en } 1/4 \text{ periodo de germinación}}{N^{\circ} \text{ total de semillas germinadas}} \times 100$$

Medición de la longitud de la parte aérea

Para la longitud de la parte aérea (LPA), se consideró medir al 30% de los plántones de cada repetición al azar, de las cuales se midió con una regla graduada la longitud, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la misma.

Medición de longitud de raíz (LR)

Para la longitud de raíz (LR), se midió la longitud del sistema radicular en centímetros a los 30% de los plántones de cada repetición tomadas al azar, medida considerada desde el cuello de la raíz hasta la punta de la misma.

Determinación del peso seco en los plántones (PS)

Para el peso seco de los plántones (PS), se utilizaron los mismos individuos que se emplearon para medir la longitud de la parte aérea y la

longitud de radicular, las cuales se colocaron en una estufa a 80 °C durante 72 horas; al final de este periodo se determinó en una balanza analítica el peso seco en gramos.

Labores adicionales

Además de las actividades anteriores, se ha medido constantemente la humedad, temperatura y la luz del ambiente del vivero de manera que ayude a conocer las condiciones en la que se investiga.

IV. RESULTADOS

4.1. Tiempo de germinación, poder y energía germinativa de las semillas de *P. tecunumanii* “pino rojo” en condiciones de laboratorio

En promedio se observa que la germinación de las semillas inició a los 9.5 días de haberse colocado en el sustrato, culminando a los 17 días con el cual se determinó que el periodo de germinación transcurrido fue de 7.5 días.

En caso de el porcentaje de germinación, se registró que solo alcanzó el 74.75%, mientras que la energía germinativa considerando el total de las semillas sembradas fue 68.5% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tiempo de germinación, poder y energía germinativa de *Pinus tecunumanii*.

Repe	Inicio (días)	Final (días)	Periodo (días)	PG (%)	EG (%)
1	9	19	10	81	T: 68.5
2	10	17	7	78	
3	10	15	5	64	-----
4	9	17	8	76	SG: 91.64
Media	9.5	17	7.5	74.75	

PG: Poder germinativo; EG: Energía germinativa; T: total de semillas; SG: Semillas germinadas

No se reporta semillas germinadas de pino rojo hasta los ocho (08) días después de la siembra en condiciones de laboratorio, a partir de dicha fecha el porcentaje de germinación media diaria se incrementa exponencialmente hasta los 12 días posteriores al sembrado, culminando dicha acumulación de la germinación media diaria a los 14 días posteriores al almacigado, en adelante se observa una disminución de la germinación media diaria. Para considerar las semillas con mayor vigor se le realizó una proyección del punto más alto de la curva generada por la germinación en donde se puede resaltar que las semillas que germinaron hasta los 14 días de almacigad fueron los de mayor vigor y garantizaría las mejores plántulas de la especie en estudio (Figura 1).

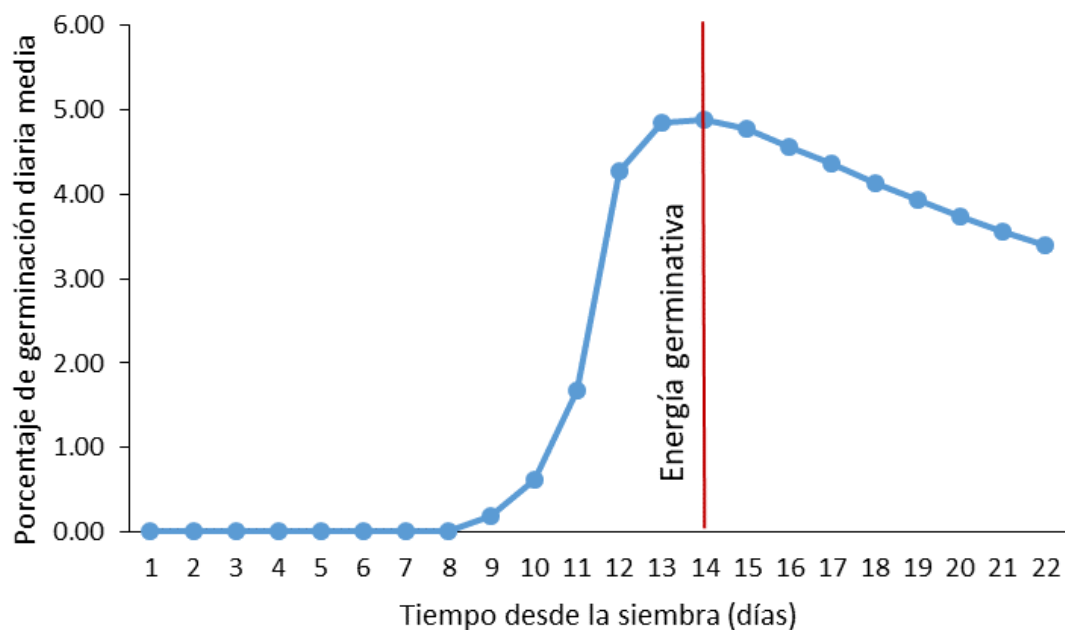


Figura 1. Porcentaje de germinación media diaria en semillas de pino rojo.

La mayor cantidad de semillas que germinó por días fue a los 12 días posteriores a la siembra. Las semillas con mayor energía germinativa se

observó hasta los 14 días posteriores a la siembra, en adelante las demás semillas fueron menos vigorosas (Figura 2).

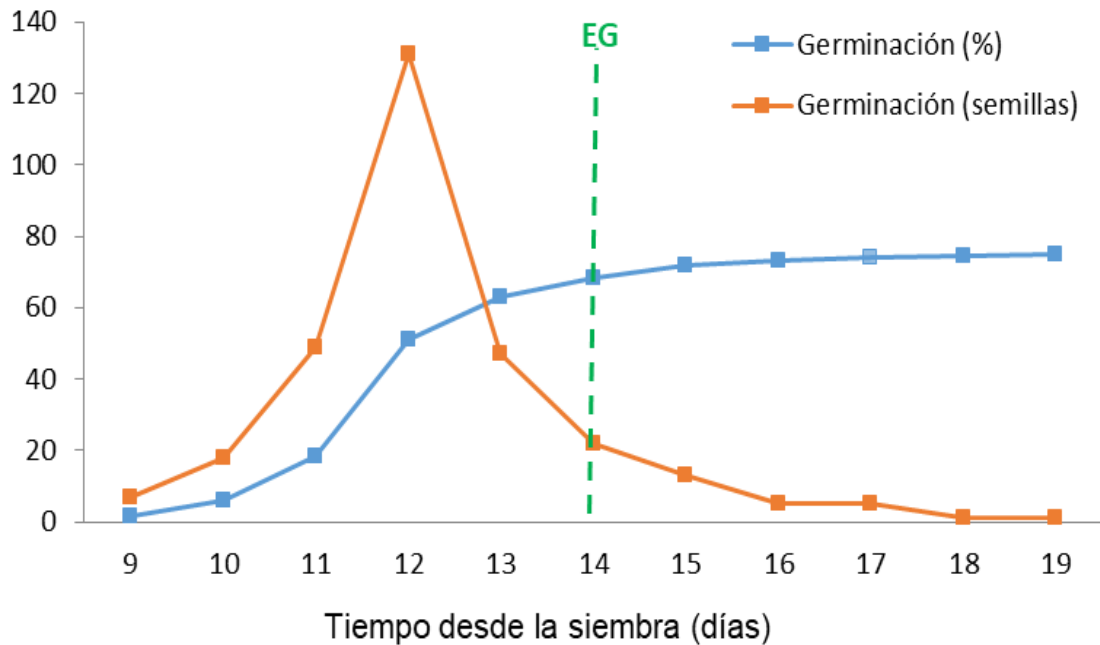


Figura 2. Comportamiento de la germinación de semillas de *Pinus tecunumanii*.

4.2. Longitud aérea, radicular y la producción de biomasa de los plántones de *P. tecunumanii* “pino rojo” bajo diferentes sustratos y abonos orgánicos en dos viveros forestales

4.2.1. Longitud aérea

La longitud de la parte aérea en los plántones de *Pinus tecunumanii* fue muy variable respecto a los tratamientos asignados en el vivero Forestal, de los cuales se resalta que en caso de utilizar las proporciones de los sustratos 3-2-1 y 3-1-1 se observó que la especie en estudio replicada sin añadir ninguna dosis de abono orgánico presentaron los

menores promedios en longitud total del tallo, mientras que al utilizar la proporción de 2-3-1 se registró que los plantones que fueron tratadas con el abono orgánico mallki registró menor promedio de altura total con un valor de 12.38 cm (Figura 3).

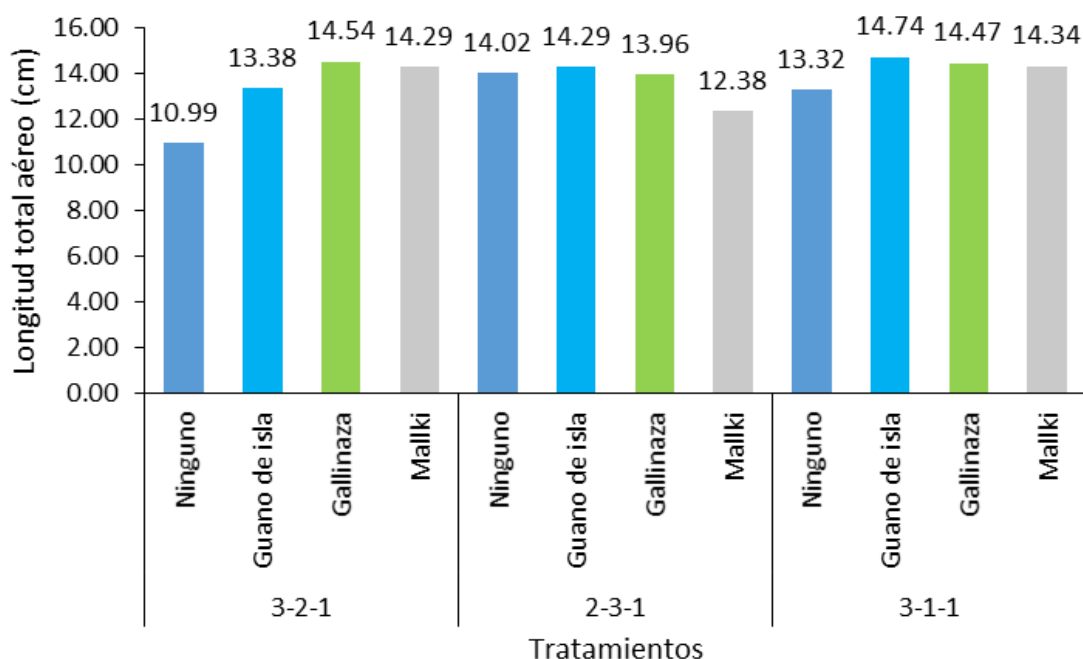


Figura 3. Longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en el vivero Forestal.

Analizando el vivero AgroKumi respecto a la variable longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii*, se observa mayor heterogeneidad de la variable en mención para cada tratamiento en estudio, siendo mucho menor los valores promedios en caso de solo utilizar proporciones de sustratos sin la aplicación de ninguna dosis de abono orgánico; mayor promedio se muestra en el uso de guano de islas con proporción de sustrato 3-1-1 donde la longitud total aérea obtenida fue de 20.06 cm (Figura 4).

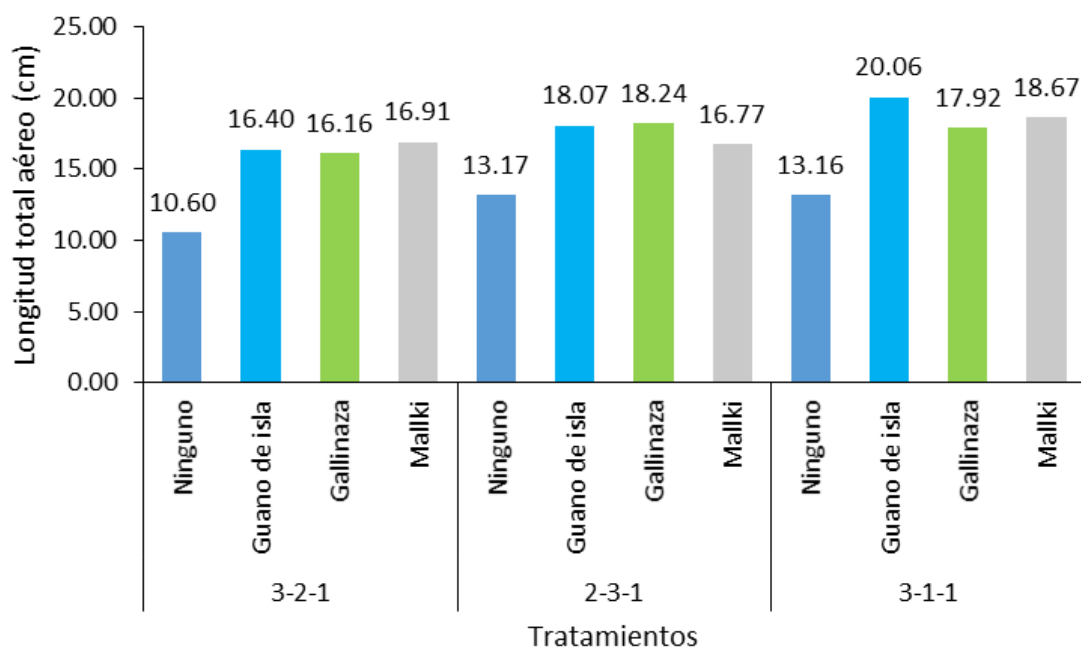


Figura 4. Longitud total de los plántones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en el vivero Agrokumi.

El uso de diversos sustratos en la producción de los plántones del *Pinus tecunumanii* no repercutió de manera significativa sobre la longitud total de los plántones en el vivero Forestal, mientras que en caso del vivero Agrokumi se observa diferencias estadísticas significativas respecto al uso de diferentes proporciones de los componentes del sustrato (Cuadro 5).

En caso de la aplicación de abonos orgánicos en producir plántones de *Pinus tecunumanii*, solo se reportó diferencias estadísticas significativas en el vivero Agrokumi, mientras que para el análisis de la interacción entre los niveles de cada factor en estudio, no se logró demostrar diferencias estadísticas significativas en ambos viveros o dicho de otra manera, los abonos y las proporciones de los componentes en los sustratos presentan efectos independientes (Cuadro 5).

Cuadro 5. ANVA para la longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en dos viveros forestales.

Fuente de variación	Vivero Forestal				Vivero Agrokumi			
	GL	CM	Fc	Sig.	GL	CM	Fc	Sig.
Sustrato	2	1.708	0.512	0.612 ^{ns}	2	12.139	10.729	0.002 ^{**}
Abonos	3	2.865	0.858	0.489 ^{ns}	3	44.117	38.994	<0.001 ^{**}
Sustrato * Abonos	6	2.330	0.698	0.657 ^{ns}	6	1.242	1.097	0.418 ^{ns}
Error	12	3.338			12	1.131		
Total	23				23			

** : Existen altas diferencias estadísticas; ns: no existen diferencias estadísticas significativas.

El uso de la proporción del sustrato 3-2-1 presentó los menores promedios de altura total en el vivero Agrokumi (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias para la longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo sustratos en dos viveros forestales.

Proporción de los sustratos	N	Forestal		Agrokumi	
		Longitud (cm)	Subc.	Longitud (cm)	Subc.
3-2-1	8	13.30	a	15.02	b
2-3-1	8	13.66	a	16.56	a
3-1-1	8	14.22	a	17.45	a

Letras diferentes demuestran significancia significativas.

En ambos viveros, el o utilizar dosis de abono orgánico registró menor promedio en altura total, a pesar de ello en el vivero Forestal no se observó diferencias estadísticas significativas, mientras que en caso del vivero Agrokumi, se registró diferencias estadísticas respecto a los plantones que presentaban abonos orgánicos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias para la longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo abonos orgánicos en dos viveros forestales.

Abonos orgánicos	N	Forestal		Agrokumi	
		Longitud (cm)	Subc.	Longitud (cm)	Subc.
Ninguno	6	12.78	a	12.31	b
Mallki	6	13.67	a	17.45	a
Guano de isla	6	14.14	a	18.18	a
Gallinaza	6	14.33	a	17.44	a

Letras diferentes demuestran significancia significativas.

Al comparar los efectos de los tratamientos respecto a la longitud total en los plantones de *Pinus tecunumanii* producidos en ambos viveros considerados en el estudio, se observó que al utilizar la proporción del sustrato 2:3:1 añadido 2 g mallki y en la proporción 3:1:1 con 2 g guano de islas se observó diferentes efectos en ambos viveros, mientras que en caso de las demás combinaciones no se obtuvo diferencias estadísticas significativas, ratificando que los efectos en ambos viveros fueron muy similares para la variable en mención (Cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba t para la longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en dos viveros forestales.

Tratamientos	t	GL	p-valor
Pino rojo en sustrato (3:2:1) sin abono	0.498	2	0.668 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g guano de islas	-2.003	2	0.183 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g gallinaza	-1.319	2	0.318 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g mallki	-2.493	2	0.130 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) sin abono	0.523	2	0.653 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g guano de islas	-2.732	2	0.112 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g gallinaza	-3.862	2	0.061 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g mallki	-5.722	2	0.029*
Pino rojo en sustrato (3:1:1) sin abono	0.073	2	0.948 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g guano de islas	-4.459	2	0.047*
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g gallinaza	-3.446	2	0.075 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g mallki	-1.535	2	0.264 ^{ns}

*: Existen diferencias estadísticas; ns: no existen diferencias estadísticas significativas.

En la comparación de medias, se tiene que tanto en la proporción del sustrato 2:3:1 añadido 2 g mallki (16.77 cm) y en la proporción 3:1:1 con 2 g guano de islas (20.06 cm) ubicados en el vivero Agrokumi fueron mayores que en el vivero Forestal con promedios de 12.38 cm y 14.74 cm respectivamente (Figura 5).

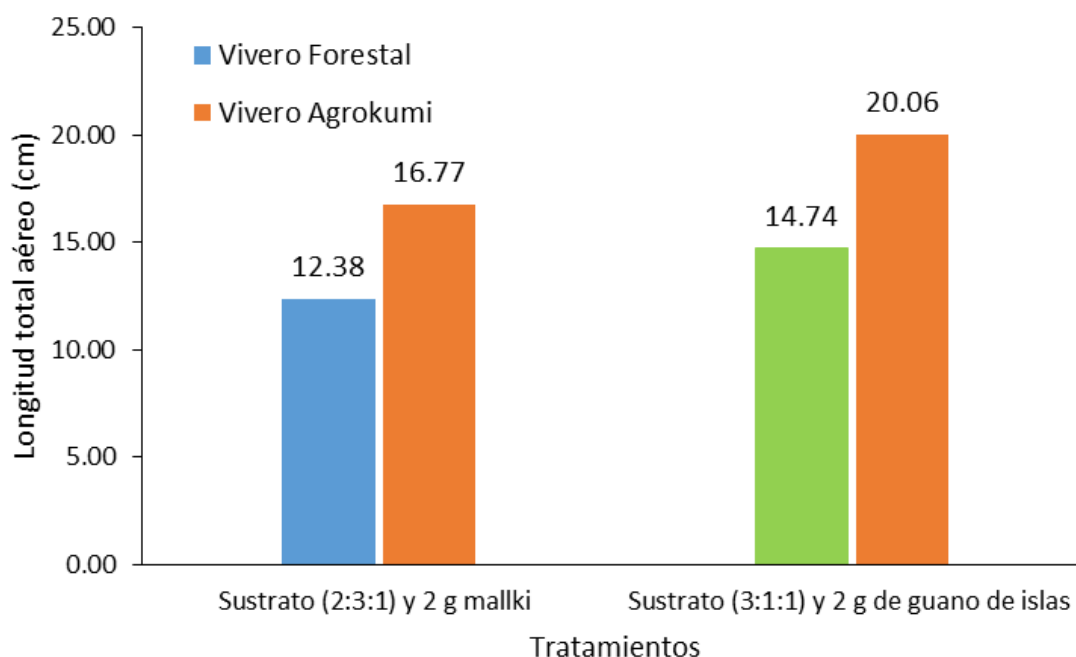


Figura 5. Longitud total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo efecto de dos proporciones de sustrato y dos abonos en los dos viveros.

4.2.2. Longitud radicular

En la producción de *Pinus tecunumanii* bajo combinaciones de diferentes proporciones del sustrato y diferentes abonos orgánicos, se registró que en el vivero Forestal la longitud radicular fue inferiores en los plantones que no fueron abonadas, mientras que el uso del abono orgánico mallki favoreció en obtener mayor longitud del sistema radicular (Figura 6).

Analizando la producción de *Pinus tecunumanii* producidos en el vivero Agrokumi, se observa menores promedios en los plantones sin abonamiento en comparación a los demás que fueron tratadas con algún abono de las tres empleadas en el presente estudio al emplear las tres proporciones de sustratos (Figura 7).

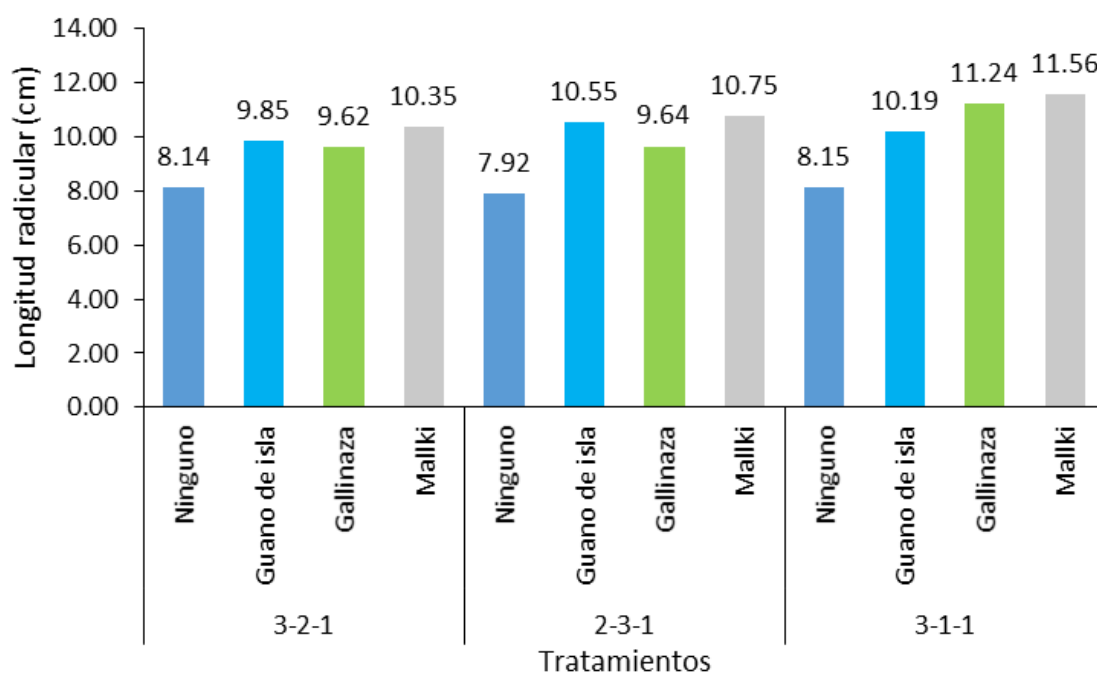


Figura 6. Longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en el vivero Forestal.

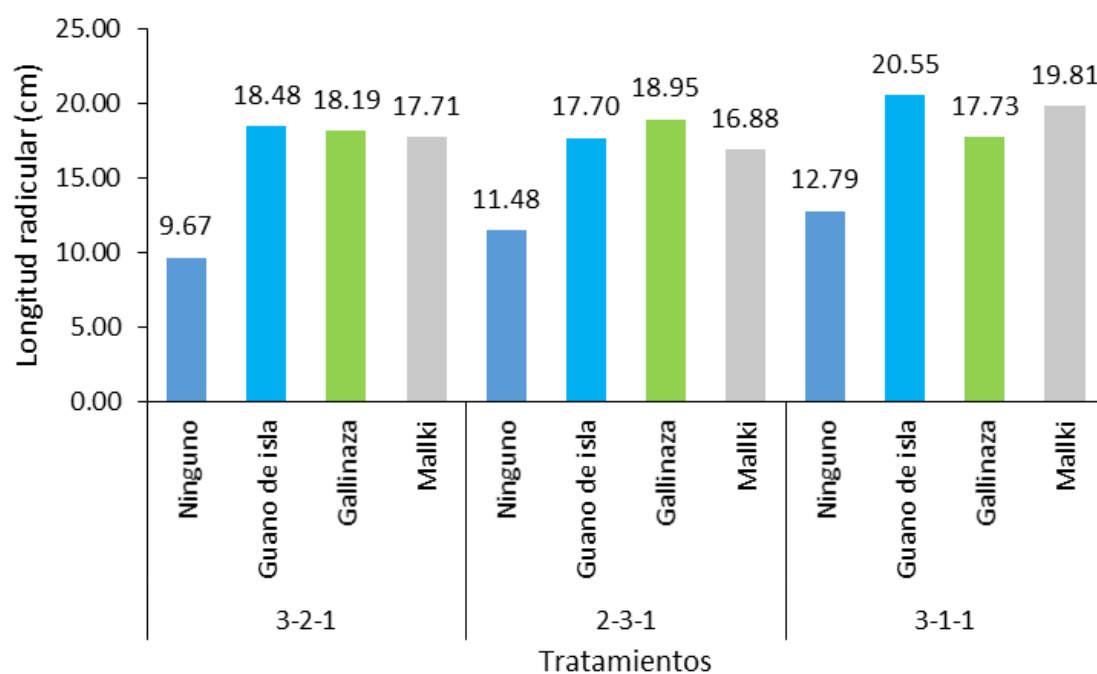


Figura 7. Longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en el vivero AgroKumi.

En el análisis de la varianza, se observa que el uso de las proporciones de los sustratos en ambos viveros considerados en el estudio no tuvieron efectos estadísticos significativos sobre la longitud radicular, resaltando que el uso de cualquiera de las tres proporciones de sustrato indistintamente favorecen el crecimiento de la longitud de la raíz.

En caso del factor abonos orgánicos, se observa que existen altas diferencias estadísticas significativas en donde al menos uno de los abonos orgánicos favorece en mayor medida en el crecimiento de la raíz, este efecto se observó tanto en el vivero Forestal como en el vivero Agrokumi; en caso de la interacción estadística, se tiene que cada factor considerado en el presente estudio presenta efectos de manera independiente, no existiendo interacción entre sus niveles (Cuadro 9).

Cuadro 9. ANVA para la longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en dos viveros forestales.

Fuente de variación	Forestal				Agrokumi		
	GL	CM	Fc	Sig.	CM	Fc	Sig.
Sustrato	2	1.346	0.746	0.495 ^{ns}	6.843	2.536	0.121 ^{ns}
Abonos	3	8.940	4.953	0.018 ^{**}	76.926	28.508	<0.001 ^{**}
Sustrato * Abonos	6	0.480	0.266	0.943 ^{ns}	2.566	0.951	0.496 ^{ns}
Error	12	1.805			2.698		
Total	23						

** : Existen altas diferencias estadísticas; ns: no existen diferencias estadísticas significativas.

Numéricamente, se observa que los plantones de *Pinus tecunumanii* producidos empleando la proporción 3-1-1 del sustrato reportó mayor promedio respecto a la variable aleatoria longitud radicular, mientras que el menor promedio se observó en la proporción 3-2-1 para ambos viveros en estudio (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de medias para la longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo sustratos en dos viveros forestales.

Proporción de los sustratos	N	Forestal		Agrokumi	
		L. raíz (cm)	Subc.	L. raíz (cm)	Subc.
3-2-1	8	9.49	a	16.01	a
2-3-1	8	9.72	a	16.25	a
3-1-1	8	10.29	a	17.72	a

Letras diferentes demuestran significancia significativas.

En el vivero Forestal, se observa que el uso del abono orgánico Mallki presentó mayores efectos sobre la longitud radicular por alcanzar una media de 10.89 cm, mientras que los plantones producidos sin ningún abono orgánico solo alcanzaron 8.07 cm (Cuadro 11).

En caso del vivero Agrokumi se reporta que el uso tanto del abono orgánico gallinaza, guano de islas y mallki presentaron efectos superiores a los plantones que no fueron abonadas con promedios de 18.29, 18.9, 18.14 y 11.31 respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de medias para la longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo abonos orgánicos en dos viveros forestales.

Abonos orgánicos	N	Forestal		Agrokumi	
		L. raíz (cm)	Subc.	L. raíz (cm)	Subc.
Ninguno	6	8.07	b	11.31	b
Gallinaza	6	10.17	ab	18.29	a
Guano de isla	6	10.20	ab	18.91	a
Mallki	6	10.89	a	18.14	a

Letras diferentes demuestran significancia significativas.

Subc.: Subconjuntos estadísticos generados por la comparación de medias.

Al comparar la longitud radicular de los plantones de pino rojo en ambos viveros considerados en el experimento bajo cada tratamiento en estudio, no se reportan diferencias estadísticas al utilizar las proporciones del sustrato en 3-2-1 sin la aplicación de ninguna dosis de abono, en la proporción 3-2-1 con la aplicación de 2 g de gallinaza, en la proporción 2-3-1 sin ninguna dosis de abono, en la proporción 3-1-1 con el uso de 2 g de gallinaza y en la proporción 3-1-1 añadido 2 g de mallki, mientras que en caso de las demás combinaciones se reportaron diferencias estadísticas significativas, siendo el caso de la proporción 3:2:1 más 2 g gallinaza, sustrato 3:2:1 2 g mallki, sustrato 2:3:1 con 2 g guano de islas, sustrato 2:3:1 con 2 g gallinaza, sustrato 3:1:1 sin abono y sustrato 3:1:1 con 2 g guano de islas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba t para la longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en dos viveros forestales.

Tratamientos	t	GL	p-valor
Pino rojo en sustrato (3:2:1) sin abono	-1.809	2	0.212 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g guano de islas	-9.804	2	0.010 ^{**}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g gallinaza	-3.067	2	0.092 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g mallki	-13.128	2	0.006 ^{**}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) sin abono	-3.222	2	0.084 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g guano de islas	-6.378	2	0.024 [*]
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g gallinaza	-8.946	2	0.012 [*]
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g mallki	-17.511	2	0.003 ^{**}
Pino rojo en sustrato (3:1:1) sin abono	-5.500	2	0.032 [*]
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g guano de islas	-9.729	2	0.010 [*]
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g gallinaza	-2.897	2	0.101 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g mallki	-3.148	2	0.088 ^{ns}

*: Existen diferencias estadísticas; **: Existen altas diferencias estadísticas; ns: no existen diferencias estadísticas significativas.

La producción de *Pinus tecunumanii* utilizando una proporción del sustrato 3-2-1 con guano de islas y la misma proporción con mallki repercutieron mejor en la longitud radicular que fueron producidos en el vivero AgroKumi, mientras que en el vivero Forestal fue menor la media (Figura 8).

Producir plantones de *Pinus tecunumanii* utilizando la proporción de los componentes del sustrato 2-3-1 favoreció en mayor medida sobre la longitud radicular en el vivero Agrokumi con una media de 17.70 cm, mientras que el menor valor promedio se reporta para los plantones producidos en el vivero Forestal repercutiendo en un valor de 10.55 cm para la variable en mención (Figura 8).

EN caso de utilizar las proporciones 2-3-1 correspondiente al componente del sustrato y añadiendo gallinaza en dosis de 2 g por plantón, se obtuvo mejores promedios en los individuos que se encontraban en el vivero Agrokumi, dicha superioridad también se observó en el uso de 2 g del abono orgánico mallki por plantón (Figura 8).

La producción de *Pinus tecunumanii* empleando un sustrato cuya proporción de su composición fue 3-1-1 reportaron mayores promedios en el vivero Agrokumi. Además, la variabilidad de los datos obtenidos de cada repetición fueron mucho más variables (mayor barras de error) en el vivero Agrokumi, mientras que en el vivero Forestal las repeticiones fueron muy similares (Figura 8).

Al utilizar una proporción de sustratos correspondiente a 3-1-1 y añadido a ello 2 g del abono orgánico de guano de islas en la producción de *Pinus tecunumanii* se obtuvo mayor promedio de en el vivero Agrokumi con un valor de 20.55 cm en comparación de los plantones producidos en el vivero Forestal por presentar una media de 10.19 cm (Figura 8).

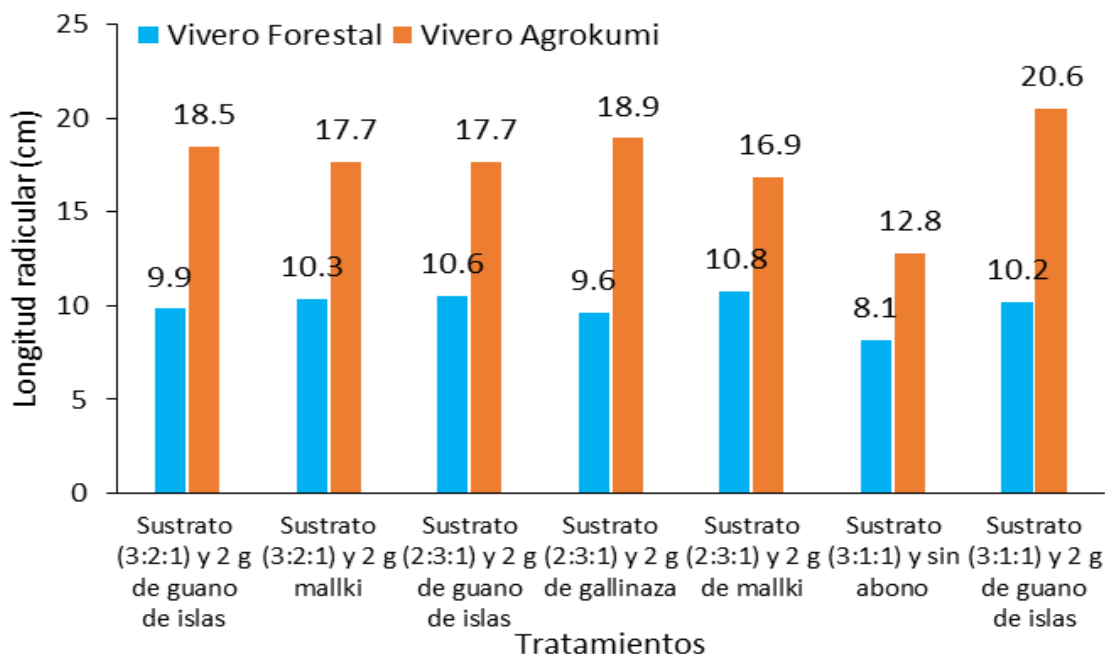


Figura 8. Longitud radicular de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo diferentes proporciones de sustrato y 2 abonos orgánicos en los dos viveros.

4.2.3. Producción de biomasa

En el vivero Forestal, la producción de biomasa en los plantones *Pinus tecunumanii* “pino rojo” se vieron mermados al solo utilizar sustratos en las proporciones 3-2-1 y 3-1-1 sin añadirse ninguna dosis de abono orgánico, mientras que en caso de utilizar la proporción constituida por 2-3-1 añadido 2 g del abono orgánico mallki por plantón fueron los que alcanzaron menor valor promedio (Figura 9).

La mayor cantidad de biomasa en los plantones de la especie en estudio fueron la aplicación de gallinaza y el guano de islas de manera independiente. Además no se observa una proporción similar del efecto de los

abonos orgánicos en las diferentes proporciones de los componentes del sustrato estudiado (Figura 9).

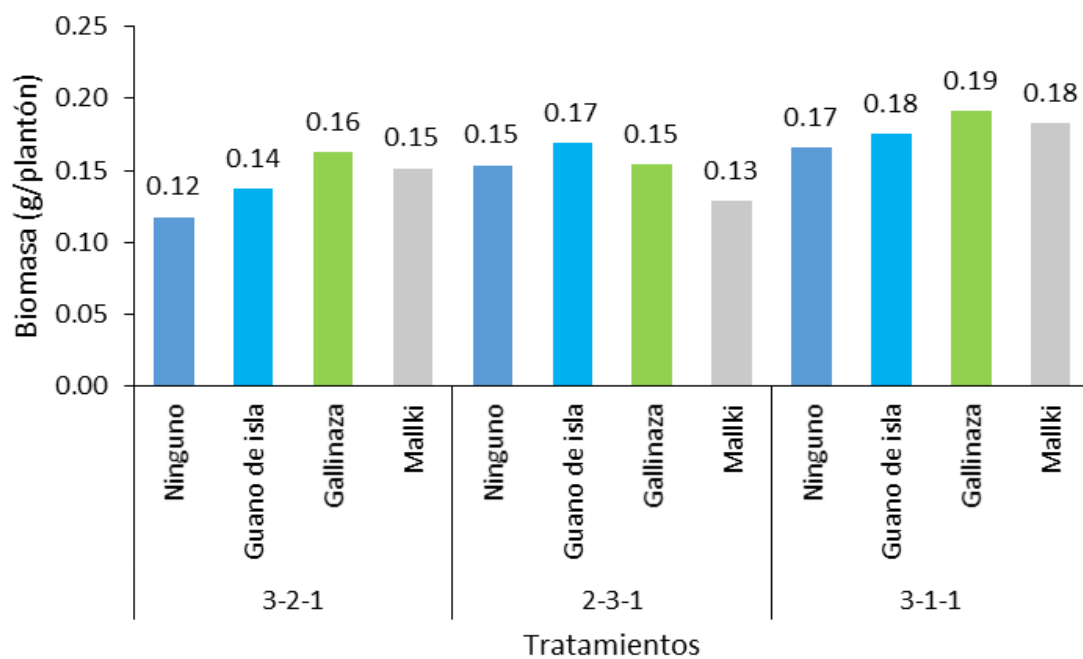


Figura 9. Producción de biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en el vivero Forestal.

En el vivero Agrokumi, la producción de biomasa en los plantones *Pinus tecunumanii* se vieron disminuidos o limitados al utilizar solo los sustratos en las proporciones 3-2-1, 2-3-1 y 3-1-1 sin añadirse ninguna dosis de abono orgánico (Figura 10).

La mayor cantidad de biomasa en los plantones de la especie en estudio fueron notorios al utilizarse el abono orgánico mallki en la proporción del sustrato 3-2-1, mientras que el añadirse 2 g de gallinaza en la proporción de sustrato 2-3-1 favoreció en alcanzar la mayor biomasa, y en caso de la proporción 3-1-1 se obtuvo mayor promedio al utilizarse 2 g de guano de islas.

Además no se observa una proporción similar del efecto de los abonos en las diferentes proporciones de los componentes del sustrato estudiado (Figura 10).

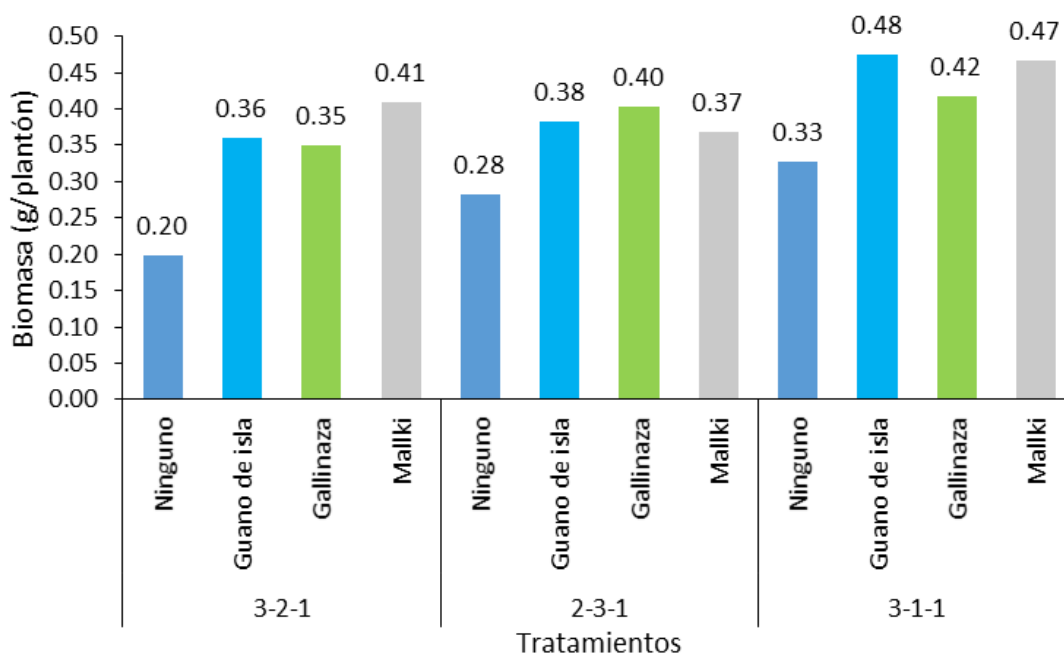


Figura 10. Producción de biomasa total de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en el vivero Agrokumi.

En el análisis de la varianza para los dos viveros donde se desarrollaron el estudio, se muestra que las tres proporciones de los componentes del sustrato no repercutieron de manera significativa sobre la producción de la biomasa de los plantones del *Pinus tecunumanii* en ambos sitios (Cuadro 13).

En caso de la aplicación de los abonos orgánicos para la producción de los plantones de la especie en estudio, se reporta que en caso del vivero Forestal no se obtuvo diferencias estadísticas sobre la producción de biomasa, en caso del vivero Agrokumi, se determinó que existe diferencias

estadísticas significativas sobre la variable mencionada; además, es notorio que no hubo interacción estadística en los dos viveros donde se ejecutaron los experimentos (Cuadro 13).

Cuadro 13. ANVA para la producción de biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en dos viveros forestales.

Fuente de variación	Forestal				Agrokumi		
	GL	CM	Fc	Sig.	CM	Fc	Sig.
Sustrato	2	0.003	2.642	0.112 ^{ns}	0.018	3.669	0.057 ^{ns}
Abonos	3	0.001	0.555	0.655 ^{ns}	0.028	5.727	0.011*
Sustrato * Abonos	6	0.000	0.429	0.846 ^{ns}	0.002	0.396	0.867 ^{ns}
Error	12	0.001			0.005		
Total	23						

*: Existen diferencias estadísticas; ns: no existen diferencias estadísticas significativas.

En la comparación de medias por intermedio de la prueba estadística de rangos múltiples de Tuckey, no se determinó diferencias estadísticas significativas motivo por el cual se realizó el análisis numérico, siendo notorio que en caso del vivero Forestal los plantones producidos en un sustrato cuya proporción fue de 3-1-1 alcanzaron una media superior a los demás proporciones (Cuadro 14).

Para el caso del vivero Agrokumi, se mantuvo dicha superioridad de los promedios en los plantones de *Pinus tecunumanii* que fueron producidas

empleando los componentes del sustrato en una proporción de 3-1-1 alcanzando una media de 0.42 g por plantón, mientras que en caso de la proporción 3-2-1 solo se registró 0.33 g por plantón (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de medias para la producción de biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo sustratos en dos viveros forestales.

Proporción de los sustratos	N	Forestal		Agrokumi	
		Biomasa (g)	Subc.	Biomasa (g)	Subc.
3-2-1	8	0.14	a	0.33	a
2-3-1	8	0.15	a	0.36	a
3-1-1	8	0.18	a	0.42	a

Letras diferentes demuestran significancia significativas.

En caso de la producción de biomasa por efectos del factor abonos orgánicos, se muestra que para el caso del vivero Forestal, numéricamente la media alcanzada fue superior al aplicar el abono orgánico gallinaza con un valor de 0.17 g por plantón, siendo menores los promedios al utilizar el abono orgánico mallki y en caso de no aplicar ningún abono en donde la media para ambos casos fue de 0.15 g por plantón (Cuadro 15).

Considerando el vivero Agrokumi, se reportó diferencias estadísticas significativas en los plantones que se produjeron aplicando 2 g de algunos de los abonos orgánicos como el mallki y el guano de islas que

mostraron una media muy similar de 0.41 g por plantón, mientras que el menor valor promedio lo obtuvieron los plantones que no recibieron abonamiento alguno ya que la media alcanzada solo fue de 0.27 g por plantón, siendo estadísticamente menor a los demás abonos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias para la producción de biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo abonos orgánicos en dos viveros forestales.

Abonos orgánicos	N	Forestal		Agrokumi	
		Biomasa (g)	Subc.	Biomasa (g)	Subc.
Ninguno	6	0.15	a	0.27	b
Mallki	6	0.15	a	0.41	a
Guano de isla	6	0.16	a	0.41	a
Gallinaza	6	0.17	a	0.39	a

Letras diferentes demuestran significancia significativas.

Al compararse los diversos tratamientos considerando los dos viveros, se obtuvo que en caso de los tratamientos denominados pino rojo en sustrato (3:2:1) con 2 g mallki, pino rojo en sustrato (2:3:1) con 2 g guano de islas, pino rojo en sustrato (2:3:1) con 2 g gallinaza, pino rojo en sustrato (2:3:1) con 2 g mallki y pino rojo en sustrato (3:1:1) con 2 g guano de islas presentaron diferencias estadísticas significativas resaltando que el comportamiento de la biomasa en los plantones fueron diferentes en ambos viveros. Los tratamientos constituidos por pino rojo en sustrato (3:2:1) sin abono, pino rojo en sustrato

(3:2:1) con 2 g guano de islas, pino rojo en sustrato (3:2:1) con 2 g gallinaza, pino rojo en sustrato (2:3:1) sin abono, pino rojo en sustrato (3:1:1) sin abono, pino rojo en sustrato (3:1:1) con 2 g gallinaza y pino rojo en la proporción del sustrato 3:1:1 con 2 g mallki no tuvieron diferencias estadísticas entre los viveros (Cuadro 16).

Cuadro 16. Prueba t para la producción de biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo tratamientos en dos viveros forestales.

Tratamientos	t	GL	p-valor
Pino rojo en sustrato (3:2:1) sin abono	-3.990	2	0.057 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g guano de islas	-3.409	2	0.076 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g gallinaza	-3.079	2	0.091 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:2:1) 2 g mallki	-7.854	2	0.016*
Pino rojo en sustrato (2:3:1) sin abono	-2.866	2	0.103 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g guano de islas	-8.884	2	0.012*
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g gallinaza	-9.509	2	0.011*
Pino rojo en sustrato (2:3:1) 2 g mallki	-13.266	2	0.006*
Pino rojo en sustrato (3:1:1) sin abono	-2.802	2	0.107 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g guano de islas	-4.988	2	0.038*
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g gallinaza	-2.720	2	0.113 ^{ns}
Pino rojo en sustrato (3:1:1) 2 g mallki	-3.004	2	0.095 ^{ns}

*: Existen diferencias estadísticas; ns: no existen diferencias estadísticas significativas.

Producir plantones de *Pinus tecunumanii* utilizando sustrato (3:2:1) con 2 g de mallki y sustrato (2:3:1) con 2 g de guano de islas repercutieron mejor de manera significativa sobre la biomasa de los plantones con medias de 0.41 g y 0.38 g por plantón respectivamente, comportamiento observado en el vivero Agrokumi. Para producir los plantones del pino rojo bajo un sustrato que esté compuesto por la proporción 2:3:1 y añadido a ello 2 g de gallinaza, se obtendrá plantones con una biomasa de 0.40 g por plantón como lo registrado en el vivero Agrokumi. El uso del sustrato (2:3:1) con 2 g de mallki y también al utilizar el sustrato bajo la proporción 3:1:1 con 2 g de guano de islas en el vivero Agrokumi, se obtuvo mayores valores de biomasa en comparación a los plantones producidos en el vivero Forestal (Figuras 11).

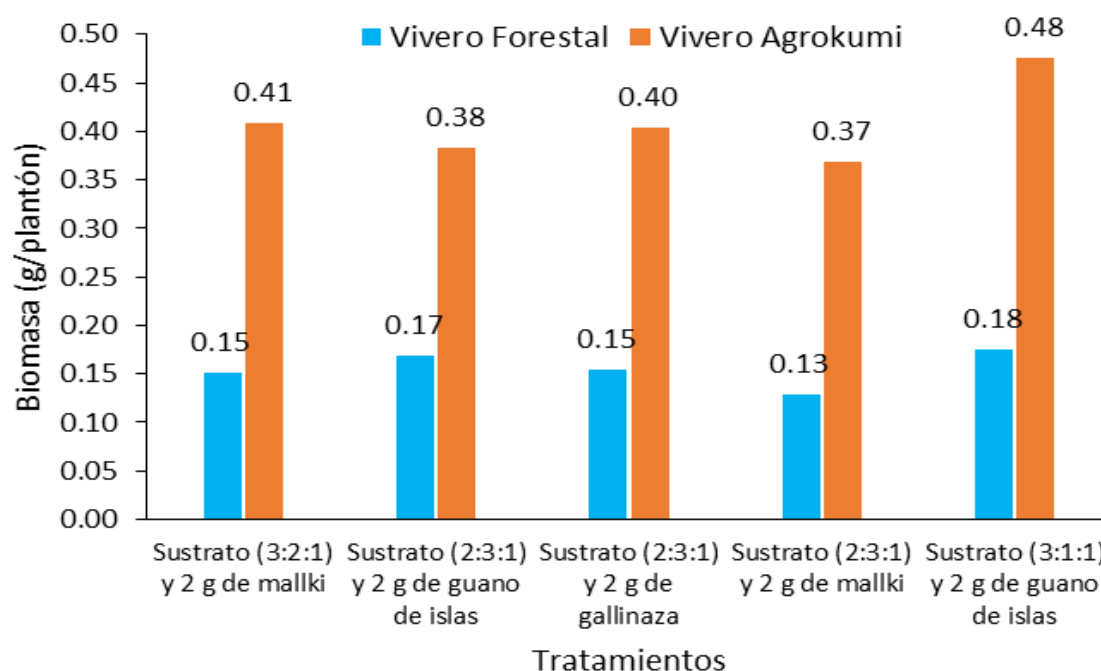


Figura 11. Biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* bajo diferentes proporciones de sustrato y abonos orgánicos en los dos viveros.

V. DISCUSIÓN

5.1. Sobre el tiempo de germinación, poder germinativo y energía germinativa de las semillas de *P. tecunumanii* “pino rojo” en condiciones de laboratorio

El porcentaje de germinación alcanzado fue de 74.75%, siendo inferior a lo reportado por la CATIE (2000) que reportan 80 a 95%, además de JUAN DE DIOS (2015) que alcanzó los 98.13%, diferencias atribuidas posiblemente a que en la presente tesis se realizó bajo condiciones de laboratorio, mientras que el antecedente se realizó en condiciones de vivero y ahí pudo influir las condiciones climáticas como la temperatura e radiación solar, es por ello que se observó una tasa de mortalidad del 8.15%. Además, MENDEZ (2017) reportó valores superiores e inferiores a lo encontrado en la presente tesis, siendo 63.40% en 2200 msnm y 81.07% a 1200 msnm y es por ello que también considera que existe influencia de los niveles de altitud sobre la germinación de la especie en estudio.

Otro aspecto que pudo haber influenciado en la variabilidad de los resultados en comparación se le atribuye a los sustratos utilizados, siendo el aserrín descompuesto con micorrizas en el presente estudio, mientras que JUAN DE DIOS (2015) obtuvo mejores resultados al utilizar sustratos comerciales Sunshine Pre Mix #8 y MecPlant 3C en proporciones de cada

50%, esto debido a que los que venden los sustratos para las especies exóticas lo adecuan a los requerimientos básicos del pino rojo por presentar estudios muy específicos en sus países de origen.

La germinación inició a los 9.5 días en promedio, siendo superior a lo reportado por MENDEZ (2017) que observó la germinación a los 7 días en una altitud de 700 msnm y 15 días a los 2200 msnm, ratificando que uno de los factores que modifica el inicio de la germinación es la altitud donde se encuentra el vivero establecido. Además, los resultados de la tesis se encuentran en el rango reportado por la CATIE (1997), quien señala que, la germinación ocurre entre los 8 a 17 días y recomiendan si el vivero es recién instalado o si se planta en sitios donde la especie no es nativa, es fundamental inocular el sustrato con micorrizas, ya que de lo contrario las plántulas no desarrollarán bien y se volverán amarillentas y débiles.

5.2. Sobre la longitud aérea, radicular y la producción de biomasa de los plantones de *P. tecunumanii* “pino rojo” bajo diferentes sustratos y abonos orgánicos en dos viveros forestales

Se encontró diferencias en el tamaño de los plantones, siendo superior en el vivero Forestal ubicado a 660 msnm en comparación a los plantones más grandes registrados en el vivero Agrokumi, este comportamiento a parte de los abonos fueron reportados por JUAN DE DIOS (2015) en el distrito de San Ramón ubicado a 870 msnm, JUAN DE DIOS (2015) produjo *P. tecunumanii* en tubetes de 53 cc en donde en 3.5 meses (105 días) después de

la germinación, encontró que los plantones presentaron características como 25.80 cm de altura total, 5.05 mm de diámetro y 5.13 g/plantón de biomasa, esto es ratificado también por MENDEZ (2017) donde estudió los efectos de los diferentes niveles de altitud sobre el nivel del mar y al cabo de los 104 días (3.46 meses) después del repique la altura promedio fue diferente en los cuatro altitudes (9.19 cm a 2200 msnm, 10.5 cm a 1700 msnm, 15.48 cm a 1200 msnm y 13.29 cm a 700 msnm); la longitud de la raíz obtuvieron medias de 23.33 cm a 2200 msnm y 16.57 cm a 1700 msnm fueron similares, mientras que 23.98 cm a 1200 msnm y 24.93 cm a 700 msnm fueron estadísticamente iguales; en la biomasa se registró promedios de 0.15 g cm a 2200 msnm, 0.23 g a 1700 msnm, 0.33 g a 1200 msnm y 0.55 g a 700 msnm que superó a los demás niveles.

Otro factor que registró diferencias estadísticas significativas fueron los abonos orgánicos utilizados debido a que en el vivero Agrokumi repercutió mucho mejor en comparación a los plantones que no recibieron dosis alguna de abono, esto corrobora lo que varios autores indican como que esta especie requiere sitios de suelos moderadamente fértiles (CATIE, 1997) y para Nelson (1991), citado por RODRÍGUEZ *et al.* (2010), el sustrato tiene cuatro funciones: 1) proveer agua, 2) suministrar nutrientes, 3) permitir el intercambio gaseoso, y 4) servir de soporte físico para las plantas.

VI. CONCLUSIONES

1. La especie *Pinus tecunumanii* inicia a germinar a los 9.5 días de almacigado, alcanzando 74.75% de germinación y una energía germinativa para el total de semillas del 68.5% que se alcanzó hasta los 14 días posteriores a la siembra.
2. La longitud aérea, radicular y la producción de biomasa de los plantones de *Pinus tecunumanii* no fueron influenciados por el uso de diferentes proporciones de los componentes del sustrato, mientras que en caso de los abonos orgánicos mallki, guano de isla y gallinaza, favorecieron el crecimiento de la longitud total de los plantones (17.45, 18.18 y 17.44 cm respectivamente), la longitud radicular (18.14, 18.91 y 18.29 cm respectivamente) y la producción de biomasa (0.41, 0.41 y 0.39 g/plantón), siendo notorio que en el vivero Agrokumi que se encuentra a una mayor altitud sobre el nivel del mar los promedios fueron más elevados en comparación al vivero Forestal que se encontraba en el distrito Rupa Rupa.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre el comportamiento de la germinación de semillas del *Pinus tecunumanii* considerando diferentes pisos altitudinales para realizar recomendaciones sobre el rango adecuado y las condiciones para alcanzar una mayor tasa de germinación.
2. Considerar el uso de abonos orgánicos y micorrizas en la producción de plántones del *Pinus tecunumanii* con la finalidad de garantizar mejor calidad de los plántones y que se fomente el establecimiento de especies maderable con rápido crecimiento para disminuir la presión a los bosques naturales.
3. Realizar estudios donde se consideren más factores ambientales como la precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, evapotranspiración, entre otros, con la finalidad de fortalecer los conocimientos básicos sobre el comportamiento de la especie en estudio bajo condiciones de la provincia de Leoncio Prado.

VIII. ABSTRACT

Due to the fact that more species need to be found to mitigate the demand for timber in degraded areas, a study was done with the objective of evaluating the effect of substrata and organic fertilizers on the germination and initial growth of *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry “pino rojo” under laboratory and nursery conditions, it was carried out in two nurseries located in the Rupa Rupa and Daniel Alomia Robles districts, both under the jurisdiction of the Leoncio Prado province, Huánuco region, Peru. Substrata proportions were used: black soil, medium sand and sawdust (3:2:1), black soil, medium sand and sawdust (2:3:1) and black soil, medium sand and sawdust (3:1:1), to which 2 g of organic fertilizer was added: no fertilizer, guano de isla, chicken manure and Mallki, generating twelve treatments which were distributed under a completely randomized design with a factorial arrangement. The total length, root length and biomass were measured. For the results, it was obtained that the germination started at 9.0 days after planting, reaching a germination of 74.75% and the germinative energy was 68.5%, while the aerial root length, as well as the biomass production were not influenced by the use of substrata, but in considering the organic fertilizers, seedlings with greater average values for each variable measured were reported, it is concluded that better quality seedlings can be produced by using 2 g of organic fertilizers at two months after transplant.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÜERO, A. 2010. Efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado", fase de vivero. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 102 p.
- ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ANÁLISIS DE SEMILLAS. 2005. Normas Internacionales para Análisis de Semillas. 1 ed. 2005., ISTA. ver. español. Bassersdorf, (Suiza). 234 p.
- ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ANALISIS DE SEMILLAS. 2002. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. 1 ed. 2002., ISTA. Ver. español Madrid, España. 280 p.
- BIDWELL, R. G. 1990. Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. México. 784 p.
- BOCKOR, I. 1986. Resultados Preliminares de los Ensayos de Especies y Procedencias en Campo Abierto. San Ramón, PE. GTZ, INFOR, CENFOR. 84 p.
- CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- CATIE. 1997. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales (*Gliricidia sepium* Jacquin). Turrialba, Costa Rica. 18 p.

- COVAS, G. 1980. Efectividad de las selecciones recurrentes por medios mecánicos en *Secale cereale* (L.) M.Bieb.) y *Sorghum etmun* L. Rev. Genetica, (Argentina) Vol. 2: p. 453-456.
- CRONQUIST, A. 1981. Un sistema integrado de clasificación de las Angiospermas. Ed. Columbia University Press. 1062 p.
- DVORAK, W.S., HODGE, G.R., ROMERO, J.L. 2001. Resultados de veinte años de investigación sobre el *Pinus tecunumanii* por la Cooperativa de CAMCORE. Recursos Genéticos Forestales No. 29. Roma, Italia, FAO. [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org/3/y2316s02.htm#bm02>, Documentos, 16 Oct. 2019).
- ERAZO, Y. 2010. Evaluación del comportamiento inicial del pino (*Pinus radiata*) mediante la aplicación de retenedores de agua en Tanlagua, San Antonio de Pichincha. Tesis. Universidad técnica del Norte. Ibarra, Ecuador 108 p.
- FACCINI, D., PURICELLI, E. 2006. Efecto de la temperatura y de la luz sobre la germinación de *Nicotiana longiflora* Cavanites y *Oenothera indecora* Camb. Agriscientia 22: 15-21 p.
- FAO. 2005. Especies de pino de importancia económica. [En línea]: (www.fao-sict.un.hn. doc. 27 de junio 2018)
- GUERRINI, A, TRIGUEIRO, R.M. 2004. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa. 28(6):1069-1076 p.

- HARTMAN, T., KESTLER, E. 1988. Propagación de plantas; principio y práctica. 2 ed. México, McGraw-Hill. 760 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. 20 p.
- ISLA, C. 2013. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), en el sector de Naranjillo - Tingo María. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 76 p.
- JUAN DE DIOS, C. 2015. Efecto de sustratos comerciales en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. y *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf. ex Eguluz & J. P. Perry en condiciones de vivero – San Ramón – Chanchamayo. Tesis Ing. Forestal y Ambiental. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 105 p.
- LALLANA, V. 2003. Publicación: Usos y calidad de los sustratos ofrecidos comercialmente, Universidad Nacional de Entre Ríos – Argentina 34 p.
- LANDIS, T.D. 1989. Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor – Volumen cuatro – Fertilización y Riego, Capítulo 1 – Nutrientes Minerales y Fertilización. 4 - 41, p.
- LANDIS, T.D., TINUS, R. W., MCDONALD, S. E., & BARNETT, J. P. 1990. Containers and growing media. En The Container Tree Nursery Manual. Vol. 2, pág. 88, Washington D.C; U.S. Department of Agriculture, Forest Service: Agric. Handdbk. 674 p.

- LITTLETON, R.T.E. 2000. Evaluación de sustratos en el desarrollo de plantas de papaya (*Carica papaya*), en vivero. Trabajo de graduación. Universidad Earth, Costa Rica. 75 p.
- MENDEZ, J.A. 2017. Producción de plantones de *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J.P. Perry y *Pinus caribaea* Morelet, en cuatro pisos altitudinales - Satipo. Tesis Ing. Ciencias Agrarias, especialidad de Ingeniería Forestal. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 105 p.
- PALOMINO, J., BARRA, M., BOHÓRQUEZ, M., SOSA, G., HURTADO, W. 1991. Resultados Preliminares de los Ensayos de Especies y Procedencias en Campo Abierto. San Ramón, PE. GTZ, INIAA. 39 p.
- PASTOR, J.N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Tierra*, 17(3):231- 235.
- PÉREZ, F. 2006. Material Vegetal de Reproducción: Manejo, Conservación y Tratamiento - Germinación y Dormición de Semillas. 178 – 199 p.
- QUIROZ, I., GARCÍA, E., GONZÁLEZ, O., CHUNG, P., SOTO, H. 2009. Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile. 65 p.
- RODRÍGUEZ, R., ALCÁNTARA, E., IÑIGUEZ, G., ZAMORA, F., GARCÍA, P., RUIZ, M., SALCEDO, E. 2010. Caracterización física y química de sustratos a partir de bagazo de agave tequilero. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 35(7):515-520
- ROJAS, N. 2015. Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), en Tingo María. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 135 p.

- RUIZ, M. A., COVAS, G.F., BABINEC, F.J., GIMÉNEZ, H.D. 1993. Peso de grano y vigor de plántula en centenos diploide y tetraploide. (Argentina) Rev. Fac. Agro. UNLPam. 7(1):1-17.
- SEGURA, J. 2000. Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal. In: Azcon - Bieto, J. y M. Talon. (eds.). Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGrawHill Interamericana. Barcelona, España. p. 285 – 303.
- SIFUENTES, L. 1997. Las regiones geográficas del Perú. Evolución de criterios para su clasificación. s.l., s.e. 15 p. [En línea]: Peru.inka.free, (<http://peru.inka.free.fr/peru/pdf/reggp.pdf>, 20 Oct. 2019).
- TERÉS, V. 2001. Relaciones aire-agua en sustrato de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 104 p.
- TERÉS, V., BEUNZA, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivos. Horticultura, p. 38-41.
- VALENZUELA, O., y GALLARDO, C. 2005. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. Universidad Entre Rios. 60 p.
- ZÁRATE, B. 2007. Producción de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. hidropónico con sustratos, bajo invernadero. Tesis de Maestría, Oaxaca – México. 40 – 42 p.

ANEXO

Anexo A: Datos registrados

Cuadro 17. Germinación de semillas de pino rojo.

Días desde la siembra	Submuestras (4 x 100 semillas)				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
	A	B	C	D						
1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
2	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
3	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
4	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
5	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
6	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
7	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
8	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0
9	5	0	0	2	7	7	1.75	0.19	2.3	2.3
10	3	4	4	7	18	25	6.25	0.63	6.0	8.4
11	15	13	12	9	49	74	18.50	1.68	16.4	24.7

Días desde la siembra	Submuestras (4 x 100 semillas)				Total diario	Total acumulado	Total acumulado como % del total de semillas	Porcentaje de germinación diaria media	Total diario como % de semillas germinables	Total acumulado como % de semillas germinables
	A	B	C	D						
12	29	31	32	39	131	205	51.25	4.27	43.8	68.6
13	14	15	8	10	47	252	63.00	4.85	15.7	84.3
14	7	8	5	2	22	274	68.50	4.89	7.4	91.6
15	5	3	3	2	13	287	71.75	4.78	4.3	96.0
16	0	3	0	2	5	292	73.00	4.56	1.7	97.7
17	1	1	0	3	5	297	74.25	4.37	1.7	99.3
18	1	0	0	0	1	298	74.50	4.14	0.3	99.7
19	1	0	0	0	1	299	74.75	3.93	0.3	100.0
20	0	0	0	0	0	299	74.75	3.74	0.0	100.0
21	0	0	0	0	0	299	74.75	3.56	0.0	100.0
22	0	0	0	0	0	299	74.75	3.40	0.0	100.0
Totales	81	78	64	76	299				100	

Cuadro 18. Datos registrados en el estudio.

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	1	1	1	12.3	6.5
1	1	1	2	11.5	9.4
1	1	1	3	10.9	7.4
1	1	1	4	11.2	8.6
1	1	1	5	12.6	6.5
1	1	1	6	11.7	9.8
1	1	1	7	12.0	7.7
1	1	1	8	11.9	12.8
1	1	1	9	11.9	11.1
1	1	1	10	12.3	10.4
1	1	1	11	13.0	6.0
1	1	1	12	12.0	10.2
1	1	1	13	10.7	10.9
1	1	1	14	11.2	8.4
1	1	1	15	11.5	7.4
1	2	1	1	13.7	8.4
1	2	1	2	17.7	14.1
1	2	1	3	15.4	7.5
1	2	1	4	15.7	8.4
1	2	1	5	12.2	8.1
1	2	1	6	13.4	8.3
1	2	1	7	13.4	7.6
1	2	1	8	13.1	6.6
1	2	1	9	13.5	8.6
1	2	1	10	12.6	6.3
1	2	1	11	14.1	9.6
1	2	1	12	13.3	8.6
1	2	1	13	11.0	10.4
1	2	1	14	15.1	12.3
1	2	1	15	14.1	10.0
1	3	1	1	14.2	8.8
1	3	1	2	15.5	10.3
1	3	1	3	12.7	9.3
1	3	1	4	13.7	9.0
1	3	1	5	16.5	8.9
1	3	1	6	13.0	10.1
1	3	1	7	18.2	7.1
1	3	1	8	13.1	10.4

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	3	1	9	17.8	8.5
1	3	1	10	11.5	9.5
1	3	1	11	16.6	10.8
1	3	1	12	13.2	11.1
1	3	1	13	14.6	10.6
1	3	1	14	12.9	8.6
1	3	1	15	14.4	11.0
1	4	1	1	13.7	10.4
1	4	1	2	16.7	15.5
1	4	1	3	17.4	11.6
1	4	1	4	14.4	15.6
1	4	1	5	12.5	10.4
1	4	1	6	16.4	11.1
1	4	1	7	16.0	8.8
1	4	1	8	13.9	9.2
1	4	1	9	16.1	9.6
1	4	1	10	13.4	9.1
1	4	1	11	15.0	10.4
1	4	1	12	17.6	12.8
1	4	1	13	16.5	9.4
1	4	1	14	12.9	8.6
1	4	1	15	13.7	8.5
1	5	1	1	15.4	7.3
1	5	1	2	15.3	7.2
1	5	1	3	15.4	7.0
1	5	1	4	16.4	5.5
1	5	1	5	15.3	6.2
1	5	1	6	15.2	6.0
1	5	1	7	17.8	6.3
1	5	1	8	16.2	9.9
1	5	1	9	17.8	13.1
1	5	1	10	13.0	10.8
1	5	1	11	16.0	11.2
1	5	1	12	13.4	11.0
1	5	1	13	15.6	8.1
1	5	1	14	17.0	14.6
1	5	1	15	14.8	9.4
1	6	1	1	14.5	9.5
1	6	1	2	15.9	9.6
1	6	1	3	14.2	10.4
1	6	1	4	15.1	9.9

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	6	1	5	16.3	14.7
1	6	1	6	16.2	12.3
1	6	1	7	15.8	13.5
1	6	1	8	14.2	10.4
1	6	1	9	16.2	8.6
1	6	1	10	17.5	11.3
1	6	1	11	15.6	9.2
1	6	1	12	15.7	8.6
1	6	1	13	14.5	9.0
1	6	1	14	16.1	8.3
1	6	1	15	14.4	8.9
1	7	1	1	16.0	10.0
1	7	1	2	15.0	9.6
1	7	1	3	17.5	8.2
1	7	1	4	18.3	10.5
1	7	1	5	14.6	8.9
1	7	1	6	14.2	9.6
1	7	1	7	15.5	8.7
1	7	1	8	15.0	10.2
1	7	1	9	14.4	10.0
1	7	1	10	14.0	10.0
1	7	1	11	13.7	8.1
1	7	1	12	15.5	12.4
1	7	1	13	17.0	10.3
1	7	1	14	13.5	8.9
1	7	1	15	11.8	7.4
1	8	1	1	13.1	19.5
1	8	1	2	13.2	12.8
1	8	1	3	13.5	9.5
1	8	1	4	13.5	12.5
1	8	1	5	13.0	9.0
1	8	1	6	11.3	10.4
1	8	1	7	12.5	7.9
1	8	1	8	13.1	9.6
1	8	1	9	11.7	9.7
1	8	1	10	10.7	8.5
1	8	1	11	11.8	9.4
1	8	1	12	13.3	10.2
1	8	1	13	12.7	10.9
1	8	1	14	13.0	16.0
1	8	1	15	11.2	10.5

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	9	1	1	16.5	6.5
1	9	1	2	15.9	6.8
1	9	1	3	15.2	9.0
1	9	1	4	14.7	9.6
1	9	1	5	14.5	8.9
1	9	1	6	16.6	8.6
1	9	1	7	16.1	9.0
1	9	1	8	11.9	7.8
1	9	1	9	14.9	6.8
1	9	1	10	17.4	7.8
1	9	1	11	16.8	9.6
1	9	1	12	14.4	9.3
1	9	1	13	14.1	6.8
1	9	1	14	16.7	7.4
1	9	1	15	13.4	8.9
1	10	1	1	15.3	11.8
1	10	1	2	16.0	13.0
1	10	1	3	15.5	8.7
1	10	1	4	15.4	8.8
1	10	1	5	16.0	7.1
1	10	1	6	16.8	7.6
1	10	1	7	16.1	9.7
1	10	1	8	16.0	11.5
1	10	1	9	14.8	8.4
1	10	1	10	15.3	9.1
1	10	1	11	17.0	7.9
1	10	1	12	16.2	9.1
1	10	1	13	14.5	8.0
1	10	1	14	16.5	8.2
1	10	1	15	17.5	8.4
1	11	1	1	15.4	8.8
1	11	1	2	15.4	11.5
1	11	1	3	15.5	14.9
1	11	1	4	14.5	11.6
1	11	1	5	14.7	10.5
1	11	1	6	15.4	11.5
1	11	1	7	17.5	9.6
1	11	1	8	16.6	10.0
1	11	1	9	14.5	21.2
1	11	1	10	15.5	9.6
1	11	1	11	14.3	10.3

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	11	1	12	16.6	13.1
1	11	1	13	15.5	8.4
1	11	1	14	15.5	16.0
1	11	1	15	15.0	11.9
1	12	1	1	16.2	19.6
1	12	1	2	18.8	17.6
1	12	1	3	17.2	8.5
1	12	1	4	15.0	15.5
1	12	1	5	14.8	21.9
1	12	1	6	15.7	9.0
1	12	1	7	18.0	11.1
1	12	1	8	15.5	16.5
1	12	1	9	17.5	18.2
1	12	1	10	19.6	13.6
1	12	1	11	18.4	9.3
1	12	1	12	16.0	7.5
1	12	1	13	15.5	8.0
1	12	1	14	16.8	16.2
1	12	1	15	20.0	19.7
1	1	2	1	8.2	6.8
1	1	2	2	9.5	11.6
1	1	2	3	10.0	3.5
1	1	2	4	11.6	10.5
1	1	2	5	11.4	4.0
1	1	2	6	10.5	4.6
1	1	2	7	9.0	6.1
1	1	2	8	13.5	6.5
1	1	2	9	9.0	3.5
1	1	2	10	8.5	4.5
1	1	2	11	8.2	8.0
1	1	2	12	10.0	8.5
1	1	2	13	11.2	20.0
1	1	2	14	12.5	6.6
1	1	2	15	10.0	6.5
1	2	2	1	12.0	13.0
1	2	2	2	13.6	12.5
1	2	2	3	10.6	11.0
1	2	2	4	13.5	9.4
1	2	2	5	14.0	10.0
1	2	2	6	10.5	8.0
1	2	2	7	11.0	11.0

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	2	2	8	14.4	6.6
1	2	2	9	12.3	17.0
1	2	2	10	14.9	9.1
1	2	2	11	16.2	8.0
1	2	2	12	10.6	8.0
1	2	2	13	16.5	14.2
1	2	2	14	13.0	10.9
1	2	2	15	10.0	12.0
1	3	2	1	13.0	7.5
1	3	2	2	14.0	9.2
1	3	2	3	16.0	10.2
1	3	2	4	15.6	12.3
1	3	2	5	15.5	10.7
1	3	2	6	12.7	8.1
1	3	2	7	15.4	11.7
1	3	2	8	16.5	5.7
1	3	2	9	12.4	9.6
1	3	2	10	14.3	10.8
1	3	2	11	14.7	15.3
1	3	2	12	12.1	6.2
1	3	2	13	15.7	7.6
1	3	2	14	18.2	9.7
1	3	2	15	12.3	10.0
1	4	2	1	15.7	9.5
1	4	2	2	14.8	14.0
1	4	2	3	14.5	10.6
1	4	2	4	10.5	10.3
1	4	2	5	15.0	10.0
1	4	2	6	12.0	12.5
1	4	2	7	14.7	12.0
1	4	2	8	11.2	9.1
1	4	2	9	14.4	8.0
1	4	2	10	11.0	8.0
1	4	2	11	13.7	8.4
1	4	2	12	12.6	5.5
1	4	2	13	14.7	5.5
1	4	2	14	16.0	17.6
1	4	2	15	11.6	8.4
1	5	2	1	14.2	8.4
1	5	2	2	11.5	9.4
1	5	2	3	13.4	7.5

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	5	2	4	11.7	6.9
1	5	2	5	11.5	8.7
1	5	2	6	13.4	6.5
1	5	2	7	10.5	4.5
1	5	2	8	12.7	5.0
1	5	2	9	12.0	7.0
1	5	2	10	11.6	5.5
1	5	2	11	13.0	6.4
1	5	2	12	13.6	8.1
1	5	2	13	12.0	7.0
1	5	2	14	13.0	7.5
1	5	2	15	12.0	5.5
1	6	2	1	12.5	7.6
1	6	2	2	14.4	17.0
1	6	2	3	13.9	11.0
1	6	2	4	13.4	8.3
1	6	2	5	11.5	10.6
1	6	2	6	11.9	9.2
1	6	2	7	13.7	9.1
1	6	2	8	13.0	9.0
1	6	2	9	12.0	10.9
1	6	2	10	14.0	16.6
1	6	2	11	14.7	13.5
1	6	2	12	11.5	9.6
1	6	2	13	14.0	15.7
1	6	2	14	11.4	5.5
1	6	2	15	14.7	8.8
1	7	2	1	13.5	7.2
1	7	2	2	11.5	10.3
1	7	2	3	13.0	11.8
1	7	2	4	11.7	5.0
1	7	2	5	13.4	8.1
1	7	2	6	11.9	13.0
1	7	2	7	12.5	8.6
1	7	2	8	14.5	9.0
1	7	2	9	13.0	5.6
1	7	2	10	15.4	11.5
1	7	2	11	11.5	11.6
1	7	2	12	10.6	9.5
1	7	2	13	13.4	8.8
1	7	2	14	13.5	11.0

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	7	2	15	13.5	15.4
1	8	2	1	12.5	10.6
1	8	2	2	12.0	14.0
1	8	2	3	11.9	13.5
1	8	2	4	15.3	18.5
1	8	2	5	11.5	11.2
1	8	2	6	12.5	10.7
1	8	2	7	11.7	7.2
1	8	2	8	12.3	7.3
1	8	2	9	11.8	9.5
1	8	2	10	10.5	9.4
1	8	2	11	11.7	7.2
1	8	2	12	13.0	14.0
1	8	2	13	9.8	8.4
1	8	2	14	12.2	8.3
1	8	2	15	15.0	6.4
1	9	2	1	11.0	7.0
1	9	2	2	11.0	9.4
1	9	2	3	11.3	3.6
1	9	2	4	12.9	8.5
1	9	2	5	10.7	7.4
1	9	2	6	10.8	6.5
1	9	2	7	12.5	7.3
1	9	2	8	10.0	5.4
1	9	2	9	11.7	8.6
1	9	2	10	11.6	5.4
1	9	2	11	11.0	11.0
1	9	2	12	9.3	9.6
1	9	2	13	10.6	9.5
1	9	2	14	14.5	8.9
1	9	2	15	11.5	13.5
1	10	2	1	12.0	11.0
1	10	2	2	13.7	10.6
1	10	2	3	13.4	7.1
1	10	2	4	9.8	9.4
1	10	2	5	14.0	7.5
1	10	2	6	11.8	12.0
1	10	2	7	12.2	11.7
1	10	2	8	14.5	9.6
1	10	2	9	12.5	14.0
1	10	2	10	15.6	18.4

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
1	10	2	11	16.3	10.0
1	10	2	12	15.6	11.2
1	10	2	13	12.4	10.3
1	10	2	14	14.4	14.3
1	10	2	15	15.2	11.3
1	11	2	1	14.5	15.5
1	11	2	2	14.2	14.7
1	11	2	3	12.0	9.0
1	11	2	4	14.0	10.0
1	11	2	5	13.5	8.0
1	11	2	6	13.5	10.6
1	11	2	7	13.6	9.0
1	11	2	8	12.6	6.0
1	11	2	9	16.0	7.4
1	11	2	10	14.5	15.0
1	11	2	11	15.2	9.1
1	11	2	12	11.6	10.7
1	11	2	13	13.4	9.5
1	11	2	14	11.6	13.5
1	11	2	15	12.0	10.4
1	12	2	1	12.6	8.7
1	12	2	2	11.7	9.4
1	12	2	3	13.5	8.0
1	12	2	4	12.0	7.0
1	12	2	5	12.3	8.7
1	12	2	6	14.0	8.0
1	12	2	7	12.0	5.5
1	12	2	8	11.6	8.0
1	12	2	9	14.4	6.0
1	12	2	10	13.0	6.7
1	12	2	11	12.8	9.5
1	12	2	12	12.7	10.5
1	12	2	13	6.9	13.5
1	12	2	14	4.3	13.6
1	12	2	15	11.5	11.6
2	1	3	1	13.0	12.0
2	1	3	2	10.5	7.3
2	1	3	3	10.6	5.0
2	1	3	4	11.8	11.4
2	1	3	5	11.5	15.6
2	1	3	6	10.3	8.7

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	1	3	7	10.0	13.0
2	1	3	8	9.5	7.0
2	1	3	9	9.2	7.8
2	1	3	10	14.8	7.6
2	1	3	11	8.3	6.3
2	1	3	12	11.6	6.2
2	1	3	13	8.0	11.0
2	1	3	14	10.2	10.6
2	1	3	15	11.5	9.2
2	2	3	1	16.4	21.0
2	2	3	2	13.2	15.0
2	2	3	3	15.9	13.3
2	2	3	4	15.9	17.6
2	2	3	5	17.8	16.7
2	2	3	6	12.9	15.5
2	2	3	7	12.7	34.5
2	2	3	8	16.5	30.7
2	2	3	9	13.5	15.6
2	2	3	10	16.7	17.9
2	2	3	11	13.7	18.2
2	2	3	12	12.5	14.0
2	2	3	13	13.6	15.6
2	2	3	14	16.5	13.6
2	2	3	15	16.9	20.5
2	3	3	1	17.4	18.0
2	3	3	2	17.3	22.0
2	3	3	3	19.1	18.6
2	3	3	4	17.0	31.0
2	3	3	5	15.2	31.2
2	3	3	6	17.3	15.8
2	3	3	7	18.0	17.4
2	3	3	8	15.2	15.7
2	3	3	9	21.0	31.5
2	3	3	10	16.6	21.0
2	3	3	11	17.7	16.5
2	3	3	12	19.4	18.0
2	3	3	13	17.0	19.0
2	3	3	14	14.2	21.5
2	3	3	15	18.3	17.5
2	4	3	1	21.0	19.5
2	4	3	2	16.6	19.0

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	4	3	3	17.3	17.0
2	4	3	4	11.2	10.0
2	4	3	5	15.1	25.6
2	4	3	6	19.5	16.0
2	4	3	7	23.0	21.0
2	4	3	8	17.2	19.5
2	4	3	9	26.5	14.3
2	4	3	10	18.4	18.0
2	4	3	11	15.0	23.7
2	4	3	12	15.0	14.8
2	4	3	13	13.1	10.5
2	4	3	14	16.2	12.6
2	4	3	15	19.0	30.3
2	5	3	1	13.4	16.0
2	5	3	2	12.5	13.0
2	5	3	3	15.3	7.0
2	5	3	4	12.2	11.2
2	5	3	5	15.7	14.2
2	5	3	6	11.1	11.0
2	5	3	7	12.5	6.8
2	5	3	8	13.0	11.8
2	5	3	9	11.5	6.5
2	5	3	10	14.0	14.3
2	5	3	11	12.3	11.2
2	5	3	12	14.0	8.5
2	5	3	13	12.5	11.3
2	5	3	14	13.0	14.0
2	5	3	15	11.4	8.0
2	6	3	1	14.7	16.5
2	6	3	2	17.5	20.0
2	6	3	3	14.5	15.6
2	6	3	4	18.5	18.8
2	6	3	5	20.0	15.6
2	6	3	6	16.0	17.9
2	6	3	7	15.5	10.0
2	6	3	8	18.3	16.8
2	6	3	9	19.8	16.5
2	6	3	10	16.0	23.0
2	6	3	11	20.0	16.4
2	6	3	12	17.6	12.1
2	6	3	13	15.5	13.2

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	6	3	14	19.0	21.0
2	6	3	15	17.5	15.8
2	7	3	1	17.1	17.8
2	7	3	2	19.6	17.0
2	7	3	3	16.2	15.8
2	7	3	4	18.0	21.0
2	7	3	5	15.5	16.5
2	7	3	6	21.6	16.3
2	7	3	7	19.5	25.0
2	7	3	8	18.6	34.8
2	7	3	9	19.6	19.8
2	7	3	10	16.3	19.0
2	7	3	11	16.8	17.0
2	7	3	12	20.0	25.5
2	7	3	13	16.0	14.5
2	7	3	14	16.1	13.2
2	7	3	15	24.3	26.5
2	8	3	1	17.0	32.7
2	8	3	2	17.4	17.7
2	8	3	3	13.7	19.3
2	8	3	4	16.6	27.8
2	8	3	5	14.5	13.5
2	8	3	6	15.0	15.2
2	8	3	7	16.0	11.3
2	8	3	8	14.0	10.6
2	8	3	9	15.0	12.0
2	8	3	10	20.7	23.0
2	8	3	11	16.2	12.5
2	8	3	12	16.0	15.2
2	8	3	13	15.1	13.7
2	8	3	14	17.9	16.0
2	8	3	15	15.1	14.0
2	9	3	1	12.3	14.2
2	9	3	2	11.1	14.5
2	9	3	3	12.2	16.0
2	9	3	4	15.5	13.0
2	9	3	5	10.4	9.8
2	9	3	6	13.2	13.0
2	9	3	7	12.6	12.1
2	9	3	8	11.5	11.3
2	9	3	9	12.8	8.0

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	9	3	10	14.0	9.2
2	9	3	11	12.0	13.3
2	9	3	12	11.5	6.0
2	9	3	13	11.4	16.0
2	9	3	14	13.0	14.6
2	9	3	15	11.0	8.2
2	10	3	1	21.3	28.5
2	10	3	2	23.0	22.2
2	10	3	3	20.4	26.0
2	10	3	4	20.8	20.5
2	10	3	5	19.4	19.2
2	10	3	6	17.3	17.8
2	10	3	7	21.5	19.4
2	10	3	8	18.3	22.0
2	10	3	9	18.5	17.0
2	10	3	10	20.3	19.0
2	10	3	11	22.6	28.8
2	10	3	12	21.5	17.0
2	10	3	13	17.5	21.2
2	10	3	14	19.0	16.8
2	10	3	15	17.3	16.5
2	11	3	1	14.5	14.0
2	11	3	2	15.5	22.6
2	11	3	3	16.3	17.0
2	11	3	4	23.8	23.5
2	11	3	5	18.7	23.0
2	11	3	6	19.0	23.8
2	11	3	7	19.7	20.0
2	11	3	8	19.1	16.8
2	11	3	9	18.0	15.4
2	11	3	10	17.0	13.4
2	11	3	11	18.1	25.3
2	11	3	12	14.6	14.6
2	11	3	13	18.0	18.6
2	11	3	14	17.2	33.0
2	11	3	15	17.1	17.0
2	12	3	1	15.4	23.1
2	12	3	2	16.2	16.6
2	12	3	3	21.3	17.1
2	12	3	4	18.2	22.5
2	12	3	5	18.7	29.1

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	12	3	6	15.8	19.5
2	12	3	7	16.2	14.5
2	12	3	8	13.2	14.0
2	12	3	9	17.3	20.0
2	12	3	10	15.5	15.0
2	12	3	11	16.8	22.0
2	12	3	12	18.5	13.2
2	12	3	13	19.7	24.0
2	12	3	14	24.2	24.5
2	12	3	15	19.0	15.5
2	1	4	1	11.5	13.0
2	1	4	2	9.8	14.3
2	1	4	3	11.2	10.2
2	1	4	4	9.3	7.5
2	1	4	5	10.4	5.5
2	1	4	6	12.5	7.5
2	1	4	7	12.1	17.0
2	1	4	8	11.4	18.0
2	1	4	9	11.1	11.5
2	1	4	10	12.2	8.0
2	1	4	11	9.6	6.3
2	1	4	12	9.3	6.5
2	1	4	13	7.7	11.0
2	1	4	14	10.5	9.5
2	1	4	15	8.5	5.7
2	2	4	1	18.0	18.0
2	2	4	2	18.7	15.0
2	2	4	3	19.7	24.5
2	2	4	4	20.6	19.5
2	2	4	5	16.0	13.0
2	2	4	6	20.0	18.1
2	2	4	7	21.2	16.7
2	2	4	8	18.5	14.5
2	2	4	9	15.0	23.6
2	2	4	10	18.3	17.2
2	2	4	11	15.5	15.7
2	2	4	12	20.0	18.3
2	2	4	13	15.1	12.5
2	2	4	14	14.3	17.0
2	2	4	15	16.4	31.0
2	3	4	1	15.0	15.2

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	3	4	2	15.5	17.0
2	3	4	3	15.6	10.0
2	3	4	4	12.1	15.0
2	3	4	5	15.5	14.4
2	3	4	6	15.5	20.4
2	3	4	7	15.0	15.2
2	3	4	8	16.0	13.8
2	3	4	9	14.7	12.0
2	3	4	10	15.7	15.1
2	3	4	11	15.6	18.5
2	3	4	12	12.6	14.5
2	3	4	13	14.5	15.7
2	3	4	14	16.0	12.8
2	3	4	15	14.7	21.3
2	4	4	1	17.4	20.8
2	4	4	2	19.2	22.0
2	4	4	3	17.6	22.4
2	4	4	4	17.9	16.3
2	4	4	5	17.2	13.8
2	4	4	6	15.7	12.8
2	4	4	7	12.9	18.7
2	4	4	8	14.8	21.2
2	4	4	9	18.0	18.5
2	4	4	10	15.0	15.4
2	4	4	11	17.7	15.6
2	4	4	12	16.1	13.8
2	4	4	13	14.8	14.5
2	4	4	14	13.2	13.3
2	4	4	15	15.8	20.5
2	5	4	1	14.2	15.3
2	5	4	2	13.0	10.9
2	5	4	3	14.0	15.8
2	5	4	4	13.2	9.5
2	5	4	5	14.7	12.7
2	5	4	6	11.1	8.6
2	5	4	7	14.3	10.6
2	5	4	8	13.0	11.5
2	5	4	9	12.6	8.2
2	5	4	10	14.0	12.5
2	5	4	11	14.5	9.5
2	5	4	12	12.4	14.0

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	5	4	13	13.0	12.1
2	5	4	14	13.1	14.2
2	5	4	15	13.6	14.2
2	6	4	1	17.9	17.0
2	6	4	2	17.7	16.6
2	6	4	3	21.2	20.0
2	6	4	4	21.6	19.3
2	6	4	5	18.1	19.0
2	6	4	6	18.5	16.2
2	6	4	7	20.0	19.5
2	6	4	8	19.1	22.2
2	6	4	9	15.5	16.0
2	6	4	10	17.0	14.5
2	6	4	11	20.5	17.8
2	6	4	12	20.3	19.8
2	6	4	13	19.0	18.2
2	6	4	14	18.7	27.4
2	6	4	15	16.5	18.3
2	7	4	1	17.0	24.0
2	7	4	2	20.0	16.2
2	7	4	3	19.5	25.0
2	7	4	4	16.0	19.2
2	7	4	5	21.1	13.8
2	7	4	6	14.5	15.0
2	7	4	7	17.0	14.5
2	7	4	8	16.0	19.5
2	7	4	9	18.6	18.0
2	7	4	10	18.5	16.4
2	7	4	11	19.7	21.4
2	7	4	12	20.2	20.0
2	7	4	13	15.5	15.7
2	7	4	14	21.5	15.0
2	7	4	15	17.0	15.0
2	8	4	1	19.0	19.9
2	8	4	2	15.5	12.6
2	8	4	3	19.0	19.0
2	8	4	4	22.4	20.5
2	8	4	5	16.2	20.0
2	8	4	6	16.0	15.3
2	8	4	7	19.2	13.0
2	8	4	8	18.3	17.2

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	8	4	9	18.0	16.0
2	8	4	10	16.2	21.5
2	8	4	11	19.5	19.5
2	8	4	12	17.2	16.5
2	8	4	13	16.5	17.6
2	8	4	14	15.9	11.0
2	8	4	15	14.0	12.4
2	9	4	1	15.8	11.5
2	9	4	2	15.0	17.3
2	9	4	3	12.4	11.0
2	9	4	4	16.2	16.0
2	9	4	5	12.3	17.4
2	9	4	6	12.6	10.4
2	9	4	7	16.3	22.8
2	9	4	8	11.8	8.5
2	9	4	9	14.3	13.0
2	9	4	10	13.6	7.5
2	9	4	11	15.0	15.5
2	9	4	12	14.5	18.2
2	9	4	13	12.8	9.0
2	9	4	14	14.7	12.5
2	9	4	15	13.0	13.9
2	10	4	1	17.8	24.7
2	10	4	2	23.4	20.2
2	10	4	3	18.8	18.0
2	10	4	4	20.6	22.5
2	10	4	5	19.0	16.2
2	10	4	6	16.5	28.0
2	10	4	7	18.8	25.7
2	10	4	8	22.3	13.0
2	10	4	9	22.3	17.0
2	10	4	10	20.6	15.5
2	10	4	11	20.4	23.5
2	10	4	12	24.0	16.5
2	10	4	13	20.2	18.6
2	10	4	14	17.4	21.2
2	10	4	15	21.0	24.0
2	11	4	1	18.6	20.5
2	11	4	2	19.0	19.5
2	11	4	3	17.5	14.0
2	11	4	4	19.0	15.6

Vivero	Tratamiento	Rep.	Plantón	Longitud (cm)	L. radicular (cm)
2	11	4	5	18.0	11.0
2	11	4	6	18.3	17.0
2	11	4	7	17.0	19.0
2	11	4	8	20.6	15.3
2	11	4	9	20.0	12.3
2	11	4	10	15.1	14.8
2	11	4	11	15.2	16.2
2	11	4	12	21.2	10.4
2	11	4	13	17.4	18.3
2	11	4	14	17.5	18.7
2	11	4	15	16.5	11.4
2	12	4	1	25.0	14.0
2	12	4	2	24.6	32.0
2	12	4	3	19.0	12.0
2	12	4	4	17.3	31.2
2	12	4	5	21.6	15.0
2	12	4	6	18.2	12.8
2	12	4	7	20.5	22.0
2	12	4	8	19.7	19.0
2	12	4	9	19.5	17.3
2	12	4	10	18.0	18.2
2	12	4	11	20.1	20.5
2	12	4	12	17.2	25.3
2	12	4	13	18.4	20.6
2	12	4	14	18.8	28.0
2	12	4	15	16.1	15.8

1: Vivero Forestal, 2: Vivero Agrokumi.

Cuadro 19. Matriz de datos para su análisis.

Vivero	Tratamientos	Longitud (cm)	Longitud radicular (cm)	Biomasa (g)
1	1	11.8	8.9	0.1376
1	2	13.9	9.0	0.1297
1	3	14.5	9.6	0.1529
1	4	15.1	10.7	0.1637
1	5	15.6	8.9	0.1984
1	6	15.5	10.3	0.1932
1	7	15.1	9.5	0.1803
1	8	12.5	11.1	0.1281
1	9	15.3	8.2	0.2029
1	10	15.9	9.2	0.1903

1	11	15.5	11.9	0.1979
1	12	17.0	14.1	0.2145
1	1	10.2	7.4	0.0974
1	2	12.9	10.7	0.1451
1	3	14.6	9.6	0.1725
1	4	13.5	10.0	0.1393
1	5	12.4	6.9	0.1090
1	6	13.1	10.8	0.1451
1	7	12.9	9.8	0.1284
1	8	12.2	10.4	0.1299
1	9	11.4	8.1	0.1286
1	10	13.6	11.2	0.1608
1	11	13.5	10.6	0.1853
1	12	11.7	9.0	0.1511
2	1	10.7	9.2	0.1977
2	2	15.0	18.6	0.2951
2	3	17.4	21.0	0.4086
2	4	17.6	18.1	0.4390
2	5	13.0	11.0	0.2776
2	6	17.4	16.6	0.3841
2	7	18.3	20.0	0.3997
2	8	16.0	17.0	0.3500
2	9	12.3	11.9	0.2829
2	10	19.9	20.8	0.4174
2	11	17.8	19.9	0.3341
2	12	17.7	19.4	0.3774
2	1	10.5	10.1	0.1978
2	2	17.8	18.3	0.4248
2	3	14.9	15.4	0.2892
2	4	16.2	17.3	0.3782
2	5	13.4	12.0	0.2873
2	6	18.8	18.8	0.3817
2	7	18.1	17.9	0.4072
2	8	17.5	16.8	0.3860
2	9	14.0	13.6	0.3703
2	10	20.2	20.3	0.5340
2	11	18.1	15.6	0.4991
2	12	19.6	20.2	0.5551

1: Vivero Forestal, 2: Vivero Agrokumi.

Anexo B: Panel fotográfico

Figura 12. Semillas de *Pinus tecunumanii*.



Figura 13. Germinación de semillas de *Pinus tecunumanii*.



Figura 14. Acomodo de bolsas con sustrato para repicar pino rojo.



Figura 15. Plantones de *Pinus tecunumanii* en el vivero Agrokumi.



Figura 16. Selección de plantones para fase de laboratorio.



Figura 17. Plantones de *Pinus tecunumanii* sin sustratos.



Figura 18. Medición de la longitud total.



Figura 19. Medición de la longitud radicular.

